

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Д. Ф. Кольга, А. С. Васько**

**ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗА  
В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ  
ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ**

Минск  
БГАТУ  
2017

УДК 631.22.018.631.95

**Кольга, Д. Ф.** Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения / Д. Ф. Кольга, А. С. Васько. – Минск : БГАТУ, 2017. – 128 с. : ил. – ISBN 978-985-519-847-6.

Изложены сведения об удобрительных свойствах навоза, его влиянии на окружающую среду, проблемы его утилизации. Представлены современные технологии приготовления компостов на основе заданных физико-химических свойств. Описаны способы накопления, хранения различных видов навоза, их использование и удобрительная ценность.

Монография предназначена для специалистов и руководителей хозяйств агропромышленного комплекса, преподавателей, студентов высших и средних учебных заведений.

Табл. 30. Ил. 14. Библиогр. : 62 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 1 от 10 февраля 2017 г.)

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
первый заместитель генерального директора  
РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»

*В. Н. Тимошенко;*

зам. начальника КБ РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»

*И. С. Назаров*

ISBN 978-985-519-847-6

© БГАТУ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>Глава 1. Навоз и его свойства</b> .....	8
Торфонавозные компосты .....	10
Методы переработки навоза .....	10
<b>Глава 2. Состояние и проблемы подготовки навоза к использованию</b> .....	11
Подстилочные материалы и их нормы .....	18
Удаление навоза из животноводческих помещений, очистка стойл и мест дефекации животных .....	21
Удаление навоза из производственных помещений .....	22
Транспортирование навоза от животноводческих зданий к местам переработки и использования .....	24
Выход навоза на фермах и комплексах .....	24
Исследование процесса разделения навоза на фракции .....	29
<b>Глава 3. Основные источники засорения органических удобрений семенами сорных растений и мероприятия по снижению засоренности</b> .....	32
Оценка органических удобрений по содержанию в них жизнеспособных семян сорняков .....	37
Приемы снижения засоренности и подавления жизнеспособности семян сорных растений и их эффективность .....	38
<b>Глава 4. Подготовка и хранение навоза</b> .....	45
Внесение навоза .....	46
Приготовление компостов .....	49
Агроэкологическое обоснование компостирования навоза и птичьего помета .....	49
Основные требования к компостам и процессу компостирования ..	51
Требования к процессу компостирования на открытых площадках .....	53
Механизация приготовления компостов .....	55
Приготовление компостов на временно приспособленных площадках при помощи бульдозера .....	55
Приготовление компостов из бесподстилочного полужидкого навоза .....	57
Приготовление компостов при смешивании компонентов на площадке .....	59

Приготовление пометно-опилочного компоста . . . . .	65
Приготовление компостов с заданными физико-химическими свойствами на стационарных установках . . . . .	65
Твердые органические удобрения (ТОУ) и условия их применения . . . . .	68
<b>Глава 5. Аэратор-смеситель АСК-3,5 . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>Глава 6. Технология производства вермикомпостов из различных субстратов и их качественная оценка . . . . .</b>	<b>76</b>
Применение вермикомпостов на осушенных минеральных землях . . . . .	80
Формирование группового состава гумуса по элементам рельефа за период 2008-2010 гг . . . . .	83
<b>Глава 7. Накопление и применение жидкого навоза . . . . .</b>	<b>86</b>
Хранение приготовленных органических удобрений . . . . .	88
Хранение и подготовка бесподстильного навоза . . . . .	91
Технологические схемы использования жидкого навоза . . . . .	92
Химический состав бесподстильного навоза . . . . .	93
Технологические схемы использования бесподстильного навоза . . . . .	93
Расчет площадей, необходимых для полного использования жидкого навоза . . . . .	95
Расчет доз жидкого навоза и особенности применения . . . . .	97
Транспортировка и внесение жидкого навоза . . . . .	100
Внутрипочвенное внесение жидкого навоза . . . . .	102
Технологические схемы и комплексы машин для внутрипочвенного внесения жидкого навоза . . . . .	104
Орошение животноводческими стоками . . . . .	104
Ветеринарно-санитарные требования по охране почвы от загрязнений отходами животноводческих предприятий . . . . .	109
Предложения по ветеринарно-санитарной охране почв от загрязнения отходами животноводческих предприятий . . . . .	111
Обеззараживание навоза . . . . .	113
Биологические методы . . . . .	115
Химический метод . . . . .	116
Физический метод . . . . .	116
Биотермическое обеззараживание навоза . . . . .	117
Система контроля за санитарным состоянием животноводческих ферм . . . . .	118
Список использованных источников. . . . .	121

## Введение

В Государственной программе возрождения и развития села на 2015–2020 годы намечено достичь производства молока – 7500 тысяч тонн, мяса – 1500 тысяч тонн, яиц – 3300 тысяч штук.

Для получения сельскохозяйственной продукции в таком объеме планируется повысить плодородие почв за счет увеличения органических удобрений, в том числе с использованием торфа и сапропелей, в объеме не менее 40 млн тонн в год (10 тонн на гектар пашни).

Наряду с обеспечением растений питательными элементами органические удобрения являются существенным источником органического вещества. Они улучшают физические, химические и биологические свойства почвы (влагоемкость, способность к накоплению и превращению питательных веществ в структуру почвы, фитопатогенные защитные свойства).

В связи с переводом сельскохозяйственного производства на промышленную основу, в последние годы в нашей стране построено значительное количество животноводческих ферм и комплексов с беспривязным способом содержания животных и с различными схемами навозоудаления из животноводческих помещений.

Использование навоза в качестве удобрения сельскохозяйственных культур является большим резервом повышения плодородия почв и укрепления кормовой базы животноводства.

Однако неумелое использование навоза на полях может привести к загрязнению почвы и окружающей среды.

Проблема утилизации бесподстилочного навоза имеет народнохозяйственную значимость и особенно актуальна в настоящее время, характеризующееся концентрацией животноводства на крупных комплексах.

Использование бесподстилочного навоза и его обработка в растениеводстве осуществляется тремя основными технологиями:

- транспортировка и распределение жидкого навоза специальными цистернами-разбрасывателями;
- разделение навоза на жидкую и твердую фракции, подача жидкой фракции в оросительную сеть, вывоз твердой фракции на поля мобильным транспортом;
- приготовление торфонавозных, солоmistых и других компостов.

Выбор технологии определяется многими факторами поголовья животных, наличием достаточного количества сельскохозяйственных угодий для полной утилизации навоза, почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий и др.

Жидкие стоки и обезвоженный навоз являются ценными комплексными удобрениями, которые содержат в своем составе азот, фосфор, калий и микроэлементы. Поэтому рекомендуется их использование в качестве удобрений сельскохозяйственных культур.

Наиболее сложно утилизировать бесподстилочный навоз на почвах связного гранулометрического состава при наличии холмистого рельефа. Применение на них жидких органических удобрений вызывает поверхностный сток со всеми отрицательными последствиями для открытых водоемов. Кроме того, не исключено загрязнение грунтовых вод азотосодержащими удобрениями, особенно, если они вносятся на песчаные и супесчаные почвы.

Несовершенство технологических процессов удаления и использования навоза на животноводческих комплексах приводит к большим экономическим и экологическим издержкам. Так, потеря каждой тонны экскрементов, согласно нормам, эквивалентна потере 40 кг зерна. Если учесть, сколько органики теряется в республике на фермах и комплексах, то при правильном ее применении возможно было бы получить дополнительно зерна без использования минеральных удобрений.

В настоящее время проблема плодородия почвы отнесена к числу важнейших государственных приоритетов. Одним из основных показателей плодородия является содержание гумуса. В последние годы наблюдается тенденция к его снижению. Так, по данным заведующего лабораторией РУП НПУ НАН Беларуси по механизации Л. Я. Степука, в 80-е гг. прошлого столетия на поля страны вносилось 80–82 млн тонн органических удобрений. Это почти 15 т/га пахотных земель, причем значительное количество – в виде компостов, что устойчиво обеспечивало положительный баланс гумуса. В последнее время вносится 28–29 млн тонн или 6,1–6,3 т/га пашни. Это можно объяснить отсутствием на многих комплексах специальных навозохранилищ, беспорядочным хранением и, особенно, внесением бесподстилочного навоза, а также несвоевременная запашка приводит к огромным потерям питательных веществ, к сильному загрязнению поверхностных и грунтовых вод.

Так, по данным многих авторов, 1 тонна навоза дает прибавку урожая 0,8–1,0 ц/га в пересчете на зерно. Органические удобрения длительное время оказывают влияние на урожай: шесть и более лет. Легко можно посчитать, какое количество зерна недобрала республика по этой причине.

Многие руководители для поддержания высоких урожаев сельскохозяйственных культур вносят большое количество минеральных удобрений и средств защиты растений. Стоимость минеральных удобрений с каждым годом возрастает, поэтому роль органических удобрений в буквальном смысле является стратегическим ресурсом.

Поэтому стоит задача, исходя из этого, предложить универсальный способ утилизации навоза и превращения его в полезную для человека форму, тем более что в нем скрыта львиная доля энергии израсходованных кормов.

Если навоз переработать, высушить и расфасовать, то он превращается в органическое удобрение, так необходимое земледельцам, и может составить конкуренцию минеральным удобрениям и даже все заменить их. Навоз возможно перерабатывать в экологически безопасные концентрированные органические удобрения, внедряя новые технологии, в частности, установки для переработки навоза в анаэробных условиях.

В этой связи разработка низкочрезвычайно эффективных технологий, обеспечивающих гарантированное производство обеззараженных и обезвреженных органических удобрений на основе бесподстильного навоза приобретает важное значение в вопросах повышения плодородия почвы, охраны природы, сохранения здоровья животным, повышения безопасности труда обслуживающего персонала, здоровья населения и рентабельности производства.

Решению этих вопросов и посвящена данная монография.

## Глава 1 НАВОЗ И ЕГО СВОЙСТВА

Навоз – органическое удобрение, состоящее из твердых и жидких выделений животных обычно в смеси с подстилочным материалом. Содержит азот и все элементы зольной пищи, необходимые растениям. Органическое вещество навоза улучшает структуру почвы, ее водный и воздушный режимы, физико-химические и химические свойства (например, повышает буферность, емкость поглощения и степень насыщенности почвы основаниями): зольные вещества – снижают кислотность почвы; находящиеся в навозе в огромном количестве полезные микроорганизмы увеличивают ее биологическую активность. Навоз является одним из источников углекислого газа, под влиянием которого усиливается синтез органического вещества растениями и улучшаются условия их минерального питания. Он играет важную роль в круговороте веществ в природе, так как с ним возвращается в почву значительное количество органического вещества и минеральных соединений. Навоз содержит почти все необходимые для растений питательные вещества и, в первую очередь, азот, фосфор, калий, магний, железо, а также микроэлементы – бор, молибден, кобальт, марганец, медь и др.

Состав и удобрительные свойства навоза зависят от вида животного качества кормов и подстилки и, особенно, от способов содержания животных, приготовления и хранения кормов. В среднем из потребляемого животными корма в навоз переходит около 40 % органического вещества, 50–70 % азота, 80 % фосфора и до 95 % калия. При скармливании животным большого количества концентрированных кормов получается навоз более высокого качества.

Примерный состав сухого вещества в твердых и жидких выделениях сельскохозяйственных животных приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Содержание в навозе сухого вещества, выделяемого животными

Вид животного	Сухое в-во	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
В твердых выделениях							
КРС	16	0,29	0,17	0,10	0,35	0,13	0,04
Свиньи	18	0,60	0,41	0,26	0,09	0,10	0,04

Вид животного	Сухое в-во	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>
В жидких выделениях							
КРС	6	0,58	0,01	0,40	0,01	0,04	0,13
Свиньи	3	0,43	0,07	0,83	0,01	0,08	0,08

Навоз, уложенный в штабеля или в навозохранилище, теряет азота меньше, чем при хранении в бесформенных кучах. В процессе хранения навоз под действием микроорганизмов подвергается разложению и в зависимости от стадии различают полуразложившийся и разложившийся (перегной) навоз. Свежим считают навоз, полученный сразу после удаления из животноводческого помещения и еще не подвергшийся разложению. Лишний навоз вреден для растений. Он содержит семена сорных трав и болезнетворные микробы, поэтому его надо перерабатывать методом компостирования или сложить на два-три летних месяца в штабеля и дать несколько разложиться. При внесении свежего навоза, особенно богатого соломой, в первый месяц после внесения растения испытывают недостаток азота. Чистый, без подстилки, навоз считается более сильным удобрением, он содержит больше питательных веществ, чем навоз с подстилкой, особенно из опилок и стружек. Однако подстилочный навоз больше рыхлит почву, особенно на тяжелых суглинистых почвах. Процентное содержание питательных веществ в подстилке представлено в табл.1.2.

Таблица 1.2

Среднее содержание питательных веществ в подстилке (% на сухое вещество)

Подстилка	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	100 кг подстилки удерж. воды в кг
Солома озимая	0,3–0,8	0,2–0,3	0,8–1,2	0,2–0,3	200–300
Солома яровая	0,4–0,8	0,2–0,4	0,8–1,5	0,2–0,4	200–300
Торф верховой	0,8–1,3	0,1	0,06–0,1	0,3–0,5	1000–1500
Торф низинный	2–3	0,2–0,4	0,1–0,3	2	500м700
Древесная листва	0,8–1,3	0,2–0,4	0,2–0,4	0,7–2,0	200–400
Опилки	0,2	0,3	0,6–0,8	0,8–1,2	400–500

Азот и фосфор твердых выделений входят в состав органических соединений и становятся доступными растениям только после их минерализации. Калий же находится в подвижной форме. В зависимости от способа получения навоз подразделяют на подстилочный и бесподстилочный.

При компостировании навоза с соломой, опилками, кострой, содержащими мало азота, целесообразно добавлять легкорастворимые формы азотистых веществ (на 1 ц от 0,7 до 1,0 кг азота). При этом условии микробиологические процессы протекают нормально и позволяют получить готовый компост хорошего качества.

### **Торфонавозные компосты**

Компостирование навоза с торфом сокращает потери содержащегося в навозе азота и переводит часть азотистых соединений торфа в более доступные для растений формы. Последнее достигается при условии, если под влиянием микробиологических процессов температура в компостах поддерживается на уровне 60–65 °С. Поэтому такой компост не уплотняют.

Хорошо приготовленный торфонавозный компост по действию на урожай сельскохозяйственных культур не уступает обычному подстилочному навозу, а в некоторых случаях превосходит его. Полезно добавлять в торфонавозные компосты фосфоритную муку из расчета 2–3 % веса. Компостирование навоза с фосфоритной мукой вызывает более энергичную гумификацию органического вещества навоза, сокращает потери азота и повышает доступность для растений фосфора.

### **Методы переработки навоза**

Компосты — удобрения, полученные в результате разложения смеси различных органических веществ, преимущественно растительного происхождения, или навоза, полученного на животноводческих фермах. Цель компостирования: повысить в удобрении содержание доступных для растений питательных элементов — азота, фосфора, калия и др.; обезвредить от патогенной микрофлоры и гельминтов; уменьшить содержание целлюлоз и пектиновых веществ; придать компостной массе необходимые физические свойства (сыпучесть и др.), что облегчает внесение ее в почву. Основные материалы для компостирования: навоз, навозная жижа, птичий помет, льняная костра, древесная листва, опилки.

## Глава 2

### СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ НАВОЗА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Мировой и отечественный опыт повышения урожайности сельскохозяйственных культур показывает, что решающее влияние на расширенное воспроизводство плодородия земель оказывают минеральные и органические удобрения. Органические удобрения являются мощным средством воспроизводства гумуса в почвах. Интерес к органическим удобрениям значительно повысился в земледелии в связи с удорожанием электроэнергии, нефти, минерального сырья и ростом цен на минеральные удобрения.

В общем балансе питательных веществ в земледелии страны в период до 1991 года на долю органических удобрений приходилось около 40 %. В последние годы, в связи с резким сокращением поголовья животных, закупок минеральных удобрений, важность проблемы эффективного использования удобрительных ресурсов органических удобрений многократно возросла. Установлено что основным сырьем для производства органических удобрений является навоз. Для ликвидации дефицита гумуса в почвах необходимо использовать солому, сидераты, увеличивать площади посева многолетних трав. Только мобилизовав все ресурсы органических удобрений можно повысить плодородие почвы.

В восьмидесятые годы в связи с переходом животноводства на промышленную основу наибольшее распространение получил бесподстилочный способ содержания животных. При этом получают навоз повышенной влажности, в связи с чем общий выход его увеличивается. Хозяйства не успевают, а порой и не могут, эффективно использовать весь объем навоза. Большие объемы неразбавленного навоза стекают в реки и другие естественные водоемы, заражая окружающую среду, наносят тем самым непоправимый ущерб народному хозяйству. Кроме того, нарушение требований к утилизации навоза приводит к возникновению антисанитарных условий на территории ферм, к частичному сокращению выхода продукции или как крайняя мера к закрытию ферм.

Анализ отечественной и зарубежной литературы позволяет сделать вывод, что навоз животных можно использовать как сырье для производства органических удобрений, белковых добавок в корм

животным или как источник энергии. Использование навоза в качестве сырья для производства органических удобрений или белковых добавок в корм животным не получило широкого применения по причине, что в нем содержится большое количество гельминтов, болезнетворных микроорганизмов и семян сорных растений. Большое количество микроорганизмов при запахивании в почву не представляет вреда для человека и растений. Однако в навоз могут попасть возбудители опасных заболеваний животных (сибирская язва, чума и др.) В навозе в громадном количестве находятся возбудители гельминтозных заболеваний.

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

У микроорганизмов, обитающих в воздухе животноводческих помещений и прилегающей к ним территории, под воздействием различных факторов могут изменяться морфологические, биохимические, серологические и другие свойства, в результате чего возникают атипичные формы микробов, которые нередко вызывают скрытые инфекции. Последние трудно диагностировать, а потом и сложно разрабатывать меры по их ликвидации. Потери же от субклинических больных животных не меньше, чем от вспышки эпизоотий.

Основными источниками загрязнений почвы и водоемов от животноводческих предприятий являются навоз, моча, техническая вода и дезинфицирующие средства, используемые на ветеринарно-санитарные мероприятия.

Наличие большого количества крупных животноводческих комплексов в республике положительно сказывается на увеличении объемов продукции животноводства, но вместе с тем негативно повлияло на экологическую обстановку в зонах их расположения. Физико-химический, бактериологический и гельминтологический состав навозных стоков приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Физико-химический, бактериологический и гельминтологический состав навоза животных

Навозные стоки		
Показатели	Свиней	КРС
рН	7,1–7,2	6,0–7,7
Взвешенные вещества, мг/л	12400–21000	1200–26000
Аммиачный азот, мг/л	630–1400	1400–2700
Фосфаты, мг/л	430–600	155–850
Хлориды, г/л	142–600	126–630
Сульфаты, мг/л	186	400–446
БПК <sub>5</sub> , мг/л О <sub>2</sub>	3000–6700	1800–9200
Бактерии группы кишечных палочек, шт.	10–3,8	10–3,10
Энтерококки		2,10–7,10
Стафилококки	10–10	10–10
Сальмонеллы	в большом количестве	
Яйца гельминтов в 1 л	160–430	–

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), навоз может быть фактором передачи более 100 видов возбудителей болезней животных, в том числе опасных для человека. Особенно опасен жидкий навоз, полученный при бесподстилочном типе содержания животных. Патогенная микрофлора в жидком навозе остается жизнеспособной очень длительное время, что обеспечивается за счет высокой влажности и большого содержания в нем аммиака и хлоридов, препятствующих размножению термофильных микроорганизмов. В связи с этим биотермические процессы в жидком навозе не развиваются и биотермическое его обеззараживание не происходит. И. Д. Гришаев и др. указывают, что внесение бесподстилочного навоза крупного рогатого скота и свиней на поля в дозах 50–100 т/га сопровождается значительным бактериальным загрязнением почвы.

При ликвидации инфекционных заболеваний среди животных не обойтись без дезинфекции навоза, однако применение химической дезинфекции, исходя из необходимости охраны окружающей среды, следует всемерно сокращать. Дезинфицирующие средства должны

применяться не профилактически, а целенаправленно, потому что все они относятся к биоцидам, т. е. после попадания в почву способны убивать и полезные почвенные микроорганизмы. Кроме того, при выборе дезинфицирующих средств следует учитывать сроки их распада.

Аналогичному загрязнению грунтовых и поверхностных почв с последующей их непригодностью для поения животных может способствовать силосный сок при попадании в воду в больших объемах.

Теперь уже можем говорить о том, что концентрация большого числа животных на ограниченной территории приводит к усилению их воздействия на окружающую среду. Воздух, выбрасываемый фильтрационными установками животноводческих комплексов, может являться источником аэрогенного распространения условно-патогенной и патогенной микрофлоры и создать угрозу переноса возбудителей инфекционных заболеваний с одного объекта на другой.

Свиноводческий комплекс выбрасывает в воздух вытяжной системой в среднем 0,28 % углекислого газа, 22,8 мг/м<sup>3</sup> аммиака, 2,0 мг/м<sup>3</sup> сероводорода, 13,0 мг/м<sup>3</sup> пыли и 332 тыс. микробных тел (м. т/м<sup>3</sup>). Загрязнение атмосферного воздуха характеризуется сезонной неравномерностью выбросов загрязняющих веществ. Количество выбросов зависит от времени суток, что связано с технологическими процессами (уборка помещений, гидросмыв и перекачка навоза, кормление и т. д.). Микроорганизмы от комплекса распространяются по ветру до 7 км, специфический запах – до 15 км и более.

Комплекс КРС является таким же источником загрязнения атмосферного воздуха (откормочник на 10 тыс. голов) – источник загрязнения на расстоянии до 3 км. В воздушном бассейне животноводческих комплексов содержание механических включений аммиака и микробная обсемененность превышает в 4–10 раз предельно допустимые концентрации.

Нередко не придают значения газам биологического происхождения, накапливающимся в помещении для содержания животных. В литературе очень слабо освещены вопросы токсичного воздействия таких веществ, как амины, меркаптаны, скатол, инзол и др. Особенно это касается свиноводства, где проблема загазованности в помещениях стоит особенно остро.

Кроме того, для хранения больших объемов стоков строятся открытые хранилища, что при постоянном контакте с воздухом создает воздушный слой, заполненный газофазными испарениями

стоков, способных при соответствующей температуре и направлении ветра, перемещаться на значительные расстояния и оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую природу и человека.

Ряд эксплуатируемых животноводческих комплексов неудовлетворительно обеспечено навозохранилищами (на отдельных комплексах до 20 %), оборудованием для приготовления, использования и внесения навоза.

По литературным данным, животные, зараженные гельминтами по сравнению со здоровыми, съедают больше кормов на 11 %, дают меньше молока из расчета 191,6 кг на корову в год, снижают привесы на 10–15 %. Внесение в почву свежего навоза равносильно обильному посеву семян сорняков. В процессе своего развития они угнетают культурные растения, резко снижают урожайность. Исследованиями установлено, что 20 % семян сорных растений, пройдя через желудочно-кишечный тракт животных, не теряют способность к прорастанию.

Тот факт, что животные плохо усваивают энергию растительных кормов и что более половины этой энергии используется непроизводительно – уходит в навоз, позволяет рассматривать последний не только как ценное сырье для органических удобрений и белковой добавки в корм животным, но и как мощный возобновляемый источник энергии в сельскохозяйственном производстве. Навоз животных может служить для выработки горючего биогаза метана – одного из наиболее ценных видов топлива.

Некоторые авторы считают, что необходимо утилизировать только густую фракцию навоза, а жидкую очищать до чистой воды и сбрасывать в водоемы.

Несовершенство технологических процессов и технических средств для очистки жидкой фракции приводит к потерям питательных веществ и загрязнению окружающей среды, что впоследствии приводит к заболеваемости людей, потерям рабочего времени, снижению темпов роста производства, уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и потерям их питательной ценности. В связи с этим необходимо разрабатывать такие системы подготовки навоза к использованию, которые позволили бы с наименьшими затратами труда и средств обеспечить надежный поток органических удобрений от ферм на поля.

В работах ученых Л. П. Кормановского, Н. Г. Ковалева, Н. М. Марченко, В. Г. Коба, Ю. А. Цоя, П. И. Гриднева и других доказано, что выбор технологических процессов подготовки навоза к использованию должен производиться с учетом количественных и физико-механических свойств исходного удобрения.

На основе подстилочного навоза наиболее целесообразно производить компостные смеси с последующим биотермическим обеззараживанием их на полевых площадках.

Предложенные технологии производства компостных смесей можно объединить в следующее:

- стационарные цеха;
- специальные площадки с использованием стационарной техники;
- специальные площадки с использованием мобильной техники;
- в процессе уборки навоза из помещений.

Разработанные стационарные цеха для компостирования навоза не получили широкого применения из-за сложности, высоких капитальных и эксплуатационных расходов.

В 80-е годы XX века были распространены проекты по производству компостных смесей в навозохранилищах с использованием козловых кранов. Предварительно в навозохранилище козловым краном загружается влагопоглощающий материал, затем навоз из одной карантинной емкости. Компосты перемешиваются ККС-Ф-2 и выгружаются на площадку для временного хранения либо в мобильный транспорт. Такая технология не получила широкого применения из-за невозможности в каждом навозохранилище построить козловые краны т. е. привела к большим капитальным затратам, а качество компостных смесей не удовлетворяло требованиям.

Известны также технологии переработки навоза с использованием вермикультур. Работы по созданию промышленных технологий по переработке органических отходов калифорнийскими червями активно проводятся в нашей республике, однако широкого распространения не получили вследствие следующих недостатков:

- высокие затраты труда на формирование лож, ввод и вывод вермикультуры;
- сложность осуществления технологического процесса в зимний период года;
- не исключается возможность попадания в навоз атмосферных осадков;

- сложность регулирования качества смешивания, дозированного изменения соотношения компонентов компостной смеси;
- большие капитальные затраты на строительство площадок компостирования, высокие эксплуатационные затраты;
- не организовано серийное производство технических средств.

В последние годы в республике внедряются установки для переработки навоза и помета в анаэробных условиях. В процессе переработки навоза в анаэробных условиях резко снижается порог запаха, семена сорных растений теряют всхожесть, сохраняются питательные вещества (азот, фосфор, калий) и полной гибели гельминтов. В результате анаэробного сбраживания в термофильном режиме при 53–55 °С из 1 т сухого органического вещества может быть получено от 400 до 600 м<sup>3</sup> биогаза теплотворной способностью 20...26 МДж/м<sup>3</sup> (в зависимости от содержания в нем метана).

Ученые, изучающие переработку навоза в анаэробных установках, отмечают резкое влияние даже незначительных колебаний температуры на интенсивность процесса газовыделения. Необходимо также решить вопрос перемешивания, некоторые авторы утверждают, что высокая скорость перемешивания отрицательно влияет на жизнедеятельность метанообразующих бактерий.

Кроме перечисленных факторов большое влияние на эффективность процесса переработки навоза в анаэробных условиях оказывает кислотность. Метанообразующие бактерии могут интенсивно развиваться только в среде с нейтральной или слабощелочной реакцией, т. е. при значениях рН, близких к 7. В среде с кислой реакцией при всех прочих условиях они не могут развиваться.

На крупных свиноводческих комплексах используют естественное и механическое разделение жидкого навоза на фракции. Естественное разделение имеет низкие качественные показатели процесса и эксплуатационную надежность, цикличность работы, большие капитальные и эксплуатационные затраты.

При механическом разделении можно выделить следующие недостатки:

- значительная восприимчивость к изменению физико-механических свойств исходного навоза;
- сложность эксплуатации;
- большие затраты на строительство цехов для разделения навоза на фракции.

## Подстилочные материалы и их нормы

Подстилка должна создавать животным мягкое и чистое ложе, хорошо впитывать в себя жидкие выделения и газы, предохранять питательные вещества от потерь, содержать элементы питания для растений. Самое чистое и мягкое ложе для скота дают солома и сфагновый торф.

Одним из критериев при выборе вида подстилки и расчета норм ее является влагоемкость подстилочных материалов. Под влагоемкостью понимают способность подстилки поглощать и удерживать влагу. Она определяется отношением массы воды, поглощенной подстилкой за определенный промежуток времени, к начальной массе подстилки. На рис. 2.1 показаны изменения влагоемкости различных подстилочных материалов в зависимости от продолжительности.

Процесс впитывания влаги наиболее интенсивный в первые 10...20 мин. Он зависит от вида подстилки и ее исходной влажности. Из графика видно, что опилки практически перестают поглощать влагу по истечении 2 ч, тогда как солома и торф даже после суток все еще поглощают небольшое количество влаги.

На практике это приводит к тому, что навоз на соломенной и торфяной подстилке с течением времени становится более плотным.

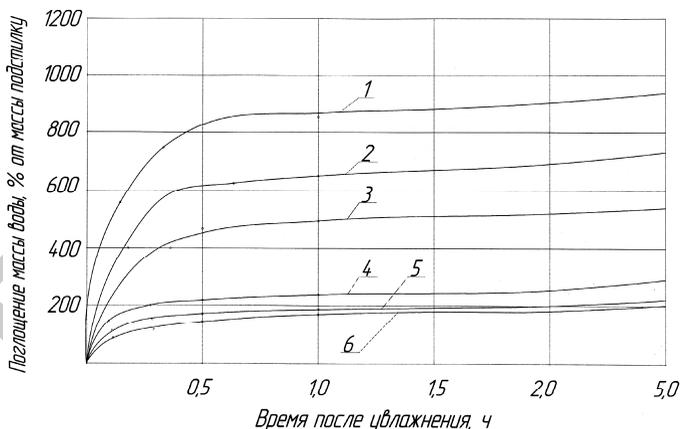


Рис. 2.1. Влагоемкость подстилочных материалов:

1 – торф сфагновый  $W = 45\%$ ; 2 – торф верховой  $W = 42\%$ ; 3 – торф низменный  $W = 49\%$ ; 4 – солома измельченная  $W = 11\%$ ; 5 – опилки  $W = 11\%$

При использовании в качестве подстилки древесных опилок получается навоз более низкого качества. В нем содержится мало азота и большое количество медленно разлагающейся клетчатки. Такой навоз лучше применять в качестве биотоплива в парниках и лишь на следующий год вносить на поля в виде перегноя. Костру нужно использовать с другими более влагоемкими материалами, так как она имеет относительно низкую поглотительную способность. В редких случаях ее используют и отдельно. Основной недостаток костры заключается в том, что она сильно пылит.

На подстилку для молодняка крупного рогатого скота старшего возраста можно использовать и сухую крошку топливного торфа фрезерной заготовки, но только в смеси с соломенной резкой. Учитывая, что ее поглотительная способность в 2–3 раза меньше, чем у мохового подстилочного торфа, дозу ее следует соответственно увеличивать. Для дойных коров использование такого торфа в качестве подстилки недопустимо, так как это приводит к избыточному загрязнению молока.

На содержание питательных элементов в навозе большое влияние оказывает количество расходуемой подстилки. Нормы ее должны быть дифференцированы в зависимости от вида животных и способа их содержания. Нормы внесения подстилочных материалов для различных видов и групп животных представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Нормы расхода подстилочных материалов

Животные	Солома злаковых культур	Верховой слаборазложившийся торф	Сухая торфокрошка	Опилки, стружка
Купный рогатый скот (при стойловом содержании)	4–6	3–4	10–20	3–6
Лошади	3–5	2–3	8–10	2–4
Овцы и козы	0,5–1	–	–	–
Свиноматки с поросятами	5–6	3–4	–	–
Откормочные свиньи	1,0–1,5	0,5–1,0	2–3	1,5–2,0
Отъемочные поросята	0,5–1,0	0,5–1,0	–	1,0–1,5

Наиболее ценными качествами подстилочного материала обладает сфагновый торф влажностью 45–50 %, степенью разложения 10–12 % и зольностью 6–7 %. При его применении концентрация аммиака в воздухе помещений снижается в 2–2,5 раза, относительная влажность воздуха на 7–8 %, количество микроорганизмов в 2–3 раза.

Использование фрезерного торфа влажностью более 50 %, с большой зольностью, высокой степенью разложения с большим количеством торфяной пыли дает отрицательные результаты. Такой торф в общей массе содержит около 60 % мелких фракций размером частиц менее 3 мм (по ГОСТ их должно быть не менее 5 % для подстилки I категории и 15 % для II категории). Использование подстилки, не соответствующей ГОСТ, ведет к повышению содержания вредных примесей (пыли) в воздухе помещений, к загрязнению кожного покрова животных и молодняка.

Если ставится задача получить навоз заданной влажности  $W_H = 78 \%$ , то необходимое количество подстилки  $q_{\Pi}$  можно определить следующим образом. От одной коровы в сутки получаем  $q_3 = 55$  кг экскрементов с относительной влажностью  $W_3 = 88 \%$  при использовании в виде подстилки соломы влажностью  $W_c = 11 \%$ , тогда:

$$q_{\Pi} = \frac{q_3(W_3 - W_{\Pi})}{W_H - W_{\Pi}} = \frac{55(88 - 78)}{78 - 11} = 8,2 \text{ кг.}$$

Следовательно, необходимо в хозяйстве иметь 8,2 кг подстилки на одну корову в сутки.

В большинстве случаев требуется определить количество воды  $q_B$ , которое было израсходовано при сливе навоза заданной влажностью  $W_H$ . Тогда по формуле:

$$q_B = \frac{W_H(q_3 + q_{\Pi}) - (q_3W_3 + q_{\Pi}W_{\Pi})}{100 - W_{\Pi}}.$$

Допустим, необходимо получить навоз влажностью  $W_H = 90 \%$ :

$$q_B = \frac{90(55 + 8,2) - (55 \cdot 88 + 8,2 \cdot 11)}{100 - 90} = 51,9 \text{ кг.}$$

Следовательно, чтобы убрать навоз и его влажность не превышала 90 %, необходимо израсходовать 51,9 кг воды на 1 корову в сутки.

В некоторых хозяйствах не имеется достаточного количества подстилочного материала, его можно производить из навоза, который скапливается на ферме, при помощи фильтрационно-сушильной установки. Она состоит из шнекового сепаратора и барабана для подсушки. Установка производит подстилочный материал в два этапа:

– первый этап заключается в сепарации крупных твердых включений в шнековом сепараторе. Твердые включения – это, прежде всего непереваренные остатки корма, такие как кукурузный силос или солома. Сепаратор отжимает твердые включения и снижает влажность до минимума. Полученная твердая фракция постоянно подается в сушильный барабан шнековым транспортером;

– второй этап процесса происходит в изолированном сушильном барабане. Твердая фракция высушивается благодаря интенсивному аэробному процессу. Такая обработка гарантирует выход однородного продукта, получаемого в ходе контролируемого процесса. Благодаря такому воздействию снижается содержание возбудителей мастита в твердой фракции по сравнению с обычным методом сепарирования. Весь процесс работы контролируется датчиком температуры.

### **Удаление навоза из животноводческих помещений. Очистка стойл и мест дефекации животных**

Очистка от навоза стойл и других мест пребывания животных, как на фермах КРС, так и на свиноводческих комплексах является самой трудоемкой операцией. Она требует значительных затрат ручного труда.

Загрязненность стойл и боксов и затраты рабочего времени на их очистку зависят от варианта типового проекта, рациональности планировки помещения и оборудования для удаления навоза. Привязное и боковое содержание скота предусматривает нахождение животных в боковых и продольных перемещениях. При этом экскременты животных в основном попадают в навозный лоток транспортера или через решетчатые ложе в навозный канал, что позволяет снизить затраты времени на очистку стойл.

Затраты времени на очистку станков зависят от его площади, степени загрязненности и применения орудия труда. При использовании скребков шириной 0,3...0,5 м на очистку затрачивается наи-

меньшее время. Очищать станки водой нецелесообразно, так как значительно увеличивается общий выход навоза.

Для снижения ручного труда очистки станков необходимо за 1...2 дня смочить рога животных, чтобы они разрыхлили слой, который впоследствии будет удален вручную – скребком.

### **Удаление навоза из производственных помещений**

Выбор средств для удаления навоза с ферм и комплексов обусловлен способом и условиями содержания животных. Это наиболее характерно для МТФ. Способы содержания: привязное и боксовое (беспривязное), при выращивании ремонтного молодняка – привязное или боксовое; при выращивании, доращивании и откорме – привязное или групповое в станках или секциях.

Каждый из перечисленных способов может быть бесподстилочным или с применением подстилки. На крупных комплексах предпочтительно беспривязное содержание с небольшой подстилкой в боксах. Технологический процесс удаления навоза из помещений состоит из следующих операций: очистка стойл, боксов; подача навоза вдоль каналов; транспортировка навоза к навозонакопителям или транспортным средствам.

При выборе технологических средств для удаления и обработки навоза и последующего его рационального использования с учетом требований охраны окружающей среды большую роль играет правильное определение количества, физико-механических свойств экскрементов животных, содержащихся на промышленных комплексах.

Уборка навоза механическими стационарными средствами позволяет хозяйствам получить жидкий навоз в минимальном объеме, при относительно небольших затратах на хранение, обработку и транспортирование. Полужидкий навоз можно полностью использовать как органическое удобрение.

В хозяйствах республики около 3 тысяч ферм привязного содержания, на которых используют в основном механические средства удаления навоза: скребковые цепные транспортеры кругового движения ТСН – 3,0 Б и ТСН – 160 А.

Однако использование транспортеров имеет ряд существенных недостатков: их большая металлоемкость, ненадежность в работе (частые поломки, трудность проведения ремонтно-технических работ), низкая коррозионная устойчивость, высокие эксплуатационные расходы.

В настоящее время в хозяйствах идет реконструкция старых и постройка новых молочных ферм с беспривязным содержанием животных и доением в доильных залах. В тех хозяйствах, где имеется достаточное количество подстилочного материала (опилок, соломы, торфа, тресты) и соответствующей техники для обработки и уборки накопившегося навоза содержание животных на подстилке может быть экономически целесообразным с точки зрения обеспечения охраны окружающей среды от загрязнения.

Уборка подстилочного навоза из зданий для содержания животных на периодически сменяемой подстилке должна осуществляться бульдозером на площадку для погрузки навоза. На площадках навоз погрузчиком грузится в мобильный транспорт и вывозится в навозохранилище или площадку для компостирования навоза.

На фермах при беспривязном содержании крупного рогатого скота и если здание имеет длину не более 80 м, уборку навоза из навозного канала, расположенного между кормушкой и боксами для отдыха животных, осуществляют с помощью скреперных установок различной конструкции (качающийся скрепер, скрепер с регулируемой шириной захвата; дельта-скрепер; комбинированный скрепер).

Привод скрепера может осуществляться лебедкой с тросом и гидравлическим приводом.

На новых фермах, где одно здание рассчитано на 375...400 коров и длина более метров, рационально убирать навоз с помощью бульдозера.

Способ удаления навоза из животноводческих помещений должен учитывать конструктивные особенности технологических схем удаления, транспортирования, переработки, обезвреживания и использования навоза в каждом отдельном случае, учитывая конкретные природно-климатические условия строительства животноводческих помещений и сооружений по переработке навоза.

На любом животноводческом комплексе или ферме должна быть предусмотрена отдельная очистка животноводческих и хозяйственно-бытовых стоков.

Навозосодержащие стоки из доильного зала по системе каналов поступают в навозосборник, из которого специальными насосами для откачки навозных стоков подаются в навозохранилища. При возникновении эпизоотии навозохранилище с инфекционным навозом отключается от схемы для обеззараживания химическим методом по заключению ветслужбы.

## **Транспортирование навоза от животноводческих зданий к местам переработки и использования**

Транспортировать твердый навоз (подстилочный) большой проблемы не составляет, погрузчиками по назначению загружают транспортные средства, которые доставляют в навозохранилище, на площадки компостирования или в поле.

Жидкие стоки, которые по объему превышают в 9...10 раз выход экскрементов, представляют определенную трудность.

В зависимости от планировки комплекса и рельефа местности навозоприемник и насосная станция могут располагаться в средней или конечной части комплексов.

Емкость навозоприемника определяют из расчета сбора и хранения навоза и стоков за время, необходимое для ремонта и замены насосов в насосной станции, не менее 50 м<sup>3</sup>.

Емкость навозосборника определяют из расчета вместимости жидкой фракции навоза, удаляемой из каналов здания в один прием.

В целях лучшего перемешивания навозной массы при помощи гидравлических, механических, пневматических гомогенизаторов целесообразно, чтобы навозоприемник был цилиндрической формы с глубиной до 3,5 м.

Насосная станция должна обеспечивать работу в 2-х режимах:

- гомогенизировать навоз в навозосборнике;
- забирать навозную массу в навозосборник и транспортировать ее в цех утилизации или навозохранилище.

### **Выход навоза на фермах и комплексах**

В зависимости от содержания воды различают твердый навоз (с влажностью 70–80 %), полужидкий бесподстилочный (менее 92 %), жидкий (более 93 %) и навозные стоки (более 93–97 %). Выход навоза в зависимости от вида и возраста животных, способов содержания и рациона кормления различен. Ориентировочно применяются следующие показатели: среднесуточный выход экспериментов составляет у крупного рогатого скота 8–10 %, у свиней 5–8 % от живой массы.

Суточный выход навоза колеблется в широких пределах, так как он зависит от системы и способов содержания, от вида половозрастной группы животных, от состава корма в рационе и способов кормления, от степени концентрации поголовья и объема производства.

Ориентировочное значение количества навоза  $Q_{сут.}$ , кг, которое может быть получено от одного животного за сутки, определяется по формуле:

$$Q_{сут.} = 4 \left[ \frac{\sum K_{с.в.}}{2} + P_{с.в.} \right], \text{ кг/сут.}$$

где  $K_{с.в.}$  – количество сухого вещества в рационе, кг;

$P_{с.в.}$  – сухое вещество подстилки, кг;

4 – коэффициент, учитывающий влажность навоза.

Значение этих показателей можно подобрать, используя табл. 2.3, 2.5.

Таблица 2.3

Среднее значение суточного выхода экскрементов от одного животного

Группы животных	Количество экскрементов, кг/сут.	Влажность, %
Коровы	55	88
Телята до 4 мес.	7,5	86
Молодняк КРС на откорме:		
– 4...6 мес.	14	86
– 6...12 мес.	26	86
Нетели и молодняк 12...18 мес.	27	86
Откорм старше 18 мес.	35	86
Хряки	11,1	89,4
Свиноматки:		
– супоросные	10	91
– с поросятами	15,3	90,1
Поросята-отъемыши до 30 кг	2,4	86
Свиньи на откорме с массой до 40 кг:	3,5	86,6
– 40...80 кг	5,1	87
– более 80 кг	6,6	87,5

Примерный суточный выход навоза определяется по формуле:

$$Q_{сут.} = \sum_{t=1}^{\pi} m(g_{\ominus} + g_n + g_{BT} + g_{BH} + g_K),$$

где  $m$  – количество животных определенной группы;

$n$  – количество групп животных на данной ферме;  
 $g_3$  – масса экскрементов от одного животного в сутки, кг;  
 $g_n$  – суточная норма подстилки на 1 животное в сутки, кг;  
 $g_{вт}$  – масса воды, расходуемая на технологические нужды (мойка оборудования, помещений, животных и т. д.) на 1 животное, кг;  
 $g_{вн}$  – масса воды, расходуемая на удаление навоза на 1 животное, кг;  
 $g_k$  – масса остатков корма и посторонних предметов в сутки на 1 животное.

Нормы расхода воды на удаление экскрементов из помещений комплексов и ферм представлены в табл. 2.4.

При уборке помещения и промывке продольных каналов, после завершения цикла производства, расход технической воды следует принимать 0,1–0,3 м<sup>3</sup>/прогонный метр канала в зависимости от его ширины.

Коэффициент суточной непрерывности расхода воды на комплексе следует принимать 1,25.

Таблица 2.4

Нормы расхода воды на удаление экскрементов животных из производственных помещений

Системы удаления навоза из животноводческих помещений	Нормы расхода на одно животное, л/сут.		
	Свиньи	Крупный рогатый скот	
	Групповое содержание	На фермах откорма и нетелей	На фермах молочного направления
Самотечная система непрерывного действия (расход воды при пуске)	1,5	8–9	15–16
Самотечная система периодического действия	5,8	15–17	30–32
Смывная система:			
– баки, насадки	*	30–50	40–60
– гидросмывные установки	15	–	–

Примечание. Расход воды дан без учета поступления ее в каналы от подтекания поилок, мытья полов и др.

\* Расход воды при смывной системе и индивидуальном содержании свиней 20–25 л/голову в сутки.

Таблица 2.5

Суточный выход экскрементов по возрастным группам птиц различного вида и возраста на голову, (г)

Виды птицы	Взрослое поголовье	Возрастные группы молодняка (в днях)												
		1-30	31-61	61-150	1-63	64-140	141-180	1-56	1-119	120-210	120-240	57-112	112-161	64-240
		Суточный выход помета, г на голову												
Куры мясного направления; родительское стадо	189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Промышлен- ное стадо	175	24	97	176										
Мясные куры	276-300	-	-	-	158**	-Р	-	135*	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	140	184	288	-	-	-	-	-	-	-
Индейки	450	-	-	-	-	-	-	175	-	-	-	364	420	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Р	Р	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	378	450	480	-	-	-
Утки	432	-	-	-	-	-	-	382	-	-	-	-	-	-
Гуси	594	330	480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	495

Примечание: Р – ремонтные;

\* – при содержании в клетках; \*\* – при содержании на полу.

Относительная влажность поступившего с комплекса навоза:

$$W_n = W_3 - 0,01P_n(W_3 - W_n) + 0,01P_6(100 - W_3), \%$$

где  $W_3, W_n$  – влажность экскрементов и подстилки, %;

$P_n, P_6$  – содержание в навозе соответственно подстилки и воды, %.

Содержание абсолютно сухого вещества (а. с. в.) в навозе:

$$P_{a.c.v.} = \frac{Q_{\text{сум}}(100 - W_n) \cdot \rho}{100}, \text{ кг/сут.}$$

где  $\rho$  – коэффициент объемной массы навоза.

В среднем навоз содержит до 15 % неорганических веществ. Тогда количество органических веществ в массе навоза будет:

$$P_{a.v.} = 0,85 P_{a.c.v.}, \text{ кг.}$$

Для ориентировочных расчетов необходимого количества земельных угодий нужно знать удобрительную ценность навоза, т. е. количество питательных веществ в нем (табл. 2.6).

Количество основных питательных элементов в навозе на примере азота определяется:

$$P_{\text{Общ}} = \frac{P_{a.c.v.} \cdot K}{100}, \text{ кг.}$$

где  $K$  – содержание питательного элемента в сухом веществе навоза, %.

В случае длительного хранения навоза (более 6 мес.) при расчетах массы РНК следует учитывать потери: в жидкой фракции до 20 %, в твердой – до 30 %.

Таблица 2.6

Содержание питательных элементов в сухом веществе навоза, %

Навоз	Общий азот ( $N_{\text{общ}}$ )	Фосфор ( $P_2O_5$ )	Калий ( $K_2O$ )
Свиной	5,0	2,1	2,5
Крупного рогатого скота	3,2	2,0	3,1
Куриный помет	6,2	3,5	2,1

## Исследование процесса разделения навоза на фракции

Навоз представляет собой дисперсионную среду, которая с течением времени разделяется на твердую и жидкую фракции.

Свойство навоза расслаиваться с течением времени на твердую и жидкую фракции вызывает необходимость подготовки его к внесению. Подготовка к внесению заключается в перемешивании навоза до однородного состояния.

При проведении исследований ставилась цель определить, через какие промежутки времени необходимо производить подготовку (перемешивание) жидкого навоза в (навозохранилищах) в зависимости от его вида и влажности.

Для проведения исследований были взяты 10 стеклянных сосудов высотой 1 м с нанесенной на них шкалой, в 5 из которых залили навоз КРС влажностью соответственно 90, 92, 94, 96, 98 %, а в 5 других – свиной навоз такой же влажности.

Через определенные промежутки времени в этих сосудах измерялась величина осадка и определялась зависимость

$$f(t) = \frac{h_{oc}}{h_n}, \text{ мм.}$$

где  $h_{oc}$  – высота осадка в сосуде, мм;

$h_n$  – высота навоза в сосуде, мм;

$t$  – время проведения исследований, мин.

По результатам исследований построены графики (рис. 2.2–2.3).

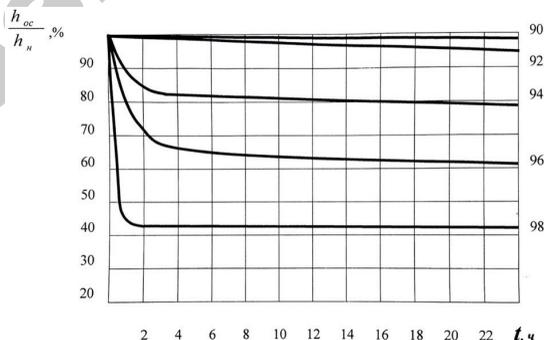


Рис. 2.2. – Интенсивность расслаивания навоза КРС

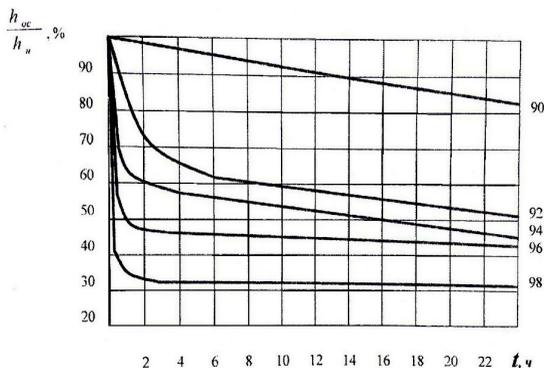


Рис. 2.3. – Интенсивность расслоения свиного навоза

Во время хранения как плотного, так и жидкого навоза происходят сложные био-физико-химические процессы, вызывающие изменение их состава по высоте штабеля и по глубине хранилища. Интенсивность этих процессов зависит от вида навоза, его состояния, условий хранения, температуры окружающей среды, срока хранения, погодных условий и т. п.

Навоз в процессе хранения разделяется на три слоя. Верхний слой представляет собой рыхлую массу из подстилки, остатков корма и волокнистой части твердых выделений животных. Влажность верхнего слоя навоза КРС колеблется от 78 до 84 %, свиного от 80 до 87 %. Толщина верхнего слоя изменяется в широких пределах, зависит от вида корма, количества подстилки и может достигать до 4 % по высоте.

Нижний слой включает остатки корма, песок, ил, образуемый тяжелыми частицами твердых выделений животных. Замечено, что свиной навоз склонен образовывать очень плотный осадочный слой. Толщина нижнего слоя колеблется в широких пределах и может достигать до 5 %. Влажность нижнего слоя навоза КРС колеблется от 84 до 88 %, а свиного навоза – от 86 до 92 %.

Как верхний, так и нижний слои бедны аммиачным азотом. Между верхним и нижним слоями находится более однородный средний слой, наиболее богатый растворимыми питательными веществами, почти не содержащий твердых и волокнистых включений. Влажность среднего слоя навоза КРС колеблется от 88 до 95 %, а свиного от 93 до 97 %.

Наиболее интенсивно процесс разделения протекает в первые 10 дней хранения. С увеличением срока хранения, по мере разло-

жения навоза происходит некоторое изменение в толщине слоя. Нижний и верхний слои несколько уменьшаются, а средний увеличивается. Наиболее быстро процесс расслоения протекает в более жидком навозе и навозе с добавлением подстилки. У такого навоза имеются более резкие переходные зоны между слоями. По агротехническим требованиям разность влажности жидкого навоза при вывозке по высоте резервуара не должна превышать 2–3 %. Установлено, что после 1,5–2 часов (для навоза с подстилкой) и после 2–3 часов (для навоза без подстилки) разница влажности между слоями превышает норму агротехнических требований. Следовательно, в период использования жидкий навоз необходимо перемешивать через указанные промежутки времени.

На рис. 2.4 – изменения влажности навоза КРС по глубине хранилища, которые подтверждают описанные выше процессы, происходящие в навозе при его хранении.

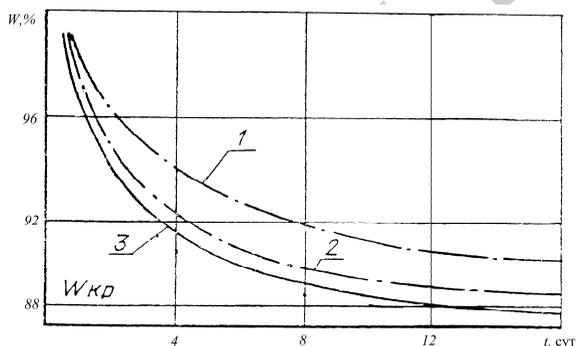


Рис. 2.4. – Изменение влажности навоза КРС по глубине залегания в хранилище при различных сроках хранения:  
1–25 см; 2–50 см; 3–100 см

При хранении жидкого навоза в открытых хранилищах в зимнее время в нем замедляются процессы распада органического вещества, а на поверхности образуется ледяная корка. Всплывающий верхний слой уменьшает толщину промерзания. В условиях республики в открытых хранилищах жидкий навоз промерзает на глубину 12–26 см.

Для уменьшения интенсивности образования льда и улучшения работы насоса УТН-10 систему подачи навоза лучше располагать так, чтобы свежий навоз подавался в навозохранилище снизу.

### Глава 3

## ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАСОРЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ СЕМЕНАМИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАСОРЕННОСТИ

Для успешной борьбы с семенами сорных растений в компостах необходимо соблюдать повсеместно технологию их приготовления, соотношение компостов; экскрементов животных, торфа, соломы, костры, опилок. Несоблюдение этих соотношений снижает эффективность биотермических факторов подавления жизнеспособности семян сорняков на стадии приготовления и хранения органических удобрений.

В системе мер по снижению жизнеспособности семян сорняков в органических удобрениях должны применяться гербициды, создаваться определенная концентрация минеральных элементов, губительно действующая на их жизнеспособность.

С этой целью предлагается комплекс мероприятий, осуществление которых позволит значительно снизить засоренность семенами сорняков органических удобрений, заготавливаемых в Беларуси.

Рассмотрим основные источники засорения органических удобрений семенами сорных растений.

Для успешной борьбы с сорняками необходима система мероприятий, в задачу которой входят: уничтожение сорняков, очистка почвы и навоза от семян сорняков, их корневищ и корней, предотвращение нового заноса сорняков на поля.

Основные источники засорения полей семенами сорных растений приведены в табл. 3.1–3.2.

При внесении 40 т/га свежего навоза в почву может поступать: с коровьим – 26400000; со свиным – 17400000 семян сорных растений.

Для исключения или уменьшения попадания семян сорных растений в навоз через подстилку для скота запрещается использовать для этих целей сильно засоренную солому, а также скашивание трав сорняков со зрелыми семенами.

В 1 кг соломы может содержаться 691 шт. семян сорняков.

Нежелательно использовать для приготовления силоса сорные растения со зрелыми семенами, так как применяемый в настоящее время холодный способ силосования (при котором температура

брожения не поднимается выше 22–24 °С и достигается меньшая потеря питательных веществ) способность к прорастанию многих сорных семян не уничтожает. Они могут попадать в навоз и вывозиться с ним на поля.

Основные источники засорения полей семенами сорных растений приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Запас потенциально жизнеспособных семян сорных растений, выявленных в основных источниках засорения

Сорные растения	Торф из мест заготовки			Сенаж			Экскременты КРС		
	всего, шт./кг	из них жизнеспособных, шт./кг	всего жизнеспособных, шт./кг	всего, шт./кг	из них жизнеспособных, шт./кг	всего жизнеспособных, шт./кг	всего, шт./кг	из них жизнеспособных, шт./кг	всего жизнеспособных, %
Марь белая	82,3	69,0	75,8	5868,0	4945,3	85,1	37,6	18,3	22,4
Ромашка непахучая	0,0	0,0	0,0	121,2	18,3	0,3	0,7	0,3	0,4
Горец шероховатый	4,7	0,0	0,0	80,8	25,2	0,4	1,7	0,4	0,5
Звездчатка средняя	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	0,1	47,7	39,3	48,1
Щавель малый	1,0	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	2,9	1,7	2,1
Фиалки	0,3	0,3	0,3	18,0	16,7	0,3	0,4	0,3	0,4
Куриное просо	0,0	0,0	0,0	171,0	151,3	2,6	10,0	4,1	5,0
Прочие злаковые	0,3	0,3	0,3	6805,5	582,0	10,0	22,7	8,1	9,9
Прочие	32,7	21,1	23,3	92,0	69,9	1,2	18,6	9,2	11,2
<b>Всего</b>	<b>121,3</b>	<b>91,0</b>	<b>100,0</b>	<b>13358</b>	<b>5810,0</b>	<b>100,0</b>	<b>142,3</b>	<b>81,7</b>	<b>100,0</b>

Значительное количество семян сорных растений может заноситься в торф с обочин канав, мелиоративной сети торфоплощадок.

Семена сорняков в навоз и компосты могут попасть путем повторного засорения от осыпавшихся семян созревших растений, произрастающих на поверхности буртов.

Таблица 3.2

Запас потенциально жизнеспособных семян сорных растений, выявленных в основных компонентах компостов

Сорные растения	*Торф			Солома			Полужидкий навоз		
	всего, шт./кг	из них жизнеспособных, т./кг	всего жизнеспособных, шт./кг	всего, шт./кг	из них жизнеспособных, шт./кг	всего жизнеспособных, шт./кг	всего, шт./кг	из них жизнеспособных, шт./кг	всего жизнеспособных, %
Марь белая	21,7	5,0	73,5	88,4	77,8	11,3	37,0	14,6	36,9
Ромашка непахучая	0,0	0,0	0,0	744,0	500,4	72,4	2,2	1,0	2,5
Горец щероховатый	1,0	0,0	0,0	3,8	1,2	0,2	2,6	1,0	2,5
Звездчатка средняя	0,2	0,2	2,9	6,0	4,0	0,6	8,4	4,4	11,1
Щавель малый	1,7	0,0	0,0	3,8	2,8	0,4	0,4	0,0	0,0
Фиалки	0,0	0,0	0,0	3,8	2,2	0,3	0,6	0,6	1,5
Куриное просо	0,0	0,0	0,0	2,0	1,4	0,2	3,0	1,8	4,5
Прочие злаковые	1,2	0,7	10,3	284,0	93,6	13,5	26,8	10,2	25,8
Прочие	7,0	0,9	13,3	29,0	7,8	1,1	13,0	6,0	15,2
<b>Всего</b>	<b>32,8</b>	<b>6,8</b>	<b>100,0</b>	<b>1164,8</b>	<b>691,2</b>	<b>100,0</b>	<b>94,0</b>	<b>39,6</b>	<b>100,0</b>

Примечание. \*– торф низинный взят из мест хранения в буртах у фермы, солома – озимых зерновых культур, полужидкий навоз – крупного рогатого скота (КРС)

В экскрементах животных обнаруживается сорняков от 200 тыс. до 700 тыс. на 1 т в полужидком курином помете – от 20 до 80 тыс. Более повышенное содержание семян сорняков содержится в подстилочном навозе. Их количество на 1 т навоза может достигать от 5 до 7 млн штук.

Учет засоренности органических удобрений семенами сорных растений проводился по следующей методике:

- количество проб, анализируемых на содержание семян сорняков, зависит от массы партии органических удобрений, находящихся на одном месте хранения (бурт, штабель, навозохранилище, прудонакопитель);

- контрольная единица – предельно допустимое количество удобрений отдельной партии или ее части, из которой отбирают средний образец;

- проба – небольшое количество удобрений, отбираемых от партии или ее части (контрольная единица) за один прием для составления исходного образца;

- исходный образец – совокупность всех проб (выемок), отобранных от партии удобрений или ее части;

- средний образец – часть удобрений исходного образца, выделенная из него для определения отдельных показателей качества удобрений.

Проба отбирается лопатами, черпаками в 8 точках с разной глубины (верхний, средний и нижний слой бурта). Масса одной пробы должна быть не менее 0,5 кг от каждых 50 т органических удобрений. Отобранные пробы органических удобрений объединяют в исходный образец, для чего высыпают их на клеенку, разравнивают до одинаковой толщины, формируют квадрат, который затем разделяют на четыре треугольника. Из двух противоположных треугольников составляют средний образец.

Средний образец снова разравнивают и из противоположных треугольников также составляют средний образец. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не будет составлен средний образец 1 кг.

Средний образец помещается в полиэтиленовый мешочек, этикируется. В этикетке указывается номер пробы, дата и место отбора образца, вид удобрений, количество удобрений от которых отобран образец, способ и срок его хранения.

Исходный образец жидких и полужидких органических удобрений составляют из проб массой 1 кг, взятых не менее чем в 8 точках в разных местах. Пробы отбираются после тщательного перемешивания в хранилищах жидкого навоза.

Допускается отбор проб навоза и во время перекачки его из хранилищ в цистерны жижезабрасывателей прямо из шлангов. Пробы выливают в ведро, тщательно перемешивают и отбирают средний образец объемом 1 л.

Жизнеспособность семян сорных растений в разных средах их обитания имеет различия.

Семена сорных растений находятся в различных средах обитания: в почве, в навозе в компостах, в бесподстилочном навозе (жидком, полужидком и навозных стоках), в кормах, соломе, семе, силосе. Попадая через корм в желудок животных, семена сорняков находятся определенное время в этой среде обитания.

Потенциальная засоренность почвы обуславливается высокой плодovitостью сорных растений, распространением, долговечностью и жизнеспособностью семян, длительным и неодинаковым сроком их прорастания.

Мероприятия по уничтожению семян сорных растений необходимо проводить постоянно с учетом большой плодovitости семян и особенностей их произрастания.

Семена сорняков имеют различную долговечность (способность сохранять свою всхожесть): первая группа – от 3 до 5 лет, вторая группа – от 5 до 15 лет, третья группа – от 15 до 100 лет.

Окружающая среда (температура, влажность, свет) оказывают значительное влияние на прорастание семян, их жизнеспособность и долговечность.

Минимальная температура прорастания семян ранних яровых и зимующих форм 4–6 °С, поздних – 15–20 °С. При температуре выше 40 °С прорастание семян прекращается.

Бесподстилочный жидкий навоз должен выдерживаться в навозохранилищах не менее 2–3 месяцев.

Отсутствие кислорода и наличие аммиака в жидком навозе губительно действует на всхожесть многих семян сорняков (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Влияние срока хранения бесподстилочного навоза скота на всхожесть семян сорняков (данные М. Шкарды)

Виды сорняков	Срок хранения навоза, дней							
	0	5	10	20	30	40	70	100
Бодяк полевой	32	20	1	0	0	0	0	0
Одуванчик лекарственный	32	18	0	0	0	0	0	0
Редька дикая	74	74	34	19	7	4	0	0
Ромашка непахучая	30	23	22	0	3	0	0	0
Подмаренник цепкий	90	83	61	23	1	0	0	0
Ярутка полевая	79	77	24	2	0	0	0	0
Метлица полевая	85	25	1	0	0	0	0	0
Горец вьюнковый	15	9	6	1	0	0	0	0
Мышиный горошек	88	86	85	19	14	14	17	17
Щавель	65	–	–	20	22	17	7	3
Горец шероховатый	81	–	56	24	2	1	0	0
Марь белая	84	–	80	40	38	22	21	23
Пикульник	94	–	94	14	1	0	0	0

В устойчивые холодные зимы в компостах, преимущественно торфонавозных, заложенных поздней осенью, биотермические процессы не идут, штабеля компоста глубоко промерзают, вследствие чего находящиеся в них семена сорняков сохраняют свою жизнеспособность.

### **Оценка органических удобрений по содержанию в них жизнеспособных семян сорняков**

Жизнеспособные семена сорных растений содержатся во всех видах органических удобрений.

В компостах, полученных на основе торфа и бесподстильного полужидкого навоза КРС, их больше, чем в свином навозе и птичьем помете.

В свежем навозе семян сорняков больше, чем в полуперепревшем и перегное.

В жидком навозе их немного меньше, чем в подстильном.

Меньше всего сорняков в компостах, приготовленных из костры и полужидкого навоза, так как в исходном компоненте костры семян сорняков вообще нет.

Оценку степени засоренности органических удобрений жизнеспособными семенами сорняков ВНИПТИОУ рекомендует проводить по шкале (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Шкала оценки органических удобрений по содержанию в них жизнеспособных семян сорняков

Степень засоренности	Баллы	Количество семян сорняков в 1т, тыс. шт.			
		Подстильный навоз	Бесподстильный навоз		
			Полужидкий	Жидкий	Навозные стоки
Низкая	1	менее 100	менее 30	менее 20	менее 17
Средняя	2	100–300	30–100	20–60	17–50
Высокая	3	300–500	100–300	60–100	500–100
Очень высокая	4	более 500	более 300	более 100	более 100

### **Приемы снижения засоренности и подавления жизнеспособности семян сорных растений и их эффективность**

Для успешной борьбы с семенами сорняков необходимо внутри хозяйства проводить комплекс мероприятий, направленных на снижение опасности засоренности ими всех видов заготавливаемых органических удобрений.

В случае же их попадания в навоз борьба с семенами должна вестись с учетом биологических особенностей сорняков, условий их

местообитания, направления и сроков использования органических удобрений.

Проведение агрохимических и химических методов борьбы с сорной растительностью в посевах – решающие факторы в уменьшении засорения семенами кормов, зернофуража и соломы как подстилочного материала для животных.

В борьбе по снижению жизнеспособности семян сорных растений в органических удобрениях должны быть применены профилактические и истребительные меры.

Значительная часть жизнеспособных семян сорняков может быть уничтожена в процессе хранения органических удобрений в самом бурту. Наиболее эффективным при этом является горячий способ хранения. Гибель семян сорняков происходит в летний период уже при температуре 30–50 °С. При более высоких температурах гибель семян сорняков ускоряется.

Однако для создания высоких температур в буртах необходимо, чтобы навоз в своем составе имел большой вес соломы или других энергетических материалов: костры, опилок и др.

Пои норме внесения в подстилку скоту 3 кг соломы в сутки на 1 голову максимальная температура хранящегося навоза составляет 20–30 °С, при 6 кг/голову – 40 °С, при 9 кг/голову – 55 °С, при 12 кг/голову – 60 °С и выше.

При совместном компостировании полужидкого навоза, торфа и соломы оптимальное соотношение между этими компонентами – 1 : 0,3 : 0,05. Температура в буртах этих компостов достигает 38–40 °С, что губительно действует на жизнеспособность семян сорных растений.

Таким образом, регулируя количество соломы в подстилке скоту, можно создавать различные биотермические условия в хранящемся бурту.

Навоз быстрее разогревается, если его послойно укладывают в навозохранилищах или рыхло на площадках в кучи. В сухую летнюю погоду высохший навоз следует поливать водой или жижей. При значительном содержании соломы температура внутри бурта может достигать 70–72 °С.

При нахождении навоза в навозохранилище может происходить метановое брожение, в результате которого также погибают семена

сорных растений. Эта гибель объясняется наличием большого количества газов и органических веществ.

Торфонавозные компосты в условиях хозяйства готовятся при ограниченном расходе торфа на одну тонну полужидкого навоза. По установленному нормативу хозяйствам в Беларуси выделяется 300 кг торфокрошки на 1 тонну полужидкого навоза, что не обеспечивает разогревание компостов до требуемых температур.

В исследованиях БелНИИПА, в торфонавозных компостах даже при более высоком расходе торфа и в летних условиях семена сорняков погибают лишь на 30–52 %.

Значительное разогревание компостов достигается при условии добавления в них соломы – свежего энергетического материала, то есть необходимо готовить торфо-навозно-соломистые компосты при соотношении полужидкого навоза к торфу и соломе как 1 : 0,3; 0,05. Эта технология испытывалась на э/б им. Суворова Узденского района. Данные испытания приведены в таблицах 3.5–3.7 и рис. 3.1.

Таблица 3.5

Влияние различных температур на жизнеспособность семян сорняков после суточного хранения их в органическом удобрении ( $T_{30}$ ПЖН $_{68}$ C $_{ол2}$ )

Семейства сорных растений	Жизнеспособность семян, %					
		постоянная температура в компосте				
		40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
Asteraceae	90	80	52	41	12	0
Brassicaceae	96	95	77	72	43	0
Caryophyllaceae	97	88	79	70	11	5
Chenopodiaceae	97	94	91	90	22	0
Lamiaceae	95	86	75	70	18	0
Plantaginaceae	94	94	89	80	25	21
Poaceae	74	74	72	53	36	29
Polygonaceae	95	85	66	60	39	16
<b>Среднее</b>	<b>92</b>	<b>87</b>	<b>75</b>	<b>67</b>	<b>26</b>	<b>9</b>

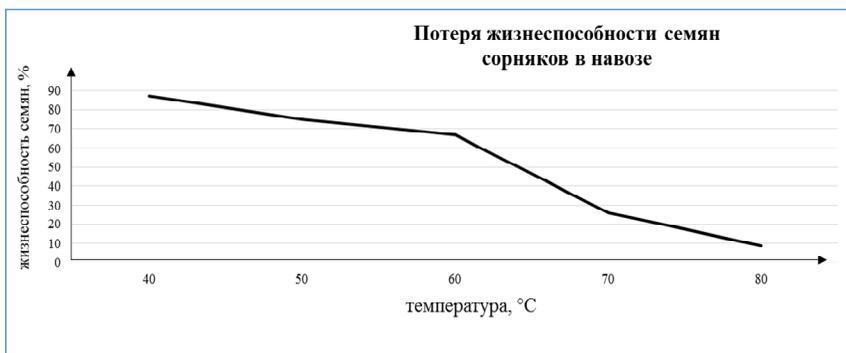


Рис. 3.1. – Потеря жизнеспособности семян сорняков в навозе

Таблица 3.6

Потеря жизнеспособности семян сорняков в торфо-навозно-костровых компостах, %

Семейства сорных растений	Вариант опыта			
	ПЖН + К – 1: 0,125	ПЖН + К – 1: 0,160	ПЖН + К + Т – 1: 0,125:0,150	ПЖН + К + Т – 1: 0,160:0,150
АМАРАНТОВЫЕ	100,0	100,0	100,0	99,9
ГВОЗДИЧНЫЕ	88,8	99,5	100,0	100,0
ГРЕЧИШНЫЕ	99,3	100,0	100,0	100,0
ГУБООЦВЕТНЫЕ	89,9	89,9	100,0	89,9
КАПУСТНЫЕ	83,0	94,1	100,0	100,0
МЯТЛИКОВЫЕ	78,0	100,0	93,3	91,6
МАРЕВЫЕ	100,0	100,0	94,4	97,0
ПОДОРОЖНИКОВЫЕ	83,4	89,0	100,0	83,7
СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ	100,0	100,0	100,0	100,0
<b>ВСЕГО</b>	<b>91,4</b>	<b>96,9</b>	<b>98,6</b>	<b>95,7</b>

Примечание. ПЖН – полужидкий навоз крупного рогатого скота, К – копра льна, Т – торф низинный

В приготовленных таким образом торфо-навозно-соломистых компостах температура повышается в летних условиях до 38–40 °С, семена сорняков за 5-месячный срок хранения погибают на 68–100 %.

С целью создания более высоких биотермических условий в бурту необходимо, как указывалось выше, добавлять солому или другой энергетический материал. Однако это не всегда осуществимо из-за недостатка соломы. Недостаток соломы может быть компенсирован льняной кострой.

Гибель семян сорных растений достигается также и при холодном способе хранения компостов. В данном случае навоз или компосты укладываются плотно в бурт. Температура внутри бурта не выше 20–30 °С. Семена сорняков теряют всхожесть через 4–5 месяцев хранения. Гибель семян сорняков достигается наличием метана, аммиака и органических кислот.

При производстве и хранении торфонавозных компостов в зимних условиях положительных температур в буртах не отмечается, почти все биотермические процессы приостанавливаются, а при суровой зиме бурты промерзают на глубину 20–50 м и более. И только с наступлением положительных температур воздуха, начинается разогревание буртов. Весной их необходимо перебуртовать, вследствие чего температура повышается, достигается гибель семян сорняков на 48–55 % после летнего срока хранения. Отмечается снижение жизнеспособности семян сорняков в компостах, приготовленных на основе полужидкого навоза, торфа и костры.

Технология приготовления компостов на основе костры льна и бесподстилочного навоза заключается в компостировании их на площадках вблизи ферм, где скот содержится бесподстилочно.

Особенно пригоден для этих целей полужидкий навоз влажностью до 92 %, получаемый на молочно-товарных фермах. Удаляемый с этих ферм навоз транспортерами типа ТСН-16А загружается в тракторные тележки и вывозится на площадку компостирования.

Для приготовления компостов можно использовать совместно с бесподстилочным навозом костру или костру и низинный торф. На одну тонну полужидкого навоза добавляется костры 125–160 кг. Или, если полужидкий навоз компостируется с кострой и торфом, то дополнительно добавляется торфа – 150 кг.

На площадку компостирования доставляется костра и торф и расстилается на площадке. На сооруженную площадку тракторными тележками подвозится полужидкий навоз. Эти компоненты пе-

ремешиваются бульдозером, а затем подбуртовываются в штабель. В последующем повторяют указанные операции. Размер бурта доводят до 200–250 т.

Компосты хранят 3–4 месяца. За этот срок они созревают, костра приобретает темный цвет, масса хорошо рассыпчата, технологична для внесения в почву серийными машинами.

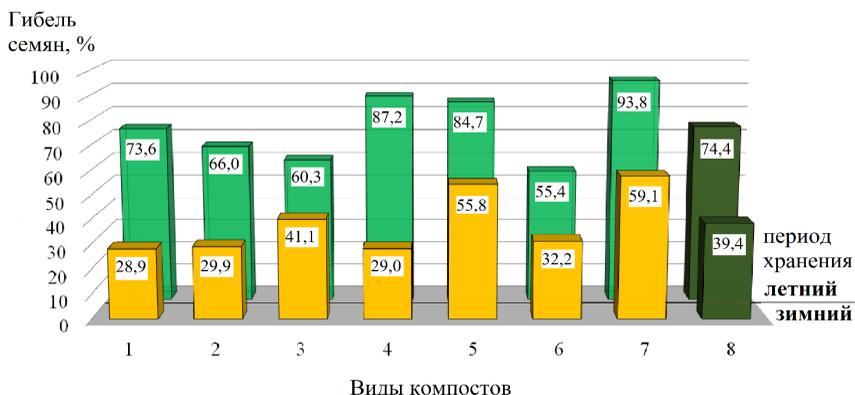
За время хранения в компостах снижается влажность и содержание аммиачного азота, увеличивается зольность и снижается жизнеспособность семян (табл. 3.7; рис. 3.2).

Таблица 3.7

Снижение жизнеспособности семян сорных растений в органических удобрениях после четырехмесячного летнего и пятимесячного зимнего их хранения

Вид органического удобрения	Органические удобрения летнего хранения			Органические удобрения зимнего хранения		
	температура, °С	влажность, %	гибель семян, %	температура, °С	влажность, %	гибель семян, %
Компост (ПЖН+Т-1:1)	22,6–28,9	65,0–76,1	73,6	–2,7–5,5	65,7–70,3	28,9
Компост (ПЖН+Т-1:0,75)	15,4–32,2	71,3–76,6	66,0	–3,0–6,0	65,5–72,6	29,9
Компост (ПЖН+Т-1:0,5)	15,2–28,1	69,1–75,6	60,3	–4,0–5,4	64,6–75,4	41,1
Компост (ПЖН+Т+С-1:0,5:0,05)	21,7–33,0	67,4–74,4	87,2	–1,2–11,2	72,7–76,0	29,0
Компост (ПЖН+Т+С-1:0,5:0,025)	20,0–31,9	60,8–79,8	84,7	–1,0–10,0	70,7–75,2	55,8
Компост (ПЖН+Т+С-1:0,3:0,025)	15,5–38,6	74,3–78,6	55,4	–2,5–6,9	71,0–80,2	32,2
Соломистый навоз КРС	26,5–32,2	72,9–76,7	93,8	3,7–16,6	77,8–84,4	59,1

Примечание. ПЖН – полужидкий навоз крупного рогатого скота (КРС), Т – торф низинный, С – солома озимой пшеницы.



Примечание: 1 – ПЖН+Т-Ы; 2 – ПЖН+Т-1:0,75; 3 – ПЖН+Т-1:0,5; 4 – ПЖН+Т+С-1:0,5:0,05; 5 – ПЖН+Т+С-1:0,5:0,025; 6 – ПЖН+Т+С-1:0,3:0,025; 7 – солоmistый навоз КРС; 8 – среднее.

ПЖН – полужидкий навоз крупного рогатого скота (КРС), Т – торф низинный, С – солома озимой пшенины.

Рис. 3.2 – Потери жизнеспособности семян сорных растений в компостах за период летнего четырехмесячного и зимнего пятимесячного хранения

Температура в компостах повышается до 44,5 °С, что приводит к значительной гибели семян сорных растений.

## Глава 4 ПОДГОТОВКА И ХРАНЕНИЕ НАВОЗА

Объем накапливаемых удобрений рассчитывается, исходя из поголовья скота, норм выхода экскрементов (табл. 2.3) и количества подстилочного материала (табл. 2.2) с учетом попадания части корма в подстилку, из выражения:

$$Q_{Г} = \frac{(q_{Э} + q_{П} + q_{К})(D_{СТ} + D_{П}\tau)m}{1000}, \text{ т.}$$

где  $q_{Э}, q_{П}, q_{К}$  – суточный выход экскрементов, суточная доза подстилки и количество корма, попадающего в подстилку;

$D_{СТ}, D_{П}$  – дни стойлового и пастбищного периода в году;

$m$  – количество скота на ферме;

$\tau$  – коэффициент, учитывающий время нахождения животных на ферме в дни пастбищного периода.

Во всех районах страны подстилочный навоз надо хранить в уплотненном состоянии, как в навозохранилищах, так и в поле. При хранении навоза в уплотненных штабелях по сравнению с другими способами теряется меньшее количество азота и органического вещества (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Средние потери органических веществ и азота при разных способах хранения навоза (данные ВИУА, срок хранения 4 месяца)

Способ хранения навоза	Навоз на соломенной подстилке (потери, %)		Навоз на торфяной подстилке (потери, %)	
	Органическое вещество	Азот	Органическое вещество	Азот
Рыхлый	32,6	31,4	40,0	25,2
Горячепрессованный	24,2	21,6	32,9	17,1
Плотный	12,2	10,7	7,0	1,0

После удаления навоза из животноводческого помещения его укладывают в прифермском хранилище или в поле в уплотненные

штабеля шириной 6...8 метров и высотой в уплотненном состоянии 2...2,5 метра.

Для сокращения размеров потерь азота штабеля навоза целесообразно покрывать слоем (10...15 см) земли или торфа. Количество торфа или земли не должно превышать 20 % от массы навоза.

При закладке навоза на хранение в зимних условиях площадка под штабеля очищается от снега и на нее укладывают слоем 20...30 см соломенную резку или торф. Сверху навоз закрывают слоем торфа или соломы.

Хранить навоз в мелких кучах не рекомендуется, т. к. при таком хранении навоз теряет удобрительную ценность, а при хранении в зимнее время за счет промерзания почвы под кучами задерживается своевременная обработка полей.

При наличии инфекционных заболеваний животных или содержания в навозе карантинных сорняков хранить и использовать навоз нужно в соответствии с указанием ветеринарной и карантинной служб. Для биотермического обеззараживания навоза можно использовать горячепрессованный способ хранения.

### Внесение навоза

Дозу внесения навоза рассчитывают в соответствии с картограммами полей, для каждого элемента  $N$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  отдельно по формуле:

$$D = \frac{B}{10 * K * C}, \text{ т/га}$$

где  $D$  – годовая доза навоза, т/га;

$B$  – вынос элемента питания растений планируемым урожаем, кг/га;

$K$  – коэффициент использования элемента питания растений удобренной культурой (принимают согласно обобщенных опытом зональных учреждений);

$C$  – содержание элемента питания растений в навозе, %.

Расчет ведется по всем основным питательным элементам. Доза внесения навоза на гектар удобряемой площади берется по элемен-

ту, которым культура обеспечивается за счет навоза. Недостающее количество питательных веществ восполняют за счет внесения минеральных удобрений.

Затраты на доставку навоза или компоста зависят от расстояния его перевозки, а оно, в свою очередь, определяется площадью сельскохозяйственных угодий, на которой возможна утилизация навоза.

$$S = 10(1 - p) \frac{AQ}{N_A}, \text{ га}$$

где  $A$  – содержание азота в навозе, %;

$Q$  – годовой выход навоза на комплексе, ферме, т;

$N_A$  – максимально допустимая нагрузка азота, кг/га;

$p$  – потери азота при хранении, долей.

Путь, который необходимо пройти транспортному средству, чтобы вывезти навоз на всю удобряемую площадь, находят из выражения:

$$L = \frac{4\delta\pi R^3 K_K K_\Phi}{3S_0 K_p}, \text{ км}$$

где  $R$  – радиус круга (если допустить, что животноводческий комплекс находится в центре круга), км;

$S_0$  – площадь участка, обрабатываемого технологической машиной за один оборот, га;

$\delta$  – коэффициент размерности ( $\delta = 100$ );

$K_K, K_\Phi, K_p$  – коэффициенты, учитывающие использование земельного массива, кривизну дорог и форму удобряемого участка (отличного от круга).

Для определения расчетов можно принять:

$$K_K = 1,5; K_\Phi = 1,2; K_p = 0,77.$$

Радиус удобряемых сельскохозяйственных угодий:

$$R = \sqrt{\frac{0.01 * S}{\pi}}, \text{ км}$$

Чтобы определить  $S_0$ , надо знать норму внесения навоза. Для этого представим площадь сельскохозяйственных угодий, необходимую для утилизации навоза, в следующем виде:

$$S = \frac{Q}{q}, \text{ га}$$

где  $q$  – норма внесения навоза, т/га.

Приравняв 3 и 4 и решая относительно  $q$ , получим:

$$q = \frac{N_A}{10(1-p)A}, \text{ т/га}$$

Тогда площадь участка, для удобрения которого навоз вывозится за одну езду:

$$S_0 = \frac{G}{q}, \text{ га}$$

где  $G$  – грузоподъемность машины для внесения удобрений, т;

Чтобы найти среднее расстояние, на которое вывозят навоз, нужно общий путь, проходимый загруженным транспортным средством, разделить на количество ездов:

$$l_{cp} = \frac{L}{2n}, \text{ км}$$

Число ездов, необходимых для вывоза годового выхода удобрений, определим по формуле:

$$n = \frac{S}{S_0}, \text{ раз}$$

## **Приготовление компостов**

Использование навоза в качестве ограниченного удобрения является одним из определяющих факторов в системе мер по повышению плодородия почвы. Органические удобрения обеспечивают накопление гумуса в почве, улучшают физико-механические свойства и водно-воздушный режим, создают условия для более эффективного использования минеральных удобрений.

Для бездефицитного баланса гумуса необходимо организовать в каждом хозяйстве полное и рациональное использование всех имеющихся ресурсов органических и других местных удобрений, расширение объема работ по приготовлению компостов с использованием торфа, известковых материалов из фосфоритной муки и других материалов.

Для успешного решения этих задач необходимо применение прогрессивных индустриально-поточных технологий и высокопроизводительных средств механизации, обеспечивающих приготовление высококачественных органических удобрений и последующее их внесение с требуемым качеством выполнения всех операций техпроцессов с минимальными затратами труда, средств и максимальным обеспечением требований охраны природы.

Разработанная на основе научно-исследовательских разработок, обобщения передового опыта, литературных источников и опыта эксплуатации средств химизации, технология применения твердых органических удобрений предусматривает комплексный подход к вопросам их приготовления с использованием как существующих, так и перспективных средств механизации.

Технология предназначена для специалистов сельского хозяйства, проектировщиков, эксплуатационников и механизаторов, решающих вопросы эффективного использования твердого навоза.

### **Агроэкологическое обоснование компостирования навоза и птичьего помета**

Отечественный и зарубежный опыт интенсивного ведения сельскохозяйственного производства показал, что с ростом применения минеральных удобрений значение органических удобрений не

только не снижается, но даже повышается. Органические удобрения оказывают на почву комплексное положительное действие, определяя ее основные физико-химические свойства; содержание гумуса питательных веществ, емкость поглощения, буферность, биологическую активность, кислотность и др. Систематическое внесение органических удобрений создает оптимальное условие для минерального питания растений.

Основными видами органических удобрений в настоящее время являются навоз и птичий помет. Однако объемы производства их, во-первых, не обеспечивают бездефицитного баланса гумуса пашни, во-вторых, из-за массового перевода животных на бесподстилочное содержание ухудшились физико-химические свойства навоза, использование которого без подготовки сопряжено с большими трудностями и потерями элементов питания растений. Основным резервом увеличения производства и улучшения качества органических удобрений является широкое использование торфа и других влагопоглощающих материалов. Однако применение их непосредственно в качестве органических удобрений из-за ряда причин (повышение кислотности, недоступность элементов питания растений и т. д.) малоэффективно.

Одним из способов, улучшающих физико-химические свойства как самого навоза, особенно бесподстилочного, так и влагопоглощающих материалов, является компостирование. Понятие «компостирование», считал И. П. Мамченков, предполагает разложение органических веществ под влиянием биологических процессов, накопления усвояемых для растений питательных веществ и предотвращения их потерь.

В результате компостирования торфа с навозом, проходящего в аэробных условиях:

- повышается доступность азота влагопоглощающих компонентов компоста, например, по данным ВИУА (Ё. М. Бодрова, О. Д. Озолина), 20 % от валового содержания азота торфа переходит в легкодоступные формы для растений;
- снижается кислотность торфа;
- благодаря высокой влагоемкости (до 180 %) и поглощательной способности торфа резко сокращаются потери навозной жижи и аммиачного азота, выделяющегося при хранении как подстилочного, так и бесподстилочного навоза;

– теряют жизнеспособность семена сорных растений, яйца гельминтов, снижается до безопасной концентрации патогенная микрофлора, содержащиеся в навозе.

По данным ЦИНАО (Н. Заикин, В. Осипов и др.), потеря азота при хранении бесподстилочного навоза в кучах в течение 2–6 месяцев составляет 1,7 кг на 1 т.

Благодаря компостированию эти потери азота практически можно ликвидировать, что дает возможность дополнительно получить с 1 кг азота 5–7 кг зерна.

Кроме того, по данным ВИУА, при несвоевременной запашке даже подстилочного полуперепревшего навоза потери азота составляют 20 %, в бесподстилочном они могут быть больше. В нем по сравнению с подстилочным относительно больше аммиачного азота.

Приготовление качественных органических удобрений на основе навоза (помета) и различных влагопоглощающих материалов основывается на микробиологических процессах, протекающих в аэробных условиях.

Компостирование навоза с различными влагопоглощающими материалами позволяет увеличить объемы производства органических удобрений, обезвредить их от жизнеспособных семян сорняков и патогенной микрофлоры, сократить до минимума наблюдающиеся в производстве огромные потери навозной жижи и аммиачного азота, а также улучшить физические свойства основного вида органических удобрений – бесподстилочного полужидкого навоза.

## **Основные требования к компостам и процессу компостирования**

Твердые органические удобрения должны удовлетворять определенным агрохимическим, физико-механическим и санитарно-гигиеническим требованиям, обеспечивающим повышение плодородия почвы, уничтожение гельминтов и всхожести семян сорной растительности, а также максимально удовлетворять требованиям охраны окружающей среды.

Влажность готового компоста должна быть в пределах 60–65 %.

Содержание органического вещества в готовых удобрениях должно быть не менее 70 % по сухому веществу.

Соотношение NPK должно соответствовать требованиям той культуры, под которую вносятся, концентрация азота должна быть не менее 2,0 % от сухого вещества.

Отношение С : Н и компоста должно быть в пределах 18–20.

Удобрения должны иметь нейтральную или слабощелочную среду рН – 7–8.

В удобрениях должны полностью отсутствовать яйца и личинки гельминтов, а также патогенная микрофлора.

Готовые удобрения должны иметь мелкокомковатую сыпучую структуру.

Приготовление твердых органических удобрений с заданными агрохимическими, физико-механическими и санитарно-гигиеническими свойствами возможно при соответствующем подборе состава компонентов с учетом их свойств. В зависимости от исходной влажности компонентов соотношение в их массе для получения компоста с оптимальной влажностью и соотношением питательных веществ представлено в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Соотношение торфа, помета и жидкого навоза для приготовления торфо-пометных (Т.П.К.) и торфонавозных (Т.Н.К.) компостов (по массе)

Влажность полученного компоста, %	Исходная влажность торфа, %	Исходная влажность помета, навоза, %			
		88	90	92	94
65	Т.П.К.				
	40	0,71:1	0,75:1	0,79:1	0,83:1
	45	0,81:1	0,86:1	0,9:1	0,97:1
	50	0,94:1	1:1	1,07:1	1,15:1
	55	0,11:1	1,2:1	1,3:1	1,43:1
	60	0,36:1	1,5:1	1,67:1	1,88:1
70	Т.Н.К.				
	40	0,53:1	0,55:1	0,58:1	0,60:1
	45	0,59:1	0,62:1	0,66:1	0,69:1
	50	0,68:1	0,77:1	0,76:1	0,81:1
	55	0,78:1	0,83:1	0,89:1	0,96:1
	60	0,98:1	1:1	0,99:1	1,19:1

Максимальная влажность смесей компонентов удобрений не должна превышать 70 % для смесей, 66 % для торфоавошных смесей и 76 % для твердой фракции навоза.

Увеличение влажности приводит к заполнению пор смеси влагой и прекращению поступления воздуха в бурты.

Содержание навоза в смеси не должно быть менее 10 % по сухому веществу смеси. При меньшей концентрации интенсивность тепловыделения не обеспечит протекание биологических процессов в термофильном режиме.

Массовая доля влаги помета должна быть не более 90 %, приготовление компостов из помета влажностью более 90% экономически неоправданно.

Содержание азота в смесях с учетом потерь при компостировании должно быть не менее 2,5 % (по сухому веществу), при этих условиях создается наиболее благоприятный режим для жизнедеятельности микрофлоры.

Соотношение питательных элементов (N PK) в смеси должно быть 1,0 : 0,8 : 0,8. Чтобы получить такое соотношение, следует применять минеральное удобрение.

Минеральное удобрение вводят в смесь для интенсификации жизнедеятельности микрофлоры, улучшения ее питательного состава. Фосфорсодержащие добавки усиливают микробиологические процессы, ускоряют гумификацию смеси и создают условия для поглощения аммиачного азота микроорганизмами.

Реакция среды pH смеси должна быть близкой к нейтральной: 6,5–7,2. Такая среда наиболее благоприятна для развития термофильной микрофлоры. Если реакция кислая, тогда необходимо проводить раскисление путем добавления известковой муки. Степень неравномерности перемешивания компонентов смеси по коэффициенту вариации влажности не должна превышать (+–) 15 %. При увеличении неравномерности перемешивания не обеспечивается требуемая интенсивность тепловыделения и увеличиваются потери азота.

### **Требования к процессу компостирования на открытых площадках**

Бурты для биологической обработки смеси компонентов компоста должны формироваться на ровной влагонепроницаемой площадке с уклонами в 1–3 % для отвода ливневых вод. Максимальная

высота при одновременном формировании всего бурта определяется влажностью смеси и относительным содержанием в ней навоза и помета.

Для более эффективного протекания аэробных процессов не допускается уплотнение буртов при их формировании и после перебуртовки.

В целях обеспечения биотермического процесса сформированный бурт из удобрильной смеси укрывают равномерным теплоизоляционным материалом толщиной 0,15...0,20 метра. Для этого используют компост, прошедший биотермическую обработку.

Для получения качественного компоста приготовленную торфопометную (торфонавозную) смесь необходимо хранить в буртах в течение 1–3 месяцев.

Для ускорения процесса созревания компоста и получения высококачественного органического удобрения необходимо выполнить 2 перебивки компоста.

Ширина бурта определяется углом естественного откоса, величина которого зависит от влажности смеси.

Бурты, заложенные на всю высоту за один прием, должны быть перемещены не менее 2-х раз с целью восстановления пористости и обеспечения условий протекания биотермических процессов во всем объеме бурта. Второе перемещение можно совместить с операцией погрузки в транспортные средства.

Экспозиция термофильной обработки смеси при установившейся температуре 53–56 °С должна быть не менее 5 суток, что обеспечивает дегельмитизацию и уничтожение всхожести семян сорных растений.

Время цикличности перемещения бурта или укладки слоев смеси при периодическом формировании бурта должно включать время, в течение которого масса разогревается до температуры 53 °С и необходимой экспозиции.

Потери азота при приготовлении и хранении удобрений не должны превышать 15 %.

Потери сухого вещества не должны превышать 15 %, конечная влажность не должна быть ниже 60 %.

Длительное хранение смеси, прошедшей биотермическую обработку, целесообразно проводить в уплотненном состоянии на площадках компостирования или в полевых буртах.

## **Механизация приготовления компостов**

Технологический процесс приготовления твердых органических удобрений включает следующие операции:

- накопление, хранение, дозируемую подачу навоза или помета на смешивание;
- складирование, хранение, подготовку и дозированную подачу торфа, минеральных удобрений и извести в цехи смешивания;
- смешивание в требуемом соотношении компонентов заданного состава и транспортировку смеси на площадку компостирования;
- укладку смеси в бурты заданных размеров, их периодическое перемешивание и правильное хранение;
- погрузку отвечающего агротехническим требованиям компоста в транспортные средства.

Приготовление компостов проводят на пунктах 3 типов: со смешиванием компонентов на площадке, в хранилище или в цехе.

### **Приготовление компостов на временно приспособленных площадках при помощи бульдозера**

Приготовление компостов на временно приспособленных площадках осуществляется в такой последовательности. На площадке, где будет формироваться бурт компостов, доставленный торф выгружают в кучи, которые затем бульдозером разравнивают так, чтобы толщина кучи составляла 25–35 см. На полученный слой завозят и выгружают необходимое количество птичьего помета, масса которого зависит от его влажности, влажности торфа и исходной влажности приготавливаемого компоста (табл. 4.3). Количество торфа рассчитывается по формуле или можно пользоваться таблицей.

После выгрузки помета в кучи его разравнивают бульдозером, одновременно перемешивая. Затем перемешанную массу перемещают бульдозером и формируют бурт компоста. После этого укладывают новый слой торфокрошки – и так до формирования полного бурта. Сформировав один бурт, переходят к приготовлению компоста для следующего. Доставку птичьего помета от птицефабрики до площадки и распределению по слою торфокрошки производят переоборудованными прицепами 2 ПТС-4 (полужидкий помет влажностью 80–90 %) или машинами МЖТ-6 и МЖТ-11 (при влажности свыше 90 %).

Таблица 4.3

Требуемое количество, тонн птичьего помета на 1 тонну торфа для приготовления торфопометных компостов

Влажность приготавливаемого компоста, %	Исходная влажность торфа, %	Исходная влажность помета, %							
		70	75	80	85	88	90	92	95
60	40	2,0	1,4	1,0	0,8	0,74	0,66	0,61	0,57
	45	1,5	1,0	0,75	0,6	0,56	0,50	0,46	0,43
	50	1,0	0,7	0,50	0,4	0,37	0,33	0,30	0,28
	55	0,5	0,3	0,25	0,2	0,19	0,17	0,16	0,14
65	40	5,0	2,5	1,67	1,25	1,12	1,00	0,94	0,84
	45	4,0	2,0	1,33	1,00	0,90	0,80	0,174	0,67
	50	3,0	1,5	1,0	0,75	0,68	0,60	0,56	0,50
	55	2,0	1,0	0,67	0,5	0,5	0,40	0,37	0,33
	60	1,0	0,5	0,33	0,25	0,22	0,20	0,19	0,17
70	40	–	6,0	3,0	2,0	1,70	1,5	1,35	1,20
	45	–	5,0	2,5	1,67	1,46	1,25	1,13	1,00
	50	–	4,0	2,0	1,33	1,18	1,0	0,92	0,80
	55	–	3,0	1,5	1,0	0,88	0,75	0,68	0,60
	60	–	2,0	1,0	0,67	0,59	0,50	0,46	0,40
	65	–	1,0	0,5	0,33	0,30	0,20	0,23	0,20
75	40	–	–	7,0	3,50	2,70	2,34	2,10	1,75
	45	–	–	6,0	3,50	2,20	2,0	1,80	1,50
	50	–	–	5,0	2,50	1,93	1,67	1,50	1,25
	55	–	–	4,0	2,00	1,73	1,34	1,20	1,00
	60	–	–	3,0	5,00	1,22	1,0	0,92	0,75
	65	–	–	2,0	1,00	0,80	0,67	0,60	0,50

На площадке необходимы следующие погрузочные средства: «Амкодор-133», погрузчик ТО-18, ПФС-1 для погрузки компостов в транспортные средства. Требуемое количество таких погрузчиков при прямоточной технологии использования компостов для птицефабрик с годовым выходом помета 20–30 тыс. т – четыре-пять;

10–20 тыс. т – два-три; до 10 тыс. – один-два. При использовании компостов по перегрузочной технологии погрузчиков потребуется в три раза меньше за счет удлинения сроков погрузки компостов.

### **Приготовление компостов из бесподстильного полужидкого навоза**

Полужидкий навоз накапливается на фермах и комплексах и удаляется транспортными системами. В общем объеме заготавливаемых удобрений полужидкий навоз составляет 50 %. Он состоит из экскрементов животных и небольшого количества остатков кормов.

Непосредственное использование такого навоза на удобрение в настоящее время сопряжено с трудностями из-за отсутствия специальных машин для внесения его в почву. Такой навоз имеет влажность до 92 %. В целях полного использования бесподстильного полужидкого навоза на его основе необходимо готовить торфо-навозные, навозно-соломистые, или торфо-навозно-соломистые компосты.

Для получения высококачественных компостов необходимо, прежде всего, соблюдать установленные соотношения между компонентами, обеспечивающие выход массы консистенции удобной для транспортировки и внесения серийными машинами, прохождения нормальных процессов компостирования. При этом в основу должны быть положены следующие принципы:

- содержание свежего энергетического материала в компостах, какими являются солома, опилки, костра, должно составлять не менее 5–10 %;

- влажность полужидкого навоза не должна превышать 90 %, а влажность смеси его с торфом, соломой и др. материалами не более 75 %, но не менее 60 %. В первом случае высокая влажность не создает аэробные условия для компостирования, во втором недостаток влаги снижает жизнедеятельность микроорганизмов;

- компосты должны быть хорошо перемешаны и хотя бы один раз за 3–4-месячный срок хранения их нужно перетряхнуть.

Несоблюдение этих принципов, а именно: сильное разбавление водой полужидкого навоза, применение только одного торфа (без соломы) не обеспечивают высокий температурный режим в зимний период в бурту (40–60 °С). С другой стороны, увеличивается расход торфа, такие компосты промерзают зимой, не происходит гибель семян сорных растений и патогенной микрофлоры.

Технология приготовления компостов из бесподстилочного навоза может быть осуществлена по следующим схемам:

– на фермах с транспортерными системами навозоудаления, имеющими наклонные ветви, выгрузка может быть в прицепы, на площадку или в полузаглубленные и капитальные большой вместимости навозохранилища. Выгруженный в прицепы навоз транспортируется на площадку компостирования и там смешивается с торфом, соломой, кострой или опилками. На одну тонну полужидкого навоза влажностью 88–90 °С необходимо применять 300–500 кг торфокрошки, 50–100 кг соломы, лучше в резаном виде. При отсутствии соломы может быть использована костра в количестве 100–125 кг на 1 тонну полужидкого навоза.

Торфонавозные компосты готовят различными способами:

– послыйный способ пригоден для любого времени года. На площадке в поле или вблизи фермы разгружают торф и бульдозером разравнивают его слоем толщиной до 50 см. Затем разбрасывают полужидкий навоз и солому. А лучше всего на фермах с транспортерными системами удаления применять небольшие суточные нормы подстилки резаной соломы, по 4–6 кг на 1 голову, и смесь полужидкого навоза с соломой доставлять ежедневно на площадку компостирования. При условии, если в стойло подается резаная солома, транспортер, не забываясь, хорошо удаляет эту смесь. Торф и навоз послыйно укладывают в штабель шириной 3–4 м и высотой 2 м. Штабель укрывают слоем торфа, соломой или пленкой.

Площадочный способ применяют в летнее время. На площадке создают торфяную подушку слоем 25–30 см, затем подвозят необходимое количество в соотношении, как и при послыйном способе, бесподстилочный навоз, который сразу же разравнивается и тяжелой дисковой бороной два-три раза дискуется.

В летний период компосты быстро пересыхают, влажность их снижается до 60 %. При такой влажности компосты необходимо поливать навозной жижей. В зависимости от степени разложения торфа, торфонавозные компосты готовы к применению через три-четыре месяца.

При выгрузке бесподстилочного навоза в полузаглубленную площадку или навозохранилище исключаются потери жидкой фракции навоза. В них непосредственно готовятся компосты по следующей технологии.

На площадку завозится ежедневно торф в количестве 1/3 объема от суточного выхода экскрементов на данной ферме. Торф выгру-

жается под наклонную ветвь транспортера. Поступивший на торфокрошку полужидкий навоз бульдозером смешивается с торфом и абортируется к стене, противоположной к выездному пандусу.

Работу по смешиванию компостов необходимо проводить ежедневно, так как при несоблюдении этого правила в полузаглубленной площадке или навозохранилище накапливается много полужидкого навоза, смешивание которого с торфом затрудняется имеющимися средствами механизации. И что, самое главное, теряются элементы питания.

По мере заполнения площадки или навозохранилища приготовленные компосты вывозят на поля и укладывают в бурты на поле на хранение. Это в том случае, если объемы навозохранилища небольшие, рассчитанные только на недолгий срок хранения.

При наличии на фермах хранилищ больших объемов, на 8–10 тыс., приготовленные компосты выдерживаются до 5–6 месяцев. За этот срок компосты успевают созреть, происходит гибель семян сорных растений. На фермах, где имеются такие навозохранилища, целесообразнее устанавливать для транспортирования полужидкого навоза насосы УТН-10 с нижней его подачей, что исключает промерзание полужидкого навоза зимой, создаются хорошие зоогигиенические условия.

При недостатке торфа в хозяйствах полужидкий навоз может использоваться по второй технологии: разделение его на твердую и жидкую фракции. Жидкая фракция вносится мобильным транспортом на поля, а из твердой готовят компосты.

Для приготовления компоста и погрузки их в транспортно-технологические машины на площадке необходимо иметь бульдозер «Амкодор-133» или ТО-18 или ПФС-1.

### **Приготовление компостов при смешивании компонентов на площадке**

Приготовление компостов на таких пунктах осуществляется в периоды с температурой наружного воздуха не ниже минус 5 °С.

Пункты со смешиванием компонентов на площадках целесообразно располагать у фермы или вблизи массива удобряемых полей с подачей навоза трубопроводным или мобильным транспортом.

Торф на площадках следует, как правило, укладывать в бурты треугольного сечения высотой от 2 до 6 м в зависимости от приме-

няемой техники. Такие бурты меньше подвержены влиянию внешних условий.

Накопители навоза должны обеспечивать полную выгрузку навоза или помета имеющимися на производстве техническими средствами, для чего днище должно иметь твердое покрытие и пандус для съезда техники; ширина накопителя должна быть не менее 12 м, а глубина не менее 4 м; количество на пункте должно быть не менее двух.

Минеральные удобрения как компоненты смеси при смешивании на площадках, как правило, должны завозиться с центральных складов. Получение смесей компонентов в зависимости от применяемого оборудования может производиться разными методами:

- путем смешивания компонентов на грани бурта торфа после нанесения полужидкого навоза и минеральных удобрений на всю ее ширину (рис. 4.1);
- на площадке после нанесения полужидкого навоза на слой торфа;
- путем послойного распределения в виде полосы с последующим подбором, перемешивание и укладывание смеси в буртах.

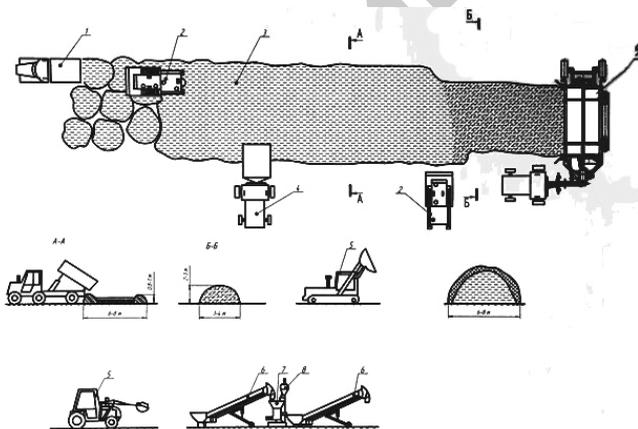


Рис. 4.1. – Технологическая схема компостирования навоза:

- 1 – автомобиль; 2 – бульдозер; 3 – транспортное средство для подвозки навоза; 4 – ТО-18; 5 – погрузчик; 6 – транспортер; 7 – измельчитель; 8 – дозатор; 9 – аэратор

Технологические операции приготовления компостов со смешиванием компонентов на площадке были проведены возле молочно-товарной фермы на 400 голов экспериментальной базы им. Суворова Узденского района. Для приготовления компостов был выбран

участок, исключая затопление поверхностными и грунтовыми водами. На выровненную площадку доставили торф и выгрузили на кучу, которую затем бульдозером разровняли так, чтобы толщина слоя торфа составляла 0,25...0,3 м. На подготовленный и выровненный слой торфа завезено необходимое количество навоза. Соотношение навоза и торфа от их исходной влажности таково: навоз выгружали на торфяную подушку в куче в шахматном порядке, после чего разровняли бульдозером и смешали с торфом. Подготовленную однородную массу торфа и навоза погрузчиком ТО-18 формировали в компостные бурты. Навоз из навозохранилища загружался погрузчиком ТО-18 в металлические прицепы, агрегируемые с тракторным классом 1.4.

При влажности свыше 90 % навоз можно перевозить как в прицепах, так и в машинах для внесения жидких органических удобрений МЖТ. В этом случае толщину слоя торфяной подушки доводят до 0,5...0,7 м, через 5...6 м длины торфяной площадки делают перемычки из торфа, образуя своеобразное корыто, куда и заливают жидкий навоз. Отсеки заполняют последовательно, начиная с торца бурта. По мере поглощения жидкого навоза торфом каждую ячейку засыпают торфом с помощью бульдозера, а затем смесь перемешивают. Из увлажненной торфяной массы ТО-18 формируют промежуточный штабель. Чем выше исходная влажность навоза и торфа, тем больше требуется торфа в приготовлении компостов.

Активная жизнедеятельность аэробных микроорганизмов требует наличия определенного количества кислорода, оптимальная концентрация которого в объеме компостной смеси находится в пределах 5...15 %. Недостаток кислорода ведет к затуханию ферментации, охлаждению штабеля и неполной стабилизации. Гранулометрический состав смеси оказывает определяющее влияние на содержание в ней кислорода и последующее ее аэрирование. Размер частиц в компостируемом материале должен обеспечить достаточный годовой объем пор от 30 % до 50 %. С другой стороны, для эффективного протекания процесса материал должен иметь максимально возможную поверхность.

В начальный период в процессе компостирования участвуют мезофильные аэробные микроорганизмы, оптимальная температура для которых находится в пределах 20...30 °С. С ростом температуры в действие вступают термофильные аэробные микроорганизмы, которые при соблюдении оптимальных условий их жизнедеятель-

ности и активного роста поднимают температуру компостной смеси до 65 °С. При такой температуре семена сорных растений теряют схожесть, происходит полная очистка компостной смеси от патогенной микрофлоры. Как правило, большая часть штабеля при соблюдении оптимальных условий достигает температуры 55 °С за 2...4 суток. Эта температура находится в центре штабеля, так называемом ядре, вокруг него температура снижается за счет потери тепла в окружающую среду. Для полного уничтожения патогенной микрофлоры и семян сорных растений необходимо производить перебуртовку (обеспечение компостной массы кислородом).

Для мезофильного и термофильного режимов биотермической стабилизации требуется различное количество органических веществ, регулируемое поступление кислорода и хорошая терморегуляция.

Устройства для аэрации должны обеспечивать и подачу кислорода, и тщательное перемешивание перерабатываемого продукта с целью поддержания органического вещества во взвешенном состоянии.

С этой целью в РУП НПЦ НАН Беларуси по механизации под руководством доктора технических наук, профессора Степука Л. Я. разработан смеситель-аэратор АСК-3,5, который осуществляет распределение воздуха в массе с одновременным ее перемешиванием. (Данный смеситель-аэратор см. в главе 5).

Технологические операции при приготовлении компостов на пунктах на смешивании компонентов на площадках, агротехнические требования и рекомендуемые комплекты оборудования приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Технология, комплексы машин и основные требования к выполнению операций приготовления компостов со смешиванием компонентов на площадках

№ п/п	Наименование операции	Марка технологического средства	Требования к показателям выполнения операций
1	Прием торфа и его формирование в бурты	ТО-18	Построение включения и смерзшиеся комки более 30 мм должны отсутствовать. Форма бурта – треугольная пирамида. Высота бурта до 8 м, ширина до 20 м, длина бурта до 100 гл.

Продолжение таблицы 4.4

№ п/п	Наименование операции	Марка технологического средства	Требования к показателям Выполнения операций
2	Доставка торфа к местам смешивания	ТО-18 Самосвал прицепы	
3	Подготовка торфа к смешиванию	ТО-18  ТО-18 бульдозер	Формирование одной грани бурта торфа под углом 25–30°. Образование двух параллельных валков торфа высотой 0,8–1,0 м с расстоянием между вершинами 1,0–1,5 м. Формирование торфяной подушки толщиной слоя 0,4–0,6 м, шириной 8–10 м, длиной до 25 м, с образованием валков торфа высотой 1,0–1,5 м
4	Забор навоза из навозохранилища и подача в транспортные средства	ТО-18 Самозагрузка агрегатами МЖТ, гомогенизатор	Предварительное перемешивание навоза до однородного состояния. Попадание посторонних включений не допускается
5	Транспортирование навоза и подача на смешивание	МЖТ, прицепы	Выдерживание соотношения навоза к торфу перед смешиванием с точностью до 15 %
6	Подача минеральных удобрений или извести на смешивание	РШУ-12	Выдерживание нормы подачи удобрений с точностью до 15 %
7	Смешивание компонентов	Бульдозер, аэратор-смеситель	Степень смешивания компонентов по коэффициенту вариации влажности 15 %
8	Формирование бурта смеси	ТО-18	Форма бурта – треугольная пирамида; высота бурта в зависимости от влажности смеси от 2 до 5 м, ширина от 4 до 100 м. Расположение буртов по направлению господствующих ветров

№ п/п	Наименование операции	Марка технологического средства	Требования к показателям выполнения операций
9	Перемешивание смеси в буртах	ТО-18 аэратор	2 раза в течение срока биотермической обработки до сыпучего рыхлого состояния смеси
10	Укрытие буртов земель, соломой, готовым компостом	ТО-18 ПЭ-0,85	Толщина слоя по всей поверхности бурта 10–15 см летом и 30–40 см зимой

Приготовление торфо-пометных компостов проводилось на полигоне п. Боровляны, т. е. в населенном пункте, поэтому необходимо на расчищенную, выровненную площадку насыпать торф слоем 0,5 м. На торфяную подушку загружают куриный помет и разравнивают бульдозером, после чего ровным слоем по всей площади бурта расстилают фосфогипс из расчета 30–50 кг на одну топку куриного помета. Фосфогипс, как материал обладает свойством устранения потерь азота из помета в процессе компостирования и поглощения дурного запаха. В процессе приготовления компостов массу систематически перемешивают и подбуртовывают. Бурт формируют шириной 7–8 м и высотой 3–4 м.

При приготовлении компостов особое внимание следует обратить на соотношение помета и торфа. Если компост на 70–75 % состоит из торфа, то в нем замедляются микробиологические процессы, особенно в зимнее время, что, в конечном счете, снижает его качество и эффективность действия на растения.

В сформированных буртах под влиянием микроорганизмов протекают биологические процессы с повышением температуры до 56–60 °С, при которых яйца и личинки гельминтов погибают, а семена сорных растений теряют всхожесть.

Длительность биологического процесса летом – месяц, зимой – два месяца. Для сохранения органических веществ помета в него перед компостированием добавляют 2 %-ный суперфосфат.

## **Приготовление пометно-опилочного компоста**

Пометно-опилочный компост готовят путем тщательного перемешивания куриного помета с опилками при соблюдении санитарных правил и норм.

Для приготовления компостов используют воздушно-сухие опилки влажностью до 30 % и куриный помет влажностью не более 90 %. По физико-механическим свойствам и химическому составу пометно-опилочный компост должен соответствовать следующим требованиям.

Массовая доля влаги не более 75 %, массовая доля общего азота не менее 1,8 % на абсолютно сухое вещество, угол естественного откоса в пределах 36–43 °С. Внесение опилочно-пометного компоста может быть осуществлено только после его созревания в буртах (не менее 6 месяцев).

Как в пометно-торфяных, так и в пометно-опилочных компостах разогрев до температуры термофильного процесса происходит в течение 5–10 дней, затем сам процесс примерно столько же, около 10 дней, после чего процесс затухает. Однако за этот период многие микробы не успевают погибнуть. Для дальнейшего разогрева компост необходимо насытить кислородом, это осуществляется путем перемешивания. Созревание компоста осуществляется через 2–3 месяца летом и 5–6 месяцев зимой, в течение которых следует несколько раз производить перемешивание бурта.

Критерием готовности компостов следует считать разложение органического вещества на 20–25 % и значительное повышение содержания нитратного и аммиачного азота. В процессе компостирования объем компоста уменьшается на 1/3 и влажность его снижается на 10–50 %.

## **Приготовление компостов с заданными физико-химическими свойствами на стационарных установках**

Проблема рационального использования отходов животноводческих комплексов приобрела большое народнохозяйственное значение. Между тем надежных средств погрузки, транспортировки и внесения бесподстилочного полужидкого навоза, как наиболее распространенного, не имеется. Приготавливаемые с помощью бульдозеров и экскаваторов торфонавозные компосты чаще всего имеют

низкое качество с широким диапазоном колебания по содержанию элементов питания. В связи с этим практически невозможно дать производству рекомендации по рациональному сочетанию органических и минеральных удобрений, обеспечивающие получение высоких урожаев хорошего качества.

В РБ создана технологическая схема получения стандартизированных органо-минеральных удобрений (СОМУ), основывающихся на общетехнических, агрохимических показателях исходных компонентов (торфа, полужидкого навоза и минеральных туков), процессов их взаимодействия, а также на агротехнической целесообразности доз применения органических удобрений.

Принципиальная технологическая схема по приготовлению стандартизированных торфонавозных удобрений с заданными свойствами заключается в следующем: сепарация, дозация и аммонизация торфа, дозация фосфорных и калийных удобрений, подача торфа и минеральных удобрений в смеситель, наполнение навозосборников полужидким навозом, подача их на транспортер и с него – в навозохранилище или в транспортные средства для вывозки на поля.

Линия подготовки и подачи торфа представлена бункером-накопителем торфа, установленным в бетонированное углубление.

Бункер-накопитель в нижней части заканчивается винтовыми разбрасывателями торфа типа АТ-ДРВ, под которыми установлен ленточный конвейер для транспортирования с дозированного торфа. Впереди решетки сепаратора установлены два дозатора, минеральных, фосфорных и калийных туков, выполненных на базе прицепа-разбрасывателя удобрений, дооборудованного электроприводом. Для смешивания компонентов используются смесители СМК-126а, применяемые в промышленности строительных материалов. Линии подачи полужидкого навоза из коровника в навозосборник включают насос УТН-10, установленный в навозоприемнике коровника, и навозопровод для подачи полужидкого навоза в навозосборник цеха. Навозопровод, имеющий диаметр трубы 325 мм, заглублен в почву 1,6–2,0 м. Подача и дозирование полужидкого навоза из навозосборника в смеситель осуществляется ковшовым навозопогрузчиком ТО-18.

Для аммонизации торфа используются емкости по 25 м<sup>3</sup>, трубопровод и дозирующее устройство агрегата ПОМ-630. Подача аммиачной воды осуществляется непосредственно на торфокрошку через

распылители, установленные в смесителе. Фрезерный торф бульдозером или погрузчиком ТО-18 подается на решетку-сепаратор. Просыпаемая через решетки крошка заполняет бункер-накопитель, а из бункера-накопителя поступает на второй конвейер. Дозаторы минеральных удобрений подают туки на поток торфокрошки, поступающей в смеситель, сюда же поступают навоз и аммиачная вода.

#### Технические данные цеха и СОМУ

Тип	Стандартный
Производительность цеха, т/час	20–30
Производительность погрузчика навоза, т/ч	10–15
Влажность приготавливаемых СОМУ, %	67–76
Физическое состояние СОМУ	Не текучая масса
Влажность исходных компонентов, %	
Полужидкого навоза	85–89
торфа	5060
Расход компонентов, кг/т СОМУ при соотношении торфа и навоза	1:1;1:1,5;1:2
торфа	500 400 334
Полужидкого навоза	500 600 666
Аммиака: водного	14
безводного	3,4
Суперфосфата простого	11,5
двойного	5,5
Калийной соли	9,5
Хлористого калия	4,5

#### Содержание элементов питания в СОМУ, на сухую массу

Азота (аммиачного и нитратного)	1,0
Фосфора (подвижного)	1,0
Калия (обменного)	1,5
Кг № РК в 1 т удобрений (по физической массе)	10,5
Потребляемая мощность электродвигателей КВТ	до 70

В республике был разработан проект цеха по производству СОМУ мощностью на 100 тыс. т удобрений в год, что обеспечивает обслуживание животноводческого комплекса на 5–6 тыс. голов скота. Выдача приготовленных удобрений на накопительную площадку производится конвейерами, а вся работа машин осуществляется пультом управления.

Таблица 4.5

Агрохимические свойства 1 т торфа с полужидким навозом (ПЖН) в зависимости от соотношения компонентов и влажности ПЖН

Соотношение торфа и ПЖН	Влажность ПЖН %	Содержание питательных веществ, кг/т смеси физической массы							
		без добавления минеральных туков				с добавлением минеральных туков			
		N	P	K	всего	N-2,5	P-2,3	K-2,55	Всего NPK в 1 т. смеси
1:1	85	0,45	0,68	1,58	3,01	2,98	2,98	4,43	10,39
	87	0,39	0,58	1,62	2,59	2,92	2,88	4,17	9,97
	89	0,33	0,49	1,39	2,20	2,85	2,80	3,93	9,58
1:1,5	85	0,54	0,81	2,25	3,60	3,07	3,11	4,80	10,98
	87	0,47	0,70	1,95	3,12	3,00	3,00	4,50	10,50
	89	0,40	0,60	1,68	2,68	2,93	2,90	4,23	10,06
1:2	85	0,60	0,90	2,50	4,00	3,13	3,20	5,05	11,38
	87	0,52	0,78	2,18	3,48	3,05	3,08	4,73	10,86
	89	0,44	0,66	1,82	2,92	2,97	2,90	4,37	10,30

### Твердые органические удобрения (ТОУ) и условия их применения

Каждое хозяйство должно иметь тщательно разработанную с учетом местных условий систему удобрений, основанную на систематическом повышении плодородия почвы. Эффективность применения органических удобрений зависит от правильных организаций технологического процесса внесения.

Твердые органические удобрения необходимо вносить в виде полуперепревшего навоза, компоста. Внесение свежего навоза не

целесообразно, т. к. его внесение приводит к загрязнению полей сорняками и гельминтами.

Начало и продолжительность выполнения работ по внесению удобрений определяется агрономом хозяйства в соответствии с агротехническими сроками, состоянием почвы, объемом работ, наличием технических средств.

Органические удобрения вносят в требуемые агротехнические сроки, в первую очередь под высокоурожайные культуры. Их вносят весной под яровые культуры позднего посева и посадки; осенью – при зяблевой вспашке, под яровые культуры урожая следующего года, летом – под озимые культуры и на паровые поля.

Количественное соотношение объемов вносимых удобрений определяется в каждом конкретном случае, исходя из специализации хозяйства и природно-климатических условий. Дозы внесения удобрений устанавливаются в зависимости от их качества, вида сельскохозяйственных культур, почвенно-климатических условий, окультуренности почв и т. п.

Органические удобрения необходимо сносить в оптимальные сроки, равномерно распределять по поверхности поля и своевременно заделывать их в почву.

Внесение твердых органических удобрений производят при температуре воздуха до  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Технологический процесс внесения ТОУ должен выполняться качественно и быть экономически эффективным. С точки зрения обеспечения качественного распределения удобрений машинами для внесения ТОУ должны отвечать следующим требованиям (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Требования, предъявляемые к работе машин для внесения ТОУ

Название показателей	Значение показателей
Неравномерность распределения по ширине захвата и длине прохода агрегата	25
Неустойчивость доз внесения по длине агрегата, %	10
Дозы внесения, т/га	10...80 с интервалом 5 т/га

Название показателей	Значение показателей
Отклонение фактической дозы от установочной (задаваемой), %	
Величина комков удобрений, распределенных по полю, кг	До 0,2 (не менее 70 % от всех распределенных удобрений)
Рабочая скорость движения агрегата, км/ч	7...12
Рабочая ширина захвата, м	6...12
Давление ходовых систем на почву, мПа	До 0,15

Навоз на соломенной подстилке имеет четыре стадии разложения: свежий, полуперепревший, перепревший и перегной (табл. 4.7).

Таблица 4.7

Стадии разложения навоза КРС и содержание в нем питательных элементов (по данным ВИУА)

Вид навоза	Характеристика навоза	Азот (N,%)	Фосфор ( $P_2O_5$ ,%)	Потери органического вещества, %
Свежий, слабо разложившийся	Солома светло-желтого цвета, прочная	0,52	0,25	–
Полуперепревший	Солома имеет темно-коричневый цвет, теряет прочность и легко рыхляется	0,60	0,38	29,0
Перепревший	Однородная масса, нельзя обнаружить отдельные соломины	0,66	0,43	47,2
Перегной	Рыхлая темная масса	0,73	0,48	62,4

Технологический процесс применения ТОУ включает две обязательные для выполнения стадии – стадию хранения и подготовки навоза и стадию внесения подготовленного навоза на поля. Хранение и подготовка осуществляются с целью повышения его удобрительной ценности, устранения засорения полей семенами сорняков и гельминтами.

## Глава 5

### АЭРАТОР-СМЕСИТЕЛЬ АСК-3,5

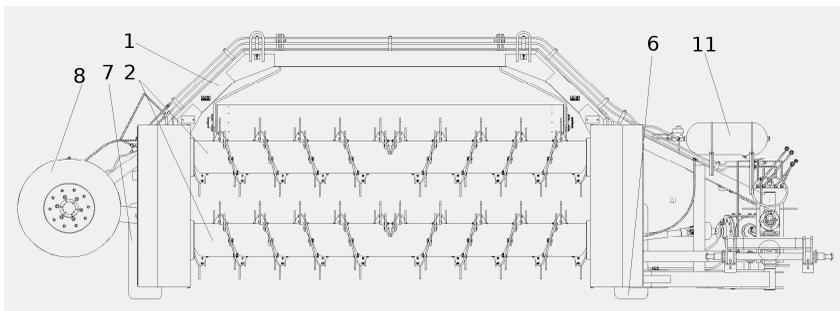
Аэратор-смеситель (в дальнейшем – аэратор) предназначен для осуществления активной аэрации (перебивки) компостной массы путем частичного измельчения и перемешивания компонентов и формирования буртов заданной формы с целью создания температурных условий, наиболее благоприятных для созревания компоста. Агрегируется с тракторами класса 2 и 3.

Аэратор в соответствии с рис. 5.1 состоит из следующих основных частей: рамы 1, рабочего органа, состоящего из двух горизонтальных шнеков 2, направляющих бортов 3, привода 4, сцепного устройства 5, рабочего колесного хода, транспортного колесного хода 8, гидросистемы 12, тормозной системы 10, включающей ресивер 11, пневмопроводы и тормозные камеры, и электрооборудования 20.

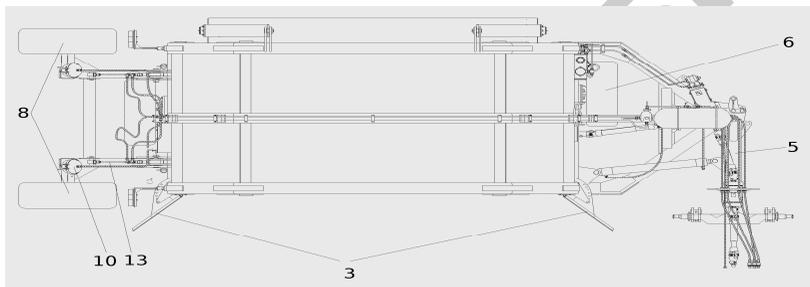
Рама 1 предназначена для крепления рабочих органов, элементов гидросистемы, ходовой и тормозной систем, электрооборудования. Одновременно служит кожухом, предотвращающим разбрасывание материала мимо формируемого бурта. Представляет сварную конструкцию в виде арки трапецевидной формы. В левой части рамы шарнирно присоединено сцепное устройство 5, в правой – транспортный колесный ход.

Рабочий орган состоит из двух горизонтальных шнеков 2, представляющих собой в соответствии с рисунком 5.2 вал в виде трубы 1, к которой приварены ленты 2 встречной навивки. К виткам крепятся ножи 3, предназначенные для дробления комьев исходного материала компостной смеси и ее лучшего перемешивания.

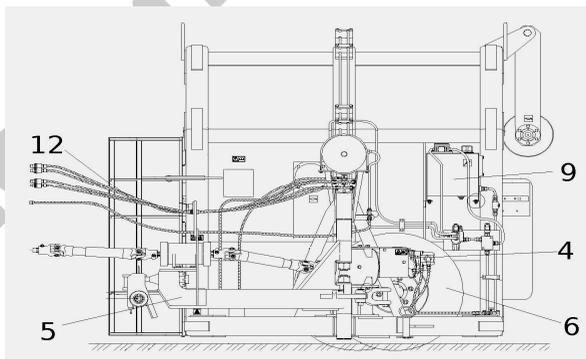
Оба шнека вращаются в одном направлении, перебрасывая массу бурта через себя против хода машины. Привод осуществляется от ВОМ трактора через редуктор привода 4 (рис. 5.1).



*Рис. 5.1.* – Аэратор-смеситель компостов АСК-3,5 а, вид спереди:  
 1 – рама; 2 – щеки; 6 – опорное колесо; 7 – ведущее полевое колесо;  
 8 – транспортный колесный ход; 11 – ресивер



*Рис. 5.2.* – Аэратор-смеситель компостов АСК-3,5, вид сверху:  
 3 – направляющие борты; 5 – прицепное устройство; 8 – транспортный колесный ход;  
 6 – опорное колесо; 10 – тормозная система; 13 – гидроцилиндр



*Рис. 5.3.* – Аэратор-смеситель компостов АСК-3,5, вид сбоку  
 4 – привод; 5 – прицепное устройство; 6 – опорное колесо; 9 – гидробак;  
 12 – гидросистема

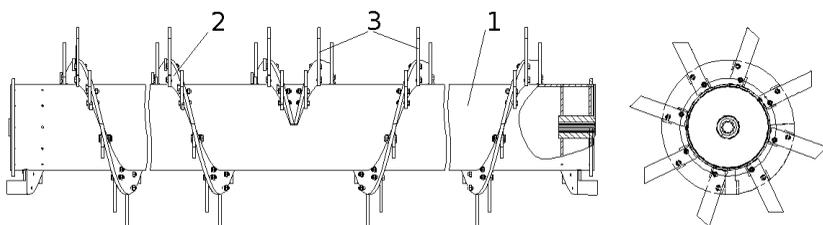


Рис. 5.4. – Шнек  
1 – труба; 2 – навивка; 3 – нож

Транспортный колесный ход 8 (рис. 5.2) предназначен для транспортировки аэратора в пределах хозяйства. Перевод в рабочее или транспортное положение осуществляется из кабины трактора гидроцилиндрами 13.

Рабочий колесный ход предназначен для поддержания на заданной высоте всей конструкции во время работы, а также устранения поперечного перекоса от несимметричности агрегата. Состоит в соответствии с рисунком 5.1а из опорного 6 и ведущего 7 опорных колес.

Работает аэратор-смеситель следующим образом: во время движения вдоль компостного бурта створками компостируемый материал смещается к центру бурта, шнеки 2 смешивающего рабочего органа, вращаясь, захватывают и интенсивно перемешивают компостируемую массу, при этом происходит ее активное насыщение кислородом. Рама 1 аэратора-смесителя благодаря своей арочной форме предотвращает разлет частиц компоста, обеспечивая формирование бурта определенных размеров.

В транспортном и рабочем положениях машина представлена соответственно на рис. 5.5 и 5.6.

Недостатком аэратора-смесителя является то, что сформированные насыпные бурты часто становятся шире возможной ширины захвата агрегата. Для решения этой проблемы предложено установить на аэратор-смеситель направляющие борты, которые будут открываться установленными на них гидроцилиндрами и будут позволять регулировать ширину захвата агрегата.



*Рис. 5.5. – Общий вид аэратора-смесителя компостов в движении*



*Рис. 5.6. – Аэратор-смеситель компостов в рабочем положении*

В аэраторе предусмотрено изменение ширины сгребания материала створками. Последние фиксируются в заданном положении при помощи секторов с отверстиями.

Перекосы при движении агрегата вдоль бурта устраняются регулировкой частоты вращения ведущего колеса аэратора. Регулировка осуществляется при помощи регулятора давления из кабины трактора.

Ведущее колесо аэратора реверсивно. Переключение направления вращения осуществляется из кабины трактора.

Показатели технической характеристики приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

## Техническая характеристика

Наименование показателя	Значение
Габаритные размеры, мм	
в рабочем положении	
длина	2680±50
ширина	7200
высота	2900
в транспортном положении	
длина	7900
ширина	2750
высота	2900
Масса, кг	3700
Рабочая ширина захвата, м	3,5
Диаметр вала шнека, мм	275
Диаметр шнека (по концам ножей), мм	710
Производительность за час основного времени, т/ч	300
Производительность за час сменного времени, т/ч	265
Производительность за час эксплуатационного времени, т/ч	260
Коэффициент использования сменного времени	0,65
Дорожный просвет, мм, не менее	300
Рабочая скорость, км/ч	0–2
Мощность, потребная на привод механизмов, кВт, не более	50
Удельное давление колес на почву, МПа, не более	0,8
Удельный расход топлива, кг/т, не более	0,15
Коэффициент надежности технологического процесса, не менее	0,98
Количество обслуживающего персонала, чел.	1

## Глава 6

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЕРМИКОМПОСТОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ И ИХ КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА

Важнейшей технологической операцией вермикомпостирования является подготовка субстрата к состоянию, пригодному для питания червей. Весь цикл этой подготовки называется ферментацией. В процессе ферментации, во-первых, должна быть снижена температура в органической массе с 55–60 °С до температуры окружающей среды 20–25 °С. Во-вторых, повышается доступность для червей элементов питания, содержащихся в исходном субстрате.

Технологический процесс первоначальных стадий компостирования навоза хорошо известен, обычно ферментация компостов в летних условиях заканчивается через 2–3 недели. Что касается использования нетрадиционных источников органического вещества, таких как бытовые отходы (ТБО), то в силу их разнокачественного состава сырья интенсивность и продолжительность ферментации широко варьирует.

В составе ТБО могут быть различные компоненты (бумага, древесные опилки, очистки овощей, измельченный мусор с землей и даже пищевые продукты: хлеб, крупа и др.). Все эти материалы обладают различной способностью к минерализации и для происхождения стадии ферментации необходим длительный срок – 2,5–3,5 месяца. Агрехимическая характеристика различных элементов ТБО представлена в таблице 5.8.

Поскольку в городе Минске функционирует завод по переработке бытовых отходов с производительностью 300 тонн в сутки, то лучше всего в качестве субстрата для червей брать массу ТБО, прошедшую первичную обработку в специальных установках. Материал, прошедший первичную обработку, представляет собой гомогенную массу и обладает показателями, указанными в таблице 6.1 графа 6.

Таблица 6.1

Агрохимическая характеристика материала, поступающего на переработку  
(г. Минск, Шабаны)

Вид материала	№ общ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Ca %	Mg %
1. Бумага, древесные опилки, стружка	0,17	0,03	0,1	0,14	0,03
2. Отходы кухонные	1,25	0,99	3,3	0,23	0,18
3. Отходы пищевых продуктов (хлеб, крупа)	1,40	0,47	0,65	0,18	0,10
4. Очистки картофеля	1,72	0,63	3,45	0,20	0,17
5. Измельченный мусор с землей	1,38	0,67	1,1	2,43	0,30
6. Материалы, переработанные на заводе в Шабанах	1,19	0,75	0,93	2,95	0,41

Бытовые отходы, прошедшие первичную обработку на заводе также должны пройти процесс ферментации. Для этого масса ТБО складировается в бургт шириной 2,5 м, высотой 1,5 м, длина произвольная (для летних условий). Для зимних условий ширина бурта должна быть не менее 3 м, высота 2,5 м.

Процесс ферментации бытовых отходов, как показали наблюдения, заканчивается в течение 1 месяца. Температура в середине бурта снижается с 52 °С (в начале буртования) до 30 °С спустя 1 месяц хранения.

Подготовительная масса компостов и бытовых отходов после ферментации должна закладываться в специальные углубления, грады для жизнедеятельности червей.

При создании местообитания для червей необходимо учитывать требования к условиям внешней среды.

а) Оптимальный температурный режим + 19 – 25 °С.

Режим выживания 4 – 40 °С.

Частичная гибель популяции 0–40 °С, 40–42 °С.

Полная гибель популяций ниже 0 °С и выше 42 °С.

б) Оптимальная влажность 70–80 %.

в) Среда обитания должна иметь рН – 6,8 – 7,2.

г) Гряда должна периодически аэрироваться.

Отрицательно влияют на жизнедеятельность червей пестициды, некоторые соединения хлора, аммиака, наличие протеинов более 40 %.

Гряды должны располагаться вдоль по направлению главенствующих ветров. В условиях РБ – это, в основном, направление: запад-восток или северо-запад – юго-восток. Это связано с тем, что черви боятся ветра и уходят с подветренной стороны, во-вторых, при такой ориентации лучше сохраняется влажность бурта в сухое время.

Субстрат (навоз или бытовые отходы, прошедшие ферментацию), необходимо размещать слоем 15–20 см, шириной 2 м, длина произвольная. Субстрат увлажняется до 70–75 %. Затем по поверхности субстрата равномерно распределяется компост с червями по всей толщине. В случае, если для компостирования берутся не переработанные бытовые отходы или свежий навоз, срок ферментации увеличивается в летних условиях до 3–4 месяцев, в зимних 4–5 месяцев.

Процесс компостирования лучше проводить в двух режимах: сначала в термофильном (температура 50–60 °С, а затем в мезофильном (25–30 °С). В мезофильном режиме, протекают процессы накопления доступных форм элементов питания для червей.

После окончания процесса саморазогревания и ферментации субстрат еще две недели необходимо аэрировать путем перетряски и перебивки бурта через каждые 3 дня с поливом водой.

Перед заселением субстрата червями его необходимо проверить на кислотность, которая должна быть рН 6,8–7,0. При щелочной реакции рекомендуется вносить верховой торф или производить полив водой, подкисленной соляной кислотой.

Пригодность субстрата как корма для червей проверяется следующим образом: в трех местах делаются углубления и поселяются по 50 особей. По истечении трех дней проверяется их выживаемость.

Для нормального функционирования и развития червей гряды должны располагаться в местах, исключающих застой воды, который вреден, а в ряде случаев губителен для них. Гряды должны располагаться на небольших возвышенностях с уклоном 1–3 °С и хорошим дренажом.

Важным условием сохранности червя при вермикюльтуре на открытых площадках является защита лож от кротов. Это может быть осуществлено путем устройства бетонированных желобов шириной 1–1,5 м и бортами 20–25 см.

Из практических соображений можно на дно углубления укладывать металлическую сетку с величиной ячейки до 1,8 см. Края сетки загибаются на высоту 20–25 см.

Для создания определенной технологичности процесса и условий его механизации лучше закладывать ложе в виде буртов

20–25 м длиной, 1–2 м шириной попарно, с расстоянием между ними 0,5 м. Каждый борт именуется секцией, а пара их сектором. Между соседними секторами оставляют дорогу шириной 0,5 м.

По истечении 20–30 дней после заселения, а затем регулярно через каждые 7–10 дней необходимо проводить подкормку червей подготовленным субстратом: навозом или ТБО. Для этого на всей поверхности гряды размещают слой свежего навоза толщиной 5–10 см.

По мере переработки субстрата в нижней части бурта накапливается слой биогумуса. В нижней части накопившийся биогумус выбирается через 4 месяца. Он может быть направлен на дальнейшую переработку или реализовываться в качестве удобрения. Верхний червеобразный слой переносится в свежие гряды.

В зимний период с понижением температуры окружающей среды ниже 8 °С черви значительно снижают свою активность. В связи с этим их необходимо переносить в закрытое помещение или тщательно утеплять гряды. Для этих целей пригодна сухая торфокрошка или льняная костра. Укрывать гряды необходимо с каждой стороны на расстоянии от края гряды не менее 1 м.

**Заключение.** Вермикомпосты могут быть произведены на основе различных субстратов. Процесс подготовки субстрата не требует дополнительных затрат, в особенности для торфонавозного компоста. Технология переработки субстрата осуществляется непосредственно самими червями.

В процессе вермикомпостирования, т. е. в течение 3–5 месяцев из исходного субстрата получается 60 % ВК и 40 % массы червей. В дальнейшем затраты на погрузку, транспортировку и внесение их в почву сокращаются на 40 %.

Несколько повышенное содержание отдельных тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции при внесении в почву ТБО и вермикомпостов (ВК) на их основе не должно быть препятствием для применения их в качестве удобрений. При повышении контроля за сбором бытовых отходов, за исключением случаев загрязнения их веществами, содержащими тяжелые металлы, из ТБО можно получать высококачественные, экологически чистые органические удобрения.

Представлена технология производства вермикомпостов из различных субстратов (навоза, твердых бытовых отходов). Вермикомпостирование дает возможность получить полноценное органическое удобрение – биогумус, качество которого зависит от исходного субстрата для червей. Установлено, что в среднем в вермикомпостах содержится 1,5 % общего азота, 1,5–2,1 % фосфора, 1,2 % калия, 30–40 % органического вещества.

Эффективность вермикомпостирования проверялась в полевых опытах с возделыванием различных сельскохозяйственных культур. Вермикомпосты, приготовленные на основе торфонавозных компостов (ТНК) и твердых бытовых отходов (ТБО), применялись под картофель, ячмень и озимую рожь (действие); последствие их изучалось на однолетних и многолетних травах.

Применение вермикомпостов на основе ТНК в дозе 36 т/га обеспечивало прибавку клубней картофеля 28 ц/га (от ТНК получено 9 ц/га), на основе ТБО – 89 ц/га (от ТБО – 41 ц/га). В последствии на ячмене эффект от вермикомпостов был выше на 1,8–10,6 ц/га, чем от ТНК и ТБО.

Технология производства вермикомпостов на основе традиционных субстратов различных видов навоза, компостов, а также на основе бытовых отходов доступна и практически осуществима для каждого хозяйства.

### **Применение вермикомпостов на осушенных минеральных землях**

Исследования проводили на мелиорированных землях со сложным почвенным покровом в условиях холмистого рельефа на Витебской опытно-мелиоративной станции в Сенненском районе и на осушенных землях Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства. Полевые опыты на ВОМС проводились на участках, включающих холмы с эрозивно-умеренной крутизной склонов в период 2008–2010 гг.

Схема опыта включала варианты с внесением различных видов органических удобрений (подстилочный навоз, вермикомпост, минеральные удобрения) под весенний сев редьки масличной, которая была запахана в почву в качестве зеленого удобрения под посев озимой ржи сорта «Зубровка». После уборки озимой ржи и яровой пшеницы с целью повышения плодородия почв высевали по стерне озимой ржи редьку масличную, по пшенице – яровой рапс с внесением  $N_{20}$ . Содержание питательных веществ в навозе зависит от количества и качества подстилочного материала, в вермикомпостах – от периода переработки калифорнийским червем субстрата из навоза КРС. В составе применяемого навоза в большей мере была использована солома и остатки кормов. Навоз КРС был использован из навозохранилища, расположенного в д. Свечи (0,5 км) от опытных участков, со следую-

шим химическим составом:  $pH - 7,2$ , влажность – 80,5 %,  $N_{\text{общ}} - 0,48$ ,  $P_2O_5 - 0,20$ ,  $K_2O - 0,30$  %,  $C_{\text{общ}} - 38,4$  %. Вермикомпосты были приобретены на частном предприятии (ЧП «Хомченко») г. Орша, период переработки органических удобрений червем составлял 6 месяцев. Химический состав вермикомпостов следующий:  $pH - 7,5$ , влажность – 46,7 %,  $N_{\text{общ}} - 0,78$ ,  $N_{\text{усв.}} - 192,7$  мг/кг,  $P_2O_5 - 0,33$ ,  $K_2O - 7,5$  %,  $C_{\text{общ}} - 12,4$ . Содержание углерода и азота, фосфора и калия в сидерате приведено в приложении А.

Полевые опыты заложены на участках, включающих холмы с эрозивно-умеренной крутизной склонов, согласно схеме (табл. 6.2).

После уборки озимой ржи и яровой пшеницы осенью отбирались почвенные образцы для проведения агрохимических анализов и определения содержания подвижных и лабильных гумусовых веществ и группового состава гумуса (содержание гуминовых, фульвокислот и негидролизуемого остатка).

Таблица 6.2

Схема опыта и распределение удобрений по культурам севооборота на участках с холмистым рельефом (2008–2010 гг.)

Редька масличная, 2008 г.	Оз. рожь «Зубровка» * + редька масличная 2009 г.	Яр. пшеница «Банти» + рапс, з/м 2010 г.
Вершина склона		
1. НКРС – 21 т/га.	N45 P60 K90	N70 P60 K90
2. Вермикомпост – 13т/га	N45 P60 K90	N70 P60 K90
3. N50	N70 P60 K90	N70 P60 K90
4. N100	N90 P60 K90	N90 P60 K90
Середина склона		
5. НКРС – 21 т/га.	N45 P60 K90	N70 P40 K90
6. Вермикомпост – 13т/га	N45 P60 K90	N70 P40 K90
7. N50	N70 P60 K90	N70 P40 K90
8. N100	N90 P60 K90	N90 P40 K90
Низина склона		
9. НКРС – 21 т/га	N45 P60 K90	N70 P60 K90
10. Вермикомпост – 13т/га	N45 P60 K90	N70 P60 K90
11. N50	N70 P60 K90	N70 P60 K90
12. N100	N90 P60 K90	N90 P60 K90

\* под посев 2008 г. – Р К, N – весной – 2009 г.

Несмотря на сложные метеорологические условия в периоды развития озимой ржи и яровой пшеницы на всех почвенных разновидностях не отмечалось полегания посевов и, наоборот, отмечалась относительно высокая урожайность: от 38 до 59,7; 25,0 – 39,3 ц/га.

Показатели продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур за три года на различных почвенных разновидностях представлены выше в таблице. Среднегодовая продуктивность составила 65–91 ц/га к. ед., при применении органических удобрений – 77–91, вермикомпостов – 65–90 и наибольшая среднегодовая продуктивность получена с применением минерального азота  $N_{100}$  – 80–91 ц/га к. ед.

За вегетационный период в посевах яровой пшеницы наблюдался сухой период с конца июня по август продолжительностью более 2-х месяцев, без выпадения осадков и со среднесуточной температурой воздуха соответственно 18–24 °С. Сумма положительных температур более 10 °С составила – 2455 °С, выпало 289,3 мм осадков, ГТК – 1,2.

Из результатов наших наблюдений следует, что в период от колошения до созревания яровой пшеницы в почве ощущался резкий недостаток влаги. В варианте с вермикомпостами на низине и вершине склона наблюдалась тенденция увеличения содержания влаги в сравнении с органическими удобрениями. Следует отметить, что в растениях по фазам развития больше содержалось азота и калия по сравнению с фосфором. В вариантах с вермикомпостами отмечалась их большая доступность для растений. При запашке зеленой массы и корневых остатков редьки масличной, а также ПКО озимой ржи и яровой пшеницы в почву поступает значительное количество азота и калия, с учетом содержания элементов питания в сухом веществе. При трехлетней запашке 137–160 ц/га сухого вещества пожнивно-корневых остатков в вариантах с вермикомпостами в почве накапливается 177–188 кг/га азота, с органическими удобрениями 150–280 кг/га азота.

Внесение азотных удобрений увеличило содержание азота и калия в пожнивно-корневых остатках. Содержание фосфора в меньшей степени зависело от минерального питания на низине склона. Сложившийся дефицит гумуса на втором году исследований необходимо дополнить внесением органических удобрений.

## Формирование группового состава гумуса по элементам рельефа за период 2008–2010 гг.

Более благоприятный качественный состав гумуса с наименьшим количеством фульвокислот  $C_{гк}/C_{фк}$  по элементам рельефа в пределах 1,6–2,0 формировался в весенний период (табл. 6.3).

В течение второго года исследований с принятой агротехникой – запашкой редьки масличной с содержанием азота более 2–3 % на вариантах с органическими удобрениями тип гумуса соответствует гуматно-фульватному. В осенний период в почве сохраняется фульватно-гуматный режим. Полученные результаты зависят от дозы удобрений, урожайности, количества запаханых в почву пожнивно-корневых остатков, водного режима почв и местоположения на рельефе.

За первый год исследований состав органического вещества почвы на контрольных делянках менее изменялся, сохраняя исходный тип. На втором году исследований все виды органических удобрений изменяют общее содержание органического вещества и в значительной степени улучшают его состав (табл. 6.3). Увеличилось содержание фосфора и калия в почве. При двухлетнем возделывании сельскохозяйственных культур гумификация повышается в вариантах с органическими удобрениями, причем отношение  $C_r/C_f$  расширяется за счет увеличения доли углерода в гуминовых кислотах и значительного уменьшения его в фульвокислотах весной. В итоге возможны изменения, даже превышающие показатели, свойственные для данного типа почвы в годичном цикле. Различия в соотношении между основными компонентами гумуса дают представление о функционировании системы в зависимости от гидротермических условий и применения удобрений в севообороте, способствующих поддержанию определенного состояния в системе гумусовых веществ. Внесение органических удобрений более воздействует на содержание лабильных гуминовых кислот, а применение минеральных удобрений – лабильных фульвокислот. В пахотных почвах равномернее распределяется гумус. В меньшей степени это касается лабильного гумусового вещества, так как последнее более изменчиво во времени и по элементам рельефа. Также выявлено различное содержание гумусовых и фульвокислот. Отмечена тенденция повышения гумуса, фосфора и калия в почве от вершины к низине склона (табл. 6.3). Отношение  $C : N$  указывает на обогащенность гумуса азотом – одного из важнейших показателей качества гумуса. Обогащенность азотом очень высокая,

если  $C : N$  менее 5, высокая – 5–8, средняя – 8–11, низкая – 11–14. Данные таблицы показывают, что обогащенность углерода азотом в опытах на третьем году в почве изменялась от высокого содержания на вершине до среднего на середине и достигла низких значений на низине склона в вариантах с органическими удобрениями. Это связано с большим выносом из почвы урожаем азота и углерода.

Таблица 6.3

Состав органического вещества почвы, ВОМС, осень 2008–2010 гг.

Вариант опыта	С общ., %	Определение группового состава гумуса почв методом М. М. Кононовой и Н. П. Бельчиковой				$C_{гк}/C_{фк}$
		содержание, $C_{гк}$	% к $C_{общ}$	содержание, $C_{фк}$	% к $C_{общ}$	
Вершина склона						
1. НКРС – 21 т/га	<u>1,07</u>	<u>0,116</u>	<u>0,8</u>	<u>0,174</u>	<u>16,3</u>	<u>0,7</u>
	1,00	0,116	1,6	0,541	53,0	0,2
2. Вермикомпост – 13 т/га	<u>0,95</u>	<u>0,309</u>	<u>2,5</u>	<u>0,212</u>	<u>16,3</u>	<u>1,5</u>
	1,02	0,277	7,2	0,560	54,9	0,5
3. N50	<u>0,87</u>	<u>0,386</u>	<u>4,4</u>	<u>0,232</u>	<u>26,7</u>	<u>1,7</u>
	1,02	0,339	3,4	0,309	25,3	0,9
4. N100	<u>0,99</u>	<u>0,309</u>	<u>1,2</u>	<u>0,250</u>	<u>30,3</u>	<u>1,0</u>
	1,18	0,386	7,8	0,676	32,7	1,2
Середина склона						
5. НКРС – 21 т/га	<u>1,02</u>	<u>0,348</u>	<u>34,1</u>	<u>0,154</u>	<u>5,1</u>	<u>2,3</u>
	1,45	0,348	24,00	0,560	8,6	0,6
6. Вермикомпост – 13 т/га	<u>1,02</u>	<u>0,383</u>	<u>37,5</u>	<u>0,139</u>	<u>3,6</u>	<u>2,8</u>
	0,78	0,116	14,9	0,637	2,0	0,2
7. N50	<u>0,87</u>	<u>0,27</u>	<u>29,9</u>	<u>0,378</u>	<u>3,7</u>	<u>0,6</u>
	0,86	0,239	23,4,54	0,734	5,5	0,2
8. N100	<u>0,85</u>	<u>0,254</u>	<u>29,9</u>	<u>0,239</u>	<u>8,1</u>	<u>0,7</u>
	1,25	0,120	9,62	0,5	0,1	0,2
Низина склона						
9. НКРС – 21 т/га	<u>0,95</u>	<u>0,309</u>	<u>32,5</u>	<u>0,290</u>	<u>30,5</u>	<u>1,1</u>
	1,45	0,270	18,62	0,656	45,2	0,4
10. Вермикомпост – 13 т/га	<u>0,90</u>	<u>0,348</u>	<u>38,7</u>	<u>0,194</u>	<u>21,6</u>	<u>1,8</u>
	1,15	0,348	30,15	0,637	55,2	0,5
11. N50	<u>0,93</u>	<u>0,425</u>	<u>45,7</u>	<u>0,309</u>	<u>33,2</u>	<u>0,4</u>
	1,43	0,077	5,40	1,081	75,8	0,3
12. N100	<u>0,99</u>	<u>0,300</u>	<u>21,9</u>	<u>0,579</u>	<u>38,4</u>	<u>0,8</u>
	1,99	0,463	23,27	0,965	48,5	0,5

Примечание: в числителе – 2008 г., в знаменателе – 2010 г.

Характеризуя удобрительную ценность всех видов компостов и их составляющих, необходимо помнить, что фосфор и калий хорошо усваиваются растениями в год внесения независимо от степени его разложения, если почва хорошо обеспечена азотом.

При наличии в хозяйстве навоза разной степени разложения следует вносить более разложившийся – под яровые культуры, а менее разложившийся – под пропашные и озимые.

Навоз, содержащий более 2 % общего азота (на сухое вещество), отношение  $C/N$  не превышает 20:1, можно вносить под любую культуру, так как он не вызовет азотное голодание растений в начальный период роста. Чем меньше отношение  $C/N$  и выше содержание азота в навозе, тем сильнее его удобрительное действие [1, 2].

Проведенными исследованиями установлено лучшее последствие вермикомпостов на зерновых культурах на второй и третий годы в сравнении с традиционными ОУ [2].

Компосты применялись из расчета 20 т/га севооборотной площади, ВК– 6–12 т/га. Метод вермикомпостирования ускоряет процесс минерализации (в 5 раз в зависимости от исходного компонента) органического вещества, а также способствует повышению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

## Глава 7

### НАКОПЛЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОГО НАВОЗА

Жидкий навоз получается на крупных животноводческих комплексах при гидравлической системе удаления, а также по четырем схемам, указанным выше. В структуре органических удобрений он занимает 10 %. При получении жидкого навоза вода должна нормироваться в следующих количествах (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Нормы расхода воды на одно животное л/сутки

Вид животных	Способ удаления навоза		
	Самотечный непрерывного действия	Самотечный переменного действия	Смывная система
Коровы	15	45–47	-
Молодняк КРС и нетели	5	20–22	-
Откормочные свиньи	5	10–13	25–30

Экономические исследования, проведенные в ВИУА, показали, что удобрение жидким навозом, содержащим менее 4–5 % сухого вещества, т. е. при разбавлении водой экскрементов коров в 1,5 раза, молодняка КРС в 2 раза, свиней в 2,5 раза, затраты на его применение не окупаются стоимостью дополнительного урожая.

При нарушениях в нормах расхода воды объемы бесподстилочного навоза резко возрастают, в результате чего увеличиваются затраты на транспортировку, а также снижается его удобрительная ценность (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Объемы выхода жидкого навоза в зависимости от степени его разбавления водой

Влажность, в %	90	92	94	95	96	97	98	99	99,5
Объем, %	100	125	167	200	250	333	500	1000	2000

Для эффективного использования бесподстилочного жидкого навоза необходимо применение таких систем его удаления из стойл, которые не требуют чрезмерного разбавления водой, как

транспортная, самотечно-сплавная непрерывного действия или комбинированная самотечно-сплавная с рециркуляцией. Наиболее перспективны самотечные системы удаления навоза.

Самотечная система непрерывного действия применяется в животноводческих помещениях для крупного рогатого скота при содержании животных без подстилки и кормления силосом, корнеплодами и зеленой массой. В свинарниках при кормлении текучими и сухими комбикормами без использования силоса и зеленой массы не исключено попадание кормов в каналы. Влажность навоза 88–92 %.

Самотечная система периодического действия может применяться на всех животноводческих предприятиях при бесподстилочном содержании животных. Влажность жидкого навоза при самотечных системах периодического действия следует принимать 96,5 %. Самотечные каналы хорошо работают, если соблюдается указанная влажность. Как понижение, так и повышение влажности по сравнению с указанной вызывает забивание каналов пустым осадком и для их прочистки требуется дополнительный расход воды, приводящий к значительному (в 5–6 раз) разбавлению водой.

Гидравлическая система удаления и транспортировка навоза допускается только на свиноводческих предприятиях по выращиванию и откорму на 54 и 108 тыс. голов в год.

Усовершенствованным вариантом самотечной системы непрерывного действия является комбинированная система (рециркуляционная). Она состоит из самотечных каналов, оснащенных моторным трубопроводом с насадками и насосом. При этом экскременты удаляются самотеком, а навоз на рециркуляцию из навозосборников подается только в том случае, если влажность его в канале не менее 89 % или канал заполняется выше допустимого максимального значения. Основным условием надежной работы гидравлических систем удаления навоза является герметичность перекрытия продольных или поперечных каналов заслонками, которые устанавливаются для создания подпора содержащейся в них жидкой массы. Транспортирование жидкого навоза от помещений к навозохранилищам осуществляется в зависимости от рельефа местности по самотечному коллектору или запорному трубопроводу гидравлическим или пневматическим способом. Трубопроводы должны укладываться ниже глубины промерзания грунта. Для перекачки жидкого навоза от навозосборников в навозохранилища

при заправке цистерн-разбрасывателей используются центробежные насосы НШ-50, НЖН-200, ПНЖ-250, АПН-300.

Жидкий навоз, поступающий в приемные резервуары (накопители, навозосборники), содержит остатки корма, которые засоряют самотечные каналы, забивают насосы и пневматические установки. Для подготовки жидкого навоза к внесению наиболее целесообразна агроэкономически обоснованная технология разделения его на твердую и жидкую фракции. При этом способе накопленный навоз отстаивается в приемном резервуаре, а затем отстоявшуюся жижу через специальное устройство сливают в соседние резервуары (естественное разделение), откуда мобильными машинами вывозят в поле и вносят в почву или откачивают насосами на поля орошения. Оставшуюся густую фракцию выгружают в транспортные средства и используют для компостирования с торфом и соломой.

### **Хранение приготовленных органических удобрений**

Значительное влияние на качество органических удобрений, питательную ценность и сохранность органического вещества оказывают место, способ и сроки хранения. Приготовленный навоз может храниться под скотом, в навозохранилище, в буртах.

При хранении подстилочного навоза под скотом (3–6 месяцев), получаемого при содержании его на глубокой подстилке, отпадает необходимость ежедневной уборки, строительства специальных навозохранилищ и жижесборников. При этом значительно удешевляется уход за животными и снижается себестоимость навоза. Вся жижа остается в навозе, нет потерь аммиачного азота.

При хранении в навозохранилищах можно готовить различные компосты, получать навоз требуемого качества. Существует два основных типа навозохранилищ: 1) котлованные; 2) наземные. Эти типы хранилищ должны удовлетворять следующим требованиям: иметь непроницаемое для жижи дно с уклоном в сторону жижесборников, расположенных по продольным сторонам. Вдоль длинных сторон навозохранилищ (снаружи) необходимо устраивать канавы для стока дождевых и талых вод.

Навозохранилище должно быть размещено на возвышенной площадке на расстоянии не менее 200 м от жилых домов.

При определении размеров навозохранилищ необходимо учитывать объемы накапливающегося навоза за стойловый период. По ориентировочным подсчетам, при хранении навоза в течение 2,5–3 месяцев при высоте уплотненного штабеля 1,5 м на одно животное требуется:

- для КРС 2–2,5 м<sup>2</sup>;
- молодняка КРС 1,0–1,25 м<sup>2</sup>;
- свиней 0,40–0,50 м<sup>2</sup>.

Площадь навозохранилища рассчитывают по формуле:

$$G = \frac{N * \pi * P}{H * W}, \text{ м}^2$$

где  $G$  – площадь навозохранилища, м<sup>2</sup>;

$N$  – число животных в помещении;

$P$  – выход экскрементов от одного животного в сутки, м;

$W$  – объемная масса навоза, кг/м<sup>3</sup> (объемная масса уплотненного навоза от КРС) после 2–5 мес. хранения составляет примерно 800–1200 кг/м<sup>3</sup>.

В процессе хранения подстилочного навоза выделяется навозная жижа, которая должна собираться в жижесборники, устраиваемые вдоль продольных сторон. На 200 тонн навоза необходим жижесборник 1,3 м<sup>3</sup>. На мелких фермах для хранения подстилочного навоза предусматривается строительство площадок с твердым покрытием размером 25 на 20 м в расчете на 100 коров. На крупных фермах строительство хранилищ осуществляется по типовому проекту 81522. Для приготовления компостов с использованием мобильных средств механизации строятся специальные площадки.

Наиболее распространено хранение навоза в полевых штабелях. Вывозка навоза, приготовленного в навозохранилищах или свежего непосредственно со скотных дворов, проводится зимой. Площадка для штабеля выбирается на возвышенном, незатопляемом весной месте, очищается от снега, застилается торфом или соломой слоем 20–25 см. Навоз и компост укладывают в крупные штабеля и уплотняют его с целью уменьшения потерь азота. Ширина штабеля 3–4 и высота 1,5–2 м.

После удаления навоза со скотного двора в указанные места хранения он может храниться по трем способам.

При плотном хранении в навозохранилище или в полевых буртах навоз укладывают послойно толщиной 0,5 м, шириной 3–4 м и немедленно уплотняют. Высоту штабеля доводят до 1,5–2,5 м и немедленно уплотняют. Сверху штабель накрывают резаной соломой. Во время зимнего хранения температура в штабеле поднимается не выше 20–25 °С, а летом – 30–35 °С.

Потери органического вещества навоза и аммиака минимальны. При плотном (холодном) хранении навоза теряются: из навоза на соломенной подстилке органического вещества при рыхлом способе хранения – 32,6 %, горяче-прессованном – 24,6 %, при плотном – 12,2 %. Азота соответственно – 31,4 %, 21,6 %, 10 %. Из навоза на торфяной подстилке теряется азота при рыхлом хранении 25,2 % при горяче-прессованном – 17,1 % при плотном – 1,0 %. При этом способе теряется в несколько раз меньше азота и органического вещества. Кроме того, азот остается в более подвижной и доступной для растений аммиачной форме, навозной жижи накапливается значительно меньше. На каждые 10 тонн свежего навоза за 4 месяца хранения накапливается ее при холодном способе – 170 л, при горяче-прессованном – 450 л., при рыхлом 1000 л. На это следует обращать внимание в том случае, если навоз хранится на поле в буртах или на непригодных площадках.

При растекании жижи в сторону или просачивание в грунт на месте хранения навоза наряду с азотом теряется значительная часть калия. Оптимальная масса бурта при хранении зимой на поле 100–200 тонн.

При растекании жижи по сторонам или просачивании в грунт на месте хранения навоза наряду с азотом теряется значительная часть калия. Оптимальная масса менее 100 т штабеля сильнее промерзает. Площадка, предназначенная для закладки штабеля, должна быть очищена от снега. На нее укладывается торф, солома или другой влагоемкий материал слоем 20–30 см для поглощения навозной жижи. Совершенно недопустимо хранить навоз в мелких кучах. При этом улетучивается почти весь аммиачный азот, а другие питательные вещества вымываются талыми водами и дождями. При хранении навоза в уплотненных штабелях прибавка клубней картофеля составила 74 ц/га, а при внесении навоза, хранившегося в

мелких кучах, составила только 33 ц/га. Кроме того, в мелких кучах он замерзает, не разлагается, а содержащиеся в нем семена сорняков сохраняют всхожесть.

### **Хранение и подготовка бесподстилочного навоза**

При невозможности вносить навоз во время осеннего или весеннего бездорожья, при отсутствии свободных полей бесподстилочный навоз хранят в течение от 3–6 месяцев.

При хранении навоза должно быть обеспечено строгое выполнение ветеринарно-санитарных правил:

- навоз от заразных животных должен быть подвержен обеззараживанию по указанию ветеринарной службы, которая определяет возможность его дальнейшего использования;

- карантинные хранилища делают секционными из расчета заполнения каждой секции в течение одного дня. Выдерживается навоз в течение шести суток и лишь после этого его перекачивают дальше по технологической линии.

Обеззараживание жидкого навоза достигается с помощью химических реагентов: формальдегида, аммиака, недорогими и доступными дезинсектами являются цианамид кальция и негашеная известь. К объему жидкого навоза вносится 2 %-ный цианамид кальция или 6 %-ная негашеная известь.

Обеззараживание формальдегидом или аммиаком проводят в герметически закрытых емкостях, расход формальдегида при сальмонеллезах и калибактериозе составляет от 0,04 до 0,16 % массы навоза. При вирусных болезнях расход реагента 0,3 %. Дозы аммиака в теплое время года составляют 3 % к объему навоза.

Быстрое и эффективное обеззараживание жидкого навоза достигается с помощью радиационного метода при использовании изотопов кобальта с добавлением небольшого количества гипохлорита кальция. Из ионизирующих способов обеззараживания навоза более перспективным способом с использованием ускоренных электронов.

Навозоприемники или центральные коллекторы должны быть оборудованы устройствами для извлечения попадающих в навоз инородных включений, которые в последующем могут повреждать отдельные узлы навозоразбрасывателей.

Закрытые емкости должны быть оборудованы принудительной вентиляцией, так как в них накапливается значительное количество

аммиака, метана, сероводорода, углекислого газа, индола, скотола, меркоптана и других зловонных веществ.

Вокруг хранения следует предусмотреть устройство водосточных канав, во избежание разбавления навоза водой с площади водосбора. Подъездные пути к хранилищам должны иметь твердое покрытие, рассчитанное на передвижение большегрузного автомобильного транспорта и тракторов класса 3–5 тонны.

Емкости хранилищ должны быть рассчитаны на хранение навоза от 2 до 6 месяцев. Потери азота и органического вещества при хранении бесподстильного навоза в 3–7 раз меньше, чем при хранении подстильного.

### **Технологические схемы использования жидкого навоза**

Перевод животноводства на промышленную основу изменил не только технологию содержания скота и производства животноводческой продукции, но и внес существенные коррективы во всю систему применения органических удобрений. Высокая концентрация скота на комплексах и фермах обуславливает образование значительных объемов жидкого навоза, утилизация которого из-за отсутствия должных инженерных, агрономических, зоотехнических и экономических проработок создает целый ряд трудностей.

Между тем результаты научных исследований и передовой опыт производства показывают, что при комплексном подходе к использованию бесподстильного навоза можно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур высокого качества, обеспечивать прогрессивное повышение плодородия почвы, не допуская при этом загрязнения окружающей среды. Основным критерием при этом должно быть технико-экономическое обоснование всего технологического процесса уборки из помещения, обработки, хранения и использования в качестве удобрений многотоннажных отходов животноводства.

В зависимости от конкретных условий, характера и размера сельскохозяйственных угодий, степени увлажненности полей в период вегетации растений, структуры посевных площадей, внедряемые системы утилизации навоза имеют свои особенности.

Повышение эффективности применения жидкого навоза требует его разделения на жидкую и твердую фракции, а также отдельного использования:

- подготовка навоза разделением в отстойниках-накопителях с шандорным затвором и донным дренажом;
- подготовка навоза разделением в отстойниках и обезвоживанием на центрифугах;
- подготовка навоза разделением на виброгрохотах или дуговых ситах и обезвоживание твердой фракции, осветление жидкой фракции и центрифугирование осадка.

На основе бесподстилочного навоза, гомогенизированного влажностью не более 92 % и твердой фракции 86 %, готовятся компосты. Жидкая фракция может вноситься в почву или после разбавления водой на сельскохозяйственных полях орошения, или мобильным транспортом развозится на поля.

### **Химический состав бесподстилочного навоза**

Подготовка бесподстилочного навоза по различным технологиям предопределяет количество жидкой и твердой фракций, охарактеризовать которые средними показателями трудно. В каждом конкретном случае необходимо проводить агрохимический анализ различных фракций бесподстилочного навоза. Ориентировочно химический состав экскрементов животных, жидкой, твердой фракций и навозных стоков приведен в табл. 7.3, 7.4.

### **Технологические схемы использования бесподстилочного навоза**

При соблюдении агрономических требований к проектированию животноводческих комплексов жидкий навоз может быть эффективно использован для удобрения, как правило, по следующим технологическим схемам:

А. Прифермское навозохранилище – цистерна – полевые навозохранилища – цистерна – разбрасыватель – поле.

Б. Прифермское навозохранилище – трубопровод – полевые навозохранилища (гидрант) – цистерна – разбрасыватель – поле.

В. Навозохранилища – трубопроводная сеть – дождевальная установка и цистерна – разбрасыватель – поле.

Таблица 7.3

Химический состав экскрементов, навозных стоков и продуктов их обработки на комплексах по выращиванию и откорму 108 тыс. свиней в год (по данным ВИУЛ), %

Удобрение	Сухое вещество	Азот общий	Азот аммиачный	Фосфор ( $P_2O_5$ )	Калий ( $K_2O$ )	N:P:K
Экскременты свежие	9,82	0,72	0,070	0,47	0,21	1:0,7:0,3
Навозные стоки	1,57	0,114	0,064	0,085	0,39	1:0,7:0,3
Осадок с виброфильтров	14,74	0,331	0,058	0,192	0,039	1:0,6:0,1
Фильтрат после виброфильтров	1,16	0,102	0,066	0,0050	0,038	1:0,5:0,4
Фильтрат после 2-й степени биологической очистки	0,24	0,010	0,002	0,003	0,021	1:0,6:2,1
Избыточный ил (свежий)	1,18	0,100	0,058	0,057	0,036	1:0,6:0,4

Таблица 7.4

Химический состав жидкого навоза и продуктов его обработки на комплексе по откорму 10 тыс. бычков в год (данные ВИУЛ), %

Удобрение	Сухое вещество	Азот	Азот аммиачный	Фосфор ( $P_2O_5$ )	Калий ( $K_2O$ )	N:P:K
Жидкий навоз	7,80	0,45	0,23	0,25	0,37	1:0,6:0,8
Жидкая фракция	4,80	0,33	0,23	0,21	0,36	1:0,6:1
Твердая фракция	20,90	0,50	0,22	0,30	0,42	1:0,5:0,7

Схему «А» применяют, когда нет трубопровода для перекачивания навоза из прифермского хранилища в полевое.

Схема «Б» при отсутствии трубопроводящей сети и дождевальных установок более эффективна, чем первая: снижаются транспортные издержки, повышается производительность труда. При работе по схемам «А» и «Б» навоз не разбавляют водой. Схема «В»

применяется, если имеется трубопроводящая сеть и установки для дождевания. Обычно эту схему наиболее целесообразно проектировать для крупных животноводческих комплексов промышленного типа. В период вегетации, когда вода необходима для полива растений, навоз разбавляют водой в соотношении 1 : 5–7, во вневегетационный период навоз разбавляют водой в соотношении 1 : 1–3. При работе по этой схеме не исключается использование цистерн-разбрасывателей для внесения неразбавленного навоза.

Для полного и безубыточного использования навоза в качестве удобрения необходимо предусматривать сочетание удобрительных поливов с внесением его с помощью цистерн-разбрасывателей, так как в любом хозяйстве не вся площадь сельскохозяйственных угодий пригодна для орошения.

### **Расчет площадей, необходимых для полного использования жидкого навоза**

Для определения площади земель, необходимой для полной утилизации жидкого навоза и животноводческих стоков, необходимо принимать во внимание, что среднегодовая норма внесения азота навоза должна быть не более 200 кг/га, а при орошении до 300 кг/га.

Площадь сельскохозяйственных угодий, необходимую для полного использования навоза в качестве удобрения, определяют по формуле:

$$П = 0,9 \cdot \frac{А \cdot Г}{20}, \text{ га}$$

где П – необходимая площадь с/х угодий, га;

А – содержание азота в навозе %;

Г – годовой выход навоза.

В общую площадь, необходимую для утилизации жидкого навоза, входят, прежде всего, ЗПО (земледельческие поля орошения). В случае если недостаточно отведено площадей под ЭПО, необходимо дополнительно практиковать внесение жидкого навоза мобильным транспортом в полевых севооборотах.

Подбор площадей для ЗПО проводится с общепринятыми требованиями, удобрительные поливы осуществляются по установленным режимам.

При использовании бесподстильного жидкого навоза в полевых севооборотах должен соблюдаться целый ряд требований. Недопустимо орошение стоков или внесение их мобильным транспортом на территории первого и второго поясов зон санитарной охраны источников минеральных вод и источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в месте забора воды, первого пояса и санитарно-защитной полосы водопроводных сооружений, санитарно-защитной полосы водоводов;

- в пределах зоны санитарной охраны курортов;
- на территории с выходом на поверхность трещиноватых пород и карстов;
- над месторасположением подземных вод питьевого качества, не перекрытых водоупорными породами;
- в границах водоохранных зон поверхностных и подземных водных объектов;
- уровень грунтовых вод не должен превышать на суглинистых и глинистых почвах  $\geq 1,0$  м, на песчаной почве  $\geq 1,5$  м.
- между полями, удобряемыми жидкой органикой, и водными объектами должна предусматриваться прибрежная водоохранная зона, ширина которой устанавливается в каждом конкретном случае в соответствии с нормативными требованиями. Причем эта зона используется для берегозащитных посадок водостойчивых пород кустарника и залужается;
- для удобрений полей должен использоваться бесподстильный навоз, прошедший карантинирование и обеззараживание;
- при подкормке пастбищ используется навоз на участках с уклоном: более  $3^{\circ}$ С. Такие ограничения, прежде всего, распространяются на песчаные (супесчаные) почвы, подстилаемые песками, на которых может наблюдаться не только поверхностный сток, но и загрязнение грунтовых вод;
- на песчаных почвах недопустимо заблаговременное (осеннее) внесение бесподстильного навоза под культуры весеннего сева.

Отдача от жидких органических удобрений выше, если они применяются на выровненных полях, без «блюдец», из-за их наличия затрудняется проведение полевых работ в оптимальные сроки. Недобор урожая от наличия микрорельефа составляет более 30 %.

В системе природоохранных мероприятий важное значение имеет организация санитарно-защитных зон, размеры которых зависят от специализации и мощности животноводческих предприятий. Согласно общесоюзным нормативным документам, свинокомплексы на 54 тыс. голов и более следует удалять от жилой застройки не менее чем на 2 км. Регламентируются и санитарные разрывы между комплексом и сооружениями по обработке бесподстилочного навоза, они должны составлять не менее 60 м;

– необходимо иметь и другие защитные зоны: так поля, удобряемые жидким навозом, должны находиться не ближе 50–60 м от жилой застройки, автомобильных и железных дорог, а также от животноводческих зданий;

– если по производственной необходимости невозможно выдержать эти расстояния, то следует вносить жидкий навоз только внутрипочвенно, чтобы уменьшить загрязнение атмосферного воздуха аммиаком, сероводородом и микрофлорой;

– с целью усиления самоочищающейся способности почвы необходимо практиковать совместное внесение жидкого навоза и соломы.

Для наблюдения за динамикой, химическим и бактериологическим составом грунтовых вод устраивается сеть наблюдательных скважин, которые размещаются в соответствии с «методическими рекомендациями по гидрологическим исследованиям и прогнозам контроля охраны подземных вод «ВСЕГИНГЕО» (1980 г.).

### **Расчет доз жидкого навоза и особенности применения**

При рациональном применении бесподстилочного навоза первостепенное значение имеет эффективное использование содержащихся в нем питательных веществ и органического вещества для формирования урожая с/х культур и воспроизводства почвенного плодородия.

Эффективность применения бесподстилочного навоза зависит от правильности установления норм, точного определения содержания питательных веществ и возможности их высвобождения в доступных для растений формах. Большое влияние на их эффективность оказывают также условия применения навоза: тип почвы, сроки внесения, биологические особенности возделываемой куль-

туры, качество работ (равномерность распределения по полю, своевременность и способы заделки в почву).

Годовую дозу внесения навоза при удобрительных поливах, а также при внесении мобильным транспортом цистернами-разбрасывателями определяют для каждой культуры севооборота. Ее рассчитывают с учетом выноса питательных веществ урожаем, содержанием их в навозе и коэффициентов использования этих веществ культурами:

$$D = \frac{B}{10 \cdot K \cdot C}, \text{ т/га}$$

где  $D$  – годовая доза (т/га);

$B$  – вынос элементов урожаем (кг/га);

$K$  – коэффициент использования растениями элементов питания из навоза;

$C$  – содержание элементов питания в навозе (%).

Ориентировочные коэффициенты использования питательных элементов растениями азота – 0,4–0,5; фосфора – 0,3; калия – 0,8.

Для определения дозы внесения, не разбавленного водой навоза или навозных стоков, делают расчет по трем элементам: азоту, фосфору, калию. За дозу внесения принимают минимальную из трех.

Пример расчета для кукурузы.

С запланированным урожаем зеленой массы кукурузы (700 ц/га) вынос азота из почвы составит 170 кг/га, фосфора – 65 кг; калия – 210 кг. Для удобрения взяты навозные стоки влажностью 98,4 % с содержанием 0,114 % азота, 0,085 % фосфора и 0,039 % калия. Подставляем эти значения в формулу, определяем годовую дозу навозных стоков, необходимую для возмещения такого выноса питательных веществ:

по азоту:  $D_N = \frac{170}{10 \cdot 0,5 \cdot 0,114} = 298 \text{ т/га}$  ;

по фосфору:  $D_P = \frac{65}{10 \cdot 0,3 \cdot 0,085} = 255 \text{ т/га}$  ;

по калию:  $D_K = \frac{210}{10 \cdot 0,8 \cdot 0,039} = 673 \text{ т/га}$  ;

В данном примере дозу внесения навоза принимают по потребности кукурузы в фосфоре. В случае если бы дозу стоков определили по калию, в почву поступило бы избыточное количество азота, намного превышающее потребность в этом кукурузы. Недостающее количество азота и калия вносится за счет минеральных удобрений. Коэффициент использования азота принимается 0,5, калия 0,8.

$$\text{Необходимо внести азота: } \frac{(298 - 255) \cdot 0.114 \cdot 10 \cdot 0,5}{0,5} = 49 \text{ кг/кг};$$

$$\text{калия: } \frac{(673 - 255) \cdot 0.039 \cdot 10 \cdot 0,8}{0,8} = 163 \text{ кг/кг}.$$

Нельзя ежегодно применять чрезмерно высокие нормы бесподстилочного навоза на одних и тех же участках, так как при этом не обеспечивается дальнейший рост урожая, увеличивается содержание нитратов в кормах и возникает опасность загрязнения ими грунтовых вод.

Содержание нитратного азота свыше 0,1 % в расчете на сухое вещество корма может быть опасным при скармливании его животным.

При внесении повышенных норм бесподстилочного навоза снижается содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля и сахара в сахарной свекле.

При длительном применении высоких норм бесподстилочного навоза в кормовых культурах могут накапливаться большие количества микроэлементов: марганца, меди, цинка.

Максимальная доля потребляемого растениями азота, покрываемая азотом бесподстилочного навоза, составляет:

- по сахарной свекле свыше – 75 %;
- картофелю – 50 %;
- кукуруза на силос – 75 %;
- многолетние травы – 75 %;
- яровые зерновые – 50 %;
- кормовые культуры – 75 %;
- пожнивные культуры – 100 %.

Бесподстилочный навоз следует применять преимущественно под пропашные культуры.

### **Транспортировка и внесение жидкого навоза**

Для транспортировки и внесения жидкого навоза применяют тракторные цистерны-разбрасыватели РЖТ-4, РЖТ-8, РЖТ-16 и

автомобильный разбрасыватель РЖУ-3,6, который используется на фермах с поголовьем скота не более 200 голов и значительным удалением полей. Машины МЖТ-8,-11,-16 предназначены для выгрузки из хранилища, транспортировки, перемешивания и сплошного поверхностного разбрасывания навоза влажностью 92 %. Машины, самозагружающиеся с помощью создания вакуума в цистерне, имеют идентичное конструктивное исполнение, отличаются друг от друга в основном грузоподъемностью.

Тракторный разбрасыватель РЖТ-8 применяют при радиусе перевозки до 2 км, на фермах крупного рогатого скота около 400 голов.

На фермах с количеством 600–800 голов крупного рогатого скота и дальности перевозки до 3 км рационально использовать МЖТ-8.

Разбрасыватели МЖТ-16, агрегируемый с трактором класса 5, эффективен на крупных комплексах с радиусом транспортировки до 6 км.

С увеличением дальности перевозки целесообразно сочетать транспортирование стоков по трубопроводам с последующим распределением цистернами разбрасывателями.

Объемы внесения жидкого навоза для удобрения полей могут быть распределены по периодам: весной и осенью вносить 40–60 %, летом 20–30 %, остальную часть можно вносить зимой, если глубина снежного покрова до 20 см, а температура воздуха не ниже – 10 градусов, а поля выровнены по рельефу.

Внесение бесподстилочного навоза цистернами-разбрасывателями может осуществляться по прямоточной, перевалочной и перегрузочной комбинированной технологиям.

По прямоточной технологии навоз из навозосборника доставляется в поле и распределяется по поверхности почвы цистернами-разбрасывателями с последующей заделкой удобрения почвообрабатывающими орудиями.

По перевалочной технологии навоз из прифермского хранилища транспортируют по трубопроводу или цистернами в полевые хранилища для временного хранения, затем грузят в цистерны-разбрасыватели и вносят в почву.

По перегрузочной технологии навоз из прифермского хранилища загружают в большегрузные цистерны, доставляют к месту внесения, перегружают в полевые машины или бункеры-накопители и разбрасывают по полю с последующей заделкой почвообрабатывающими агрегатами.

При комбинированной технологии навоз перекачивают по трубопроводу к полевым гидрантам или заправочным колонкам, а затем вносят его с помощью цистерн-разбрасывателей. Эту технологию целесообразно применять при большом удалении удобряемых полей от навозохранилищ (более 5–7 км).

Влажность жидкого навоза должна быть в пределах 92–97 %.

Перекрытие смежных проходов 2–7 м, стабильность дозы по всей длине рабочего хода должна быть в пределах 10 %.

В отличие от применения подстилочного навоза бесподстилочный имеет целый ряд специфических особенностей:

- поскольку элементы питания для растений находятся в нем в легкорастворимой форме, то превышение установленных норм ведет к загрязнению природных вод азотсодержащими соединениями;

- животноводческие стоки характеризуются высоким содержанием патогенной микрофлоры; сроки выживания которой увеличиваются по мере разбавления навоза водой;

- жидкий навоз нельзя длительное время накапливать и хранить, так как это ведет к переполнению хранилищ и загрязнению окружающей среды и распространению разных инфекций;

- после внесения навоз необходимо быстро заделывать в почву широкозахватными орудиями;

- в осеннее время жидкий навоз целесообразно вносить на почвах с высокой емкостью поглощения, а на полях легкого механического состава применять в сочетании с соломой и другими материалами;

- во избежание загрязнения окружающей среды и грунтовых вод, а также избыточного накопления нитратов в получаемой продукции земли необходимо ежегодно удобрять умеренными дозами.

Внесение в почву жидких органических удобрений мобильными средствами широко распространено. Однако имеется целый ряд моментов, затрудняющих применение этой технологии:

- она требует наличие свободных полей от посевов сельскохозяйственных культур;

- в весеннюю распутицу, во время сильных дождей на полях остаются глубокие колеи;

- при зимнем внесении, особенно на склонах возможен смыв жидкого навоза весенними теплыми водами.

Внесение жидкого навоза должно проводиться по плану-графику, в котором указывается ежемесячное накопление и его вывоз на поля под отдельные культуры.

## Внутрипочвенное внесение жидкого навоза

Одним из приемов интенсификации полевого и лугопастбищного кормопроизводства и снижения загрязнения окружающей среды является внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений.

Установлено, что при внедрении этого приема урожайность основных кормовых культур (свеклы, кукурузы, трав и др.) повышается не менее чем на 10–15 %, в 7–10 раз снижается потери элементов питания за счет устранения поверхностного стока и испарения аммиачного азота. Кроме того, снижается загрязнение окружающей среды, внутрипочвенное внесение позволяет эффективно бороться с заражением кормовых культур гельминтами.

Технология внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений осуществляется агрегатами АВВ-Ф-2,8; АВВ-Ф-5; АВМ-Ф-2,8; АБО-Ф-2,8; МПВУ-16.

К применению жидкого навоза по этой технологии предъявляются следующие агротехнические, ветеринарно-санитарные и гигиенические требования:

- может использоваться жидкий навоз влажностью 92–97 %, навозная жижа, получаемая на молочных и откормочных комплексах и фермах КРС и свиней без предварительного разбавления водой. Может быть использован иловый осадок влажностью не более 92 % после механического разделения и отстаивания жидкого навоза;

- допускается применение после их карантинирования в хранилище в течение шести суток;

- среднегодовая норма азота, вносимого с жидким навозом без опасения ухудшения качества и поедаемости кормов, может составлять не более 200 кг/га, а при орошении 300 кг;

- при заложении специализированных кормовых севооборотов, при удобрении лугов, пастбищ и посевов многолетних трав, всю норму азота вносят в один прием. В остальных случаях 50–70 % жидкого навоза от нормы вносят под основную обработку почвы, 30–50 % при подкормке. Под основную обработку жидкий навоз вносят в осенне-весенние периоды (под зябь, весновспашку или в пару) в срок 5–15 дней;

– жидким навозом КРС удобряют кормовые и лугопастбищные культуры, многолетние травы. В случае если планируется применение свиного навоза, необходимо провести дегельментизацию;

– подкормку сенокосов, пастбищ и многолетних трав проводят в первые семь дней после скашивания с таким расчетом, чтобы после отрастания можно было использовать их не раньше, чем через 12–14 дней;

– при содержании в травостое 60 % бобовых дозу азота ограничивают 60–80 кг/на, внося преимущественно осенью, при 40 % бобовых дозу азота увеличивают до 120 кг/га;

– при внесении жидкого навоза на лугах и пастбищах полив чистой водой не требуется;

– глубина заделки жидкого навоза (при внутрпочвенном внесении) не менее 7 см, а на лугах и пастбищах должна быть ниже узла кущения трав. На участке с неровным микрорельефом вносят навоз 18–20 см, на ровных – 12–16;

– внутрпочвенно жидкие удобрения вносят под кормовые корнеплоды после появления пяти-шести листьев и после культивации вплоть до смыкания ботвы. Для уменьшения повреждений развитых листьев перед внесением жидкого навоза кормовую свеклу окучивают. Под кукурузу – после появления 8–12 листков до периода, когда высота растений не превышает 60–80 см.

– санитарные разрывы между участками, на которых проводится внутрпочвенное внесение жидкого навоза, и охранные зоны не требуются.

Требования к подготовке жидкого навоза для внесения внутрпочвенно:

– агрегаты для внесения жидкого навоза надежно работают, если в нем нет включений более 10 мм;

– при содержании включений до 10 мм его применяют без предварительной подготовки и только за 0,5–2 часа перемешивают;

– крупные включения размером более 10 мм должны быть отделены с применением механических разделителей жидкого навоза на фракции.

## **Технологические схемы и комплексы машин для внутрипочвенного внесения жидкого навоза**

Внутрипочвенное внесение жидкого навоза на лугах и пастбищах, а также междурядных обработках пропашных культур и при основной обработке почвы осуществляется по прямоточной, перегрузочной и перевалочной технологиям.

**Прямоточная технология:** агрегаты для внутрипочвенного внесения загружаются в центральных навозохранилищах или полевых накопителях, после чего они транспортируются и вносятся в почву.

**Перегрузочная технология:** навоз загружается в емкость транспортировщика-перегрузчика «Беларус-3022»+МЖТ-16, который транспортирует навоз в поле, и через верхний люк перегружают в агрегат для внутрипочвенного внесения, а затем вносят в почву.

**Перевалочная технология:**

– транспортировщик-перегрузчик транспортирует навоз в поле и перегружает его в емкость ЕЖУ-25, установленную на краю поля. Агрегаты для внутрипочвенного внесения самозагружаются из емкости и вносят навоз в почву.

## **Орошение животноводческими стоками**

Площадь земельных полей орошения (ЗПО) в РБ превышает ныне 12 тыс. га, которая в дальнейшем должна утроиться. Это позволяет использовать здесь в качестве удобрений свыше 10–12 млн м<sup>3</sup> животноводческих стоков.

ЗПО – это специализированные мелиоративные системы для приема предварительно подготовленной и обеззараженной жидкой фракции бесподстилочного навоза с целью использования ее для удобрительного орошения преимущественно многолетних трав. Такие сооружения могут быть трех типов:

- с круглогодичным приемом животноводческих стоков и круглогодичным орошением;
- с приемом стоков и орошением сельскохозяйственных угодий только в вегетационный период;
- с круглогодичным приемом сточных вод животноводческих комплексов в регулирующие емкости с удобрением полей в вегетаци-

онный период. Выбор той или иной технологии зависит от конкретных почвенно-климатических условий. Однако в нашей республике преимущество имеет ЗПО с круглогодичным приемом стоков в регулирующие емкости и дождеванием в вегетационный период.

Оросительные системы с использованием животноводческих стоков целесообразны при недостатке или неравномерном выпадении осадков в весенне-летний период и наличии значительных объемов бесподстильного навоза. ЗПО обычно создают вблизи свиноводческих комплексов мощностью 24 тыс. голов и более, где применяется гидросмыв экскрементов животных. Строят такие системы и вокруг крупных предприятий промышленного типа по откорму крупного рогатого скота (мощностью 10 тыс. голов и более).

В остальных случаях, когда объем отходов животных незначителен, экономически целесообразнее выносить бесподстильный навоз на поля мобильным транспортом или применять комбинированную систему: перекачка гомонизированного жидкого навоза по трубопроводам с помощью цистерн-разбрасывателей типа РЖТ (МЖТ).

Оросительная система с использованием животноводческих стоков состоит из следующих основных элементов: насосных станций подачи чистой воды, стоков и подготовительной смеси, узла подачи жидкой фракции навоза (эжектор или смесительная камера), напорных трубопроводов, поливной техники, дорог, линии электропередачи и связи, водохранилищ и других сооружений. Не исключается смешивание жидкой органики с водой и во всасывающем трубопроводе. Выбор оптимального варианта разбавлений стоков водой во время дождевания выполняется на основе технико-экономических расчетов, способа полива, месторасположения массива орошения.

Подготовка стоков к орошению заключается, прежде всего, в разделении их на твердую и жидкую фракции. Для этой цели на крупных свиноводческих комплексах используются специальные очистные сооружения, включающие ФАН-сепараторы, отстойники, центрифугу, систему транспортеров и другое оборудование. Все производственные процессы по разделению жидкого навоза и стоков на фракции автоматизированы. Однако имеющийся в республике опыт по использованию такой технологии показывает, что и здесь есть нерешенные вопросы. Прежде всего, это касается резер-

вуаров осветленных стоков (РОС). Очистка же их от осадка – сложная задача, поскольку можно легко повредить пленчатую гидроизоляцию дна и откосов этих сооружений. Устраивать же ее из твердых покрытий экономически не выгодно.

Для облегчения эксплуатации РОСы должны иметь не менее трех секций. Для уменьшения мощности насосных станций и длины магистральных трубопроводов эти сооружения следует разместить в пониженных элементах рельефа в зоне орошения. Наиболее подходят для таких целей разработанные карьеры и другие несельскохозяйственные угодья. При обосновании же размеров полевых накопителей необходимо учитывать региональные особенности территории. В условиях РБ они должны вмещать не менее чем годовой объем (а еще лучше 14-месячный) жидкой фракции бесподстилочного навоза, поступающей от животноводческого комплекса. Это обусловлено тем, что в один год из 3–5 на торфяных и из 5–10 на минеральных почвах, особенно на севере республики, большинство сельскохозяйственных культур не нуждается в дополнительном увлажнении.

Для дождевания стоками используются специальные машины, работающие от стационарной закрытой сети: ДНК-80, ДМУ-Асс, «Фрегат», «Днепр». Причем модифицированный «Фрегат» может работать только на хорошо подготовленных к поливу свиностоках, содержащих сухого вещества до 1 % при размере твердых включений не более 2,5 мм. Остальные дождевальные установки предназначены для полива жидкой фракции бесподстилочного навоза, содержащего до 2 % сухого вещества при размере частиц (кроме «Днепра») до 10 мм. Дождевальная машина «Волжанка» устойчиво работает лишь при наличии сухого вещества не более 1 % и диаметре включений до 3 мм. Причем среднесуточные дождевальные машины и аппараты качественно вносят жидкую фракцию на поля, когда скорость ветра не превышает 5 м/с, а длинноструйные (ДДН-100С, УД-2500) – 3 м/с.

Годовую норму стоков определяют для каждой культуры севооборота по выносу питательных веществ всем урожаем или только планируемой прибавкой. Расчеты показывают, что при утилизации жидкой фракции бесподстилочного навоза свиней в земледелии площадь ЗПО необходимо определять по фосфору, а при использовании стоков КРЧ – по калию. Недостающее же количество других элементов питания компенсируется внесением соответствующих

минеральных туков. При этом площадь ЗПО для утилизации жидкой фракции стоков свинокомплексов мощностью 54 и 108 тыс. голов должна составлять соответственно 1100 и 2200 га. Фактически она меньше, что затрудняет использование бесподстилочного навоза в земледелии и создает реальную угрозу загрязнения окружающей среды, особенно природных вод.

На орошаемых стоками угодьях многолетние злаковые травы должны занимать не менее 70–80 %. Создание луговых угодий на ЗПО имеет не только экономическое, но и экологическое значение. Обеспечивая высокую продуктивность, многолетние травы поглощают много воды и элементов питания, что препятствует вымыванию стоков из корнеобитаемого слоя. При необходимости (при высокой влажности почвы) их можно орошать жидкой фракцией навоза, содержащей 1,0–1,5 г азота на литр.

Другие культуры, особенно свекла, кукуруза, плохо переносят полив стоками, не разбавленными водой. Для них содержание азота в 1 литр не должно превышать соответственно 500 и 80 мг. Примерно такая же концентрация этого элемента должна быть при орошении стоками зерновых культур. Причем общая норма азота за вегетационный период для многих злаковых трав обычно составляет от 300 кг/га или в два раза больше, чем для ячменя, овса или озимой ржи. Что касается бобовых трав, то, как показывает практика, они не устойчивы на ЗПО и нередко выпадают. Их поливать стоками целесообразно лишь тогда, когда доля клевера в травостое не превышает 40 %.

Для эффективного использования элементов питания и предотвращения природных вод от загрязнения стоки следует вносить дробно под каждый укос злаковых трав. Во влажные годы, особенно в весенний период, целесообразно применять азотные туки, а под второй и третий укосы – жидкие органические удобрения. Причем перезалужение орошаемых угодий необходимо проводить через 4–5 лет, что объясняется нарушением дернины при уборке зеленой массы, а также некоторым ухудшением водно-физических свойств, связанных при интенсивных поливах.

Ранние травостои должны занимать 25–30 % общей площади луговых угодий, средние – 40–50 и поздние – 25–30 %. Это позволит создать бесперебойный зеленый конвейер и хорошую сырье-

вую базу для приготовления высококачественной травяной муки, силоса и сенажа.

На ЗПО происходит не только утилизация стоков, но и их доочистка. Взаимодействуя с почвой, они превращаются в минеральные соединения. Наиболее активен этот процесс в теплый период года и при оптимальных нормах жидких органических удобрений. Понижение температуры и переувлажнение уменьшают самоочищающуюся способность почвы. Более того, усиливается фильтрация стоков из пахотного слоя. В этой связи особенно нецелесообразно так называемое вневегетационное орошение на почвах легкого механического состава. К тому же, разовая норма полива даже во время роста трав не должна превышать 150–200 м<sup>3</sup>/га. По окончании орошения стоками травы необходимо поливать чистой водой, что улучшает качество корма и уменьшает коррозию металла. При внесении ими удобрений целесообразны поинтервальные поливы. Суть их в следующем: дождевальные аппараты включают в работу примерно на 30 мин. и затем отключают. Так повторяют несколько раз, пока не внесут нужное количество жидкой фракции. В этом случае она впитывается почвой и поверхностного смыва не происходит. Кроме того, не осушенных угодьях дренажный сток необходимо аккумулировать для полива, а также устраивать лесозащитные полосы на ЗПО и вокруг сооружений по обработке навоза.

Окупаемость жидких органических удобрений урожаем и производительностью дождевальных машин возрастает на выровненных площадях. Поэтому на участке с выраженным микрорельефом необходимы планировочные работы, с помощью которых уклоны поверхности доводят до 0,02 и менее.

Косьбу трав на ЗПО следует проводить не раньше, чем через 2–3 недели после полива стоками. И только, если зеленая масса используется для заготовки обезвоженных кормов, этот срок можно несколько уменьшить.

Применение животноводческих стоков в качестве удобрений экономит средства на покупку минеральных туков. Становится излишней искусственная биологическая очистка жидкой органики, затраты на которую достигают до 50 % сметной стоимости комплекса.

## **Ветеринарно-санитарные требования по охране почвы от загрязнений отходами животноводческих предприятий**

Ветеринарно-санитарное состояние ферм и комплексов.

Концентрация животных приводит к накоплению бактериальных, вирусных, паразитарных возбудителей болезней в окружающей внешней среде (воздух, почва). В настоящее время установлено, что экскременты являются источником распространения более 100 заболеваний животных и человека. Использование зараженного навоза в качестве удобрения способствует рассеиванию возбудителей болезней на большом пространстве, что, в конечном счете, приводит к распространению инфекционных и инвазионных заболеваний среди животных.

Различают две формы навоза: твердый (фекалии с подстилкой) и жидкий (фекалии с мочой и водой при гидросмыве). По качественному составу жидкий навоз напоминает обычный навоз и навозную жижу, однако по физико-химическому составу и микробиологическому составу среды они идентичны. Разбавление навоза водой перед хранением или в период хранения его в соотношении 1:10 приводит к увеличению выживаемости возбудителей болезней более чем в 3 раза.

Количество навоза, полученного в сутки от одной головы скота, зависит от вида животного, системы содержания, рациона и количества подстилки. Навоз является одним из вторичных источников инфекции, так как она является благоприятной средой для различных микроорганизмов. Известно, что 14,7 % – 18,7 % общего веса экскрементов крупного рогатого скота составляют бактерии. Количество бактерий в 1 мг достигает 20–165 млн клеток.

В навозе, полученном от больных инфекционными болезнями животных, удавалось выделить возбудителей сибирской язвы, туберкулеза, бруцеллеза, возбудителей паратифа и колибацеллеза, вируса ящура и др. Велика роль навоза в распространении термотомикозов. В фекалиях животных может содержаться также огромное количество яиц и личинок гельминтов.

В табл. 7.5 приведены данные выживаемости некоторых возбудителей болезней животных.

Таблица 7.5

Продолжительность жизнедеятельности некоторых возбудителей болезней животных в твердом навозе

Заболевание животных	Срок сохранения возбудителя
Туберкулез	Более 7 месяцев
Бруцеллез	38–160 суток
Паратуберкулез	Более 11 месяцев
Ящур	111–168 суток
Пастереллез	72 дня
Паратиф крупного рогатого скота	150 суток
Чума крупного рогатого скота	Более 2 суток
Паратиф овец	90 суток
Дизентерия ягнят	3–5 суток
Стригущий лешай	Более 8 месяцев
Вибриоз	20 дней
Листерия	5–7 месяцев
Яйца аскарид, парааскарид, стронгилят	Более 6 месяцев

Навозные стоки могут принести вред, в первую очередь, из-за содержания в них патогенной микрофлоры, личинок и яиц гельминтов, других возбудителей инвазионных заболеваний и семян сорных растений.

Инфекционные заболевания животных составляют 2–4 % всех заболеваний. Однако вспышка острозаразных болезней сельскохозяйственных животных приводит к тяжелым последствиям и большому экономическому ущербу. При некоторых инфекционных заболеваниях (чума, ящур) все животные подлежат убою, при других – ветеринарные требования ниже, но во всех случаях вспышка инфекционного заболевания оборачивается бедствием. Имеется много наблюдений, свидетельствующих об огромном ущербе, наносимом животноводству паразитарными заболеваниями.

Исследования на зараженность животных гельминтами в хозяйствах промышленного типа в РБ проведены И. С. Жариковым, М. В. Якубовским, С. С. Липницким, М. А. Гузенком.

Так, в комплексах по производству молока проведенными исследованиями выявлено значительное количество коров, инвазированных фасциолами, парафистоматидами и стронгилиятами, – соответственно 21,83 %, 14,72 % и 38,78 %.

В комплексах по откорму крупного рогатого скота инвазированность животных гельминтами, как показали исследования, находится в прямой зависимости не только от технологии комплектования, но и технологии кормления и содержания откармливаемого поголовья.

Так, в комплексах, где на откорм ставится молодняк 5–8-месячного возраста, животные инвазированы не только стронгилиятами – 56–64 %, а также фасциолами – 5,65 %, парамфистоматидами – 6,05 % и трихоцефалами – 4,56 %.

Причем, с возрастом откармливаемого поголовья инвазированность одними гельминтами увеличивается – фасциолами с 2,9 % до 11,0 %, парамфистоматидами с 1,78 % до 13,0 %, а другими – уменьшается: стронгилиятами – с 57,4 % до 50,0 %, трихоцефалами – с 7,44 % до 3,50 %.

В откормочных комплексах с технологией комплектования бычками-молочниками не старше 20-дневного возраста, зараженность молодняка гельминтами значительно ниже, по сравнению с вышеописанными хозяйствами.

### **Предложения по ветеринарно-санитарной охране почв от загрязнения отходами животноводческих предприятий**

1. Соблюдать технологию комплектования и содержания животных на фермах и комплексах (своевременное исследование на инфекционные и инвазионные заболевания животных и соответствующая их обработка).

2. Своевременно удалять навозные стоки из животноводческих помещений и осуществлять их транспортировку к местам хранения.

3. Определить объем основных сооружений для хранения навозных стоков в зависимости от срока и цели хранения. При круглогодичном внесении их в почву объем сооружений рассчитывают на двух-трехмесячное хранение.

4. Разрешается использование в качестве органического удобрения навозных стоков, не содержащих возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний.

5. Инвазированные навозные стоки в качестве органического удобрения разрешается использовать только на полях под технические культуры, а также под кормовые, которые перед скормливанием скоту подлежат термообработке или силосованию (на период, пока не будут разработаны и внедрены эффективные методы обеззараживания).

6. Запретить внесение навозных стоков, содержащих возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний, на культурные пастбища, а также поля, на которых выращиваются овощные, пропашные и другие культуры, используемые для пищевых целей.

Способы обеззараживания твердого и жидкого навоза.

Общие положения

При проектировании сооружений по подготовке навоза к использованию, получаемого на всех типоразмерах и направлениях животноводческих предприятий, системы сооружений должны обеспечивать возможность сбора, карантинирования и обеззараживания всего объема инфицированного (в случае эпизоотии) навоза любой влажности.

Системы должны обеспечивать своевременное удаление навоза из помещений и исключить рассеивание инфицированного навоза внутри помещений. Для исключения перезаражения животных личинками гельминтов в помещениях кратность тщательной уборки навоза с полов должна быть не реже 1 раза в 6 дней.

При возникновении инфекционных болезней и поступлении возбудителей в навоз его обеззараживают одним из следующих способов:

- биологический (длительное выдерживание);
- химический (аммиаком или формальдегидом);
- физический (термическая обработка).

При применении биологического способа обеззараживания путем длительного выдерживания (не менее 12 месяцев) в секционных хранилищах, количество секций должно быть не менее четырех, из расчета, что две могут быть заняты инфицированным навозом, а две других должны обеспечивать прием неинфицированного навоза. Емкости (секции) должны иметь водонепроницаемые покрытия. Объем каждой секции, в зависимости от мощности фермы или комплекса, принимается из расчета сбора всего объема инфицированного навоза за период эпизоотии.

Сроки выдерживания инфицированного навоза при биологическом способе обеззараживания могут корректироваться органами районной или областной ветеринарно-санитарной службы, в зависимости от вида возбудителей заболевания.

Принципиальная схема системы сооружений и оборудования, обеспечивающая обеззараживание химическим способом, включает: приемный резервуар, контактный резервуар с оборудованием для гомогенизации, станцию перекачки и резервуар для инфицированных стоков.

Принципиальная схема системы сооружений и оборудования, обеспечивающих обеззараживание термическим способом включает: приемные резервуар, установку для термообработки, станцию перекачки.

Принципиальная схема системы сооружений и оборудования, обеспечивающего обеззараживание биологическим способом, включает:

- для анаэробного сбраживания – приемный резервуар, резервуар-усреднитель, устройство для подогрева навоза, реактор для сбраживания, сооружения для хранения биогаза, станцию перекачки;

- для биопрудов – систему разделения (отстойники), пруд-накопитель, водорослевый, рачковый и рыбный пруды, пруд чистой воды и насосную станцию;

- для выдерживания – приемный резервуар, емкость для инфицированных стоков, станцию перекачки.

В качестве емкости для инфицированных стоков может служить секция секционного прифермского или полевого навозохранилища, рассчитанная не менее чем на двухмесячный выход стоков.

### **Обеззараживание навоза**

Для обеззараживания навоза методом длительного выдерживания оборудуют секционное водохранилище, секции которого заполняют поочередно.

Инфицированный твердый навоз укрывают торфом или обеззараженным навозом слоем не менее 10 см, а жидкий навоз, выдерживаемый в хранилищах, покрывают масляным альдегидом слоем 1–2 см. Твердый и жидкий навоз, загрязненный возбудите-

лями не спорообразующих инфекций (кроме туберкулеза), обеззараживают методом выдерживания в навозохранилище в течение 12 месяцев, а навоз, обсемененный микробактериями туберкулеза, обеззараживают методом выдерживания в течение 2-х лет.

Для ферм и комплексов по производству молока, построенным по действующим типовым проектам, возможно применять химические способы обеззараживания, с использованием формальдегида и жидкого аммиака, биологические, с применением метантенков и емкостей для выдерживания. Выбор способа зависит от принятой в проекте технологии обработки и хранения навоза.

Обеззараживание жидкого (до разделения на фракции), а также полужидкого навоза, навозных стоков, ила и осадка, контаминированных возбудителей не спорообразующих инфекций и инвазий, проводят жидким аммиаком.

Для доставки жидкого аммиака используют автоцистерны. Аммиак подают после перемешивания навоза в хранилище непосредственно из цистерны с помощью шланга, заканчивающегося иглой, спускаемой на дно емкости. Иглу перемещают в навозохранилище через каждые 2 м. После обработки навоза поверхность хранилища укрывают полиэтиленовой пленкой или наносят масляный альдегид слоем 1–2 м, обеззараживание достигается при расходе 30 кг аммиака на 1 м<sup>3</sup> массы и экспозиции 2 суток. Обеззараживаемый навоз рекомендуется вносить внутрпочвенным методом под запашку.

Жидкий навоз, контаминированный не спорообразующими патогенными микроорганизмами (кроме микробактерий туберкулеза), обеззараживают также формалином. На 1 м<sup>3</sup> жидкого навоза расходуют 7,5 л формалина с содержанием 38 % формальдегида при перемешивании массы в течение 6 часов. Экспозиция – 72 часа. Формалин доставляют автоцистернами АЦ-4.2.130.

Твердый навоз, получаемый от животных, больных или подозрительных по заболеванию сибирской язвой, эмфизематным карбункулом, сапом, инфекционной анемией, бешенством, энцефаломиелитом, чумой крупного рогатого скота, африканской чумой лошадей, паратуберкулезным энтеритом, сжигают, а жидкий навоз подвергают термической обработке.

Твердый (подстилочный) и жидкий навоз, а также их фракции и избыточный ил, содержащие яйца и личинок гельминтов, подлежат дегельминтизации одним из способов биологической, химической и/или физической обработки в технологической системе подготовки и использования навоза. При этом режимы обработки отмеча-

ются от применяемых для дезинфекции навоза некоторыми параметрами, учитывающими особенности устойчивости возбудителей инвазионных болезней.

### **Биологические методы**

Твердую фракцию, получаемую в процессе гравитационного разделения жидкого свиного навоза в фильтрационно-осадительных сооружениях (отстойниках, оборудованных дренажным коллектором и шандорными устройствами для обеззараживания массы), выдерживают для естественной дегельминтизации после ее обезвоживания в течение 3,5 месяца весенне-летнего периода (май-август).

При выгрузке твердой фракции из сооружений до истечения указанной эпизоотии ее складировать на площадке компостирования, которую оборудуют вблизи указанных сооружений. Приготовленную смесь твердой фракции с торфом и минеральными удобрениями выдерживают в буртах при параметрах, аналогичных для твердой фракции.

Твердая фракция, получаемая после механического разделения жидкого навоза крупного рогатого скота, при влажности массы 74–76 %, подлежит биотермической обработке в буртах высотой до 2 м и произвольной длины. Срок дегельминтизации – 2 месяца в весенне-летний и до 2-х месяцев в осенне-зимний период. Максимальная температура в центральной зоне бурта 57–60 %.

Срок дегельминтизации полужидкого навоза крупного рогатого скота, накапливаемого в хранилищах, оборудованных под решетчатыми полами животноводческих помещений при влажности массы 85–87 %, составляет 5 месяцев. За этот период в нем погибают яйца стронгилят, мониезий. Срок дегельминтизации определяется после заполнения хранилища.

При искусственной биологической обработке жидкого навоза крупного рогатого скота и свиней при влажности массы 92–95 % методами аэробного сбраживания гибель яиц гельминтов достигается при достижении температуры массы во всех слоях 52–57 % в течение трех часов.

Дегельминтизация твердого навоза крупного рогатого скота и овец при влажности массы 67–69 % достигается в буртах через месяц в весенне-летний период и через 2 месяца в осенне-зимний период.

Дегельминтизация жидкой фракции, получаемой после механического или гравитационного разделения стоков, обеспечивается путем отстаивания не менее 2-х суток в отстойниках перед использованием для орошения сельскохозяйственных угодий.

Для исключения поступления осадка в оросительную сеть патрубков трубопровода, по которому жидкая фракция подается из накопителя в оросительную сеть, устраивают на глубину 50 см от дна накопителя.

Образующийся в накопителях осадок удаляют не реже одного раза в сезон и вносят под заправку под технологические культуры или внутривосевным методом под многолетние травы.

В технологических системах двухступенчатой очистки жидкой фракции стоков свиноводческих комплексов (на 54 и 108 тыс. свиной в год) эффективность ее дегельминтизации составляет 97–100 %, в зависимости от нагрузки стоков на сооружения. Основные направления использования получаемой здесь жидкой фракции – для орошения сельскохозяйственных угодий, занятых многолетними травами, для получения силоса, сенажа, травяной муки.

### **Химический метод**

Дегельминтизация жидкого навоза свиной и крупного рогатого скота, а также иловосадка, получаемого при биологической обработке стоков свиноводческих комплексов, обеспечивается путем обработки жидким аммиаком при параметрах, указанных выше.

### **Физический метод**

Тепловая обработка в пароструйных аппаратах. Метод обеспечивает обеззараживание дегельминтизации жидкого навоза, навозных стоков и ила с влажностью 93–97 % в режиме: при температуре 130 С, экспозиции – 10 мин. Метод рекомендуется для обеззараживания стоков для орошения сельскохозяйственных угодий.

дий, занятых кормовыми культурами для зеленой витаминной массы, корнеклубнеплодами и овощными культурами.

В установках контактного нагрева дегельминтизация стоков достигается при температуре их на выходе из установки 48–50 °С и времени контакта обрабатываемой массы с высокотемпературным факелом при одновременном ее обрабатывании 3 мин.

Сушка экскрементов является в настоящее время одним из наиболее часто рекомендуемых методов их обработки. При сушке достигается полное обеззараживание навоза. Сушка чаще всего применяется для обработки птичьего помета.

Методы обеззараживания навоза с использованием электрической энергии (электрическая обработка, электрокоагуляция, очистка на базе электролиза и электроимпульсная обработка) находятся на разных стадиях разработки.

### **Биотермическое обеззараживание навоза**

При биотермическом обеззараживании возбудители инфекционных болезней, личинки и яйца гельминтов погибают под действием высокой температуры, которая создается в результате размножения в навозе термогенной микрофлоры.

Биотермическую обработку навоза проводят на специально отведенном огороженном месте, не ближе 200 м от жилых и животноводческих помещений, водоемов и колодцев. На участке вырывают котлован шириной 3–4 м и глубиной 25 см. Дно должно иметь уклон к середине, где по длине котлована делается желоб глубиной и шириной до 50 см. Дно и боковые стенки желоба цементируют или облицовывают слоем жидкой глины толщиной 15–20 см.

Перед укладкой навоза желоб закрывают жердями. На дно котлована настилают слой соломы или сухого соломистого незараженного навоза толщиной 25–40 см. На этот слой рыхло укладывают зараженный навоз в виде пирамиды высотой 1,5–2 м. Уложенный штабель сверху и с боков укрывают соломой, торфом или незараженным навозом толщиной 10–15 см (зимой 40 см), а затем слоем земли (10 см).

Зараженный навоз должен выдерживаться в штабелях летом не менее одного месяца после окончания укладки штабеля, а зимой этот же срок с момента подъема в нем температуры до 60–70 °С.

### **Система контроля за санитарным состоянием животноводческих ферм**

1. В животноводческих помещениях должен постоянно поддерживаться оптимальный микроклимат, который находится в прямой зависимости от надежной работы системы вентиляции и навозо-удаления.

Вентиляция должна обеспечивать содержание в помещениях вредных газов в пределах допустимых концентраций (ПДК). Так, ПДК аммиака для взрослого крупного рогатого скота и свиней 20 кг/м<sup>3</sup>; сероводорода в 2 раза ниже.

В связи с тем, что жидкий навоз выделяет в окружающую среду повышенное количество вредных газов, систему гидроуборки навоза обязательно необходимо оборудовать местной вытяжкой и системой вентиляции. Количество удаляемого воздуха из каналов местной вентиляции должно составлять 70 % от общего воздухообмена, но не меньше 30 % в помещениях для крупного рогатого скота и 50 % для содержания свиней (согласно нормам технологического проектирования систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета).

Это способствует не только понижению содержания вредных газов в помещении, но и понижению загрязненности воздуха пылью и микробактериями, что очень важно для профилактики инфекционных болезней животных, возбудители которых могут распространяться и аэрогенным путем.

Контроль состояния микроклимата в помещениях осуществляют с помощью зооигиенических приборов: психрометров, универсальных газоанализаторов с набором индикаторных порошков, кататермометров и др.

2. С целью своевременного выявления в стадах крупного рогатого скота животных, больных инфекционными и паразитными заболеваниями, все поголовье обследуют на туберкулез, бруцеллез, лейкоз, паразитные заболевания (выборочно) при постановке на

стойловое содержание и при выгоне на пастбища. В свиноводческих хозяйствах (за исключением племенных) обследование поголовья на бруцеллез, лептоспироз проводят выборочно. Кроме того, для предупреждения возникновения инфекционных заболеваний у животных, с учетом эпизоотической обстановки хозяйств, проводят необходимые прививки и обработки, в соответствии с действующими инструкциями и наставлениями.

К работе на животноводческих фермах и комплексах допускают лишь совершенно здоровых людей после предварительного полного медицинского обследования. В дальнейшем медицинские осмотры обслуживающего персонала проводят не менее 2 раз в год.

3. В системе ветеринарно-санитарных мероприятий исключительно важное значение имеют профилактическая дезинфекция и дезинсекция, которые проводят по плану, где предусматривают сроки, методы, режимы работ, потребности в дезинфицирующих средствах.

Работники районной ветеринарной лаборатории обязаны осуществлять контроль качества дезинфекции.

4. Для обеспечения высокой санитарной культуры на животноводческих фермах и комплексах кроме текущей ежедневной уборки, 1–2 раза в месяц необходимо проводить санитарный день. В этот день после механической очистки в помещениях проводят текущий ремонт полов, кормушек, окон, инвентаря и оборудования. В санитарный день тщательно чистят и моют животных, убирают навоз, остатки кормов и всевозможный мусор.

5. Сооружения для обработки жидкого навоза должны располагаться за пределами ограждения промышленных животноводческих комплексов.

6. Все сооружения и строительные элементы системы удаления жидкого навоза из животноводческих помещений, его обработки, хранения и транспортирования должны быть выполнены и оснащены гидроизоляцией, исключаяющей инфильтрацию грунтовых вод в технологическую линию, а также фильтрацию жидкого навоза и стоков в водоносные горизонты.

7. Территория сооружений для обработки и хранения жидкого навоза должна быть ограждена, защищена многолетними зелеными насаждениями, благоустроена и иметь проезды и подъездную доро-

гу с твердым покрытием шириной 3,5 м. Ширина лесозащитной полосы должна быть не менее 10 м.

8. На очистных сооружениях промышленных ферм должны быть предусмотрены карантинные хранилища, рассчитанные на шестисуточное выдерживание жидкого навоза. В течение этого периода уточняют эпизоотическую обстановку на комплексе.

При появлении эпизоотии всю массу жидкого навоза, начиная с карантинных хранилищ, обеззараживают до его разделения на фракции. Обеззараженный навоз обрабатывают и используют по технологии, утвержденной в установленном порядке.

Если в течение времени выдерживания жидкого навоза в карантинных хранилищах не зарегистрированы опасные заболевания животных, то навоз до его разделения на фракции не обеззараживают и транспортируют для дальнейшей обработки и использования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агропромышленный комплекс: Перерабатывающая промышленность / С. Б. Шапиро [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Т. П. – 2008. – 168 с.
2. Агропромышленный комплекс: Сельское хозяйство / С. Б. Шапиро [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Т. I. – 2008. – 284 с.
3. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2006. – 288 с.
4. Агрохимические регламенты повышения плодородия почв и эффективного использования удобрений / В. В. Лапа [и др.]. – Горки: БГСА, 2002. – 48 с.
5. Адаптивные системы земледелия в Беларуси /В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: ААН РБ, 2001.– 308 с.
6. Анализ изменения содержания гумуса в почвах пахотных и кормовых угодий Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений. – 2004. – № 28. – С. 3–18.
7. Андреев, В. А. Меры борьбы с сорняками при производстве органических удобрений: Рекомендации / В. А. Андреев, П. Д. Попов, А. В. Быкова. – М., 1988. – 16 с.
8. Барановский, И. Н. Эффективность традиционных и новых видов органических удобрений в Центральном районе Нечерноземной зоны России / И. Н. Барановский. – Тверь, 2001. – 172 с.
9. Богдевич, И. М. Агрохимические показатели плодородия почв и мероприятия по их улучшению / И. М. Богдевич // Весці НАН Беларусі, серыя аграрных навук. – 2005. – № 4. – С. 48–59.
10. Богдевич, И. М. Влияние органических и минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур в звене севооборота /И. М. Богдевич, С. В. Тарасюк, В. А. Довнар // Почвоведение и агрохимия. – 2002. – № 32. – С. 60–68.
11. Богдевич, И. М. Инструкция по разработке программы «Производство и применение органических удобрений в колхозе,

совхозе)/ И. М. Богдевич, Г. В. Василюк, В. А. Тикавый. – Минск : БелНИИПА, 1985. – 24 с.

12. Богдевич, И. М. Концепция повышения плодородия почв Республики Беларусь / И. М. Богдевич, Н. И. Смеян, В. В. Лапа // Ахова раслін. – 2002. – №1. – С. 8–11.

13. Босак, В. Проблемы воспроизводства гумуса в земледелии Республики Беларусь / В. Босак // Сейбіт. – 2006. – № 3. – С. 4–5.

14. Босак, В. Н. Органические удобрения: монография / УО «Полесский государственный университет». – Пинск: Полес. ГУ, 2009. – 256 с.

15. Босак, В. Н. Динамика содержания гумуса в зависимости от применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак // Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты их от деградации. – Минск : ИЛА НАН Беларуси, 2006. – С. 51–53.

16. Васильев, В. А. Справочник по органическим удобрениям / В. А. Васильев, Н. В. Филиппова. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 255 с.

17. Василюк, Г. В. Влияние известкования на урожаи и качество картофеля при различных системах удобрения / Г. В. Василюк, В. Ю. Агеец, Н. В. Клебанович// Почвоведение и агрохимия. – 1991. – № 27. – С. 63–72.

18. Васько, А. С. Нетрадиционные виды органики и снижение содержание нитратов в картофеле/ А. С. Васько// Актуальные проблемы современного картофелеводства. – Самохваловичи, 1997. – С. 117–118.

19. Васько, А. С. Современные использования почвенных ресурсов и повышения их производительности/ А. С. Васько// Горки, БГСХА. – 1998. – С. 23–25.

20. Васько, А. С. Эффективность применения компостов на основе полужидкого навоза, соломы, торфа и костры льна на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях Республики Беларусь: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.04 / НАН Беларуси/ А. С. Васько. – Минск, 1998. – 20 с.

21. Васько, А. С. Агрохимическая характеристика нетрадиционных органических удобрений / А. С. Васько // Агроэкологические проблемы использования органических

удобрений на основе отходов промышленного животноводства. – Владимир, 2006. – С. 172–175.

22. Васько, А. С. Коэффициенты использования питательных веществ из вермикомпостов на среднекультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве / А. С. Васько // Агрэкологічныя праблемы выкарыстання арганічных удобраяў на аснове адходаў прамысловага жыватноводства. – Владимир, 2006. – С. 185–187.

23. Васько, А. С. Применение вермикомпостов и вынос элементов питания сельскохозяйственных культур / А. С. Васько // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях: Материалы междунар. науч.-прак. конф. – Горки, 2007. – С. 24–28.

24. Васько, А. С. Нетрадиционные органические удобрения в формировании урожая и плодородия почв / А. С. Васько // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 4–8 июня 2007 г.). – Минск, 2007. – С. 53–60.

26. Васько, А. С. Сравнительная оценка влияния органических удобрений на групповой состав гумуса на различных элементах рельефа / А. С. Васько, Е. Ф. Валеяша // Горки: БГСХ, 2010. – С. 141–146.

27. Горбылева, А. И. Почвоведение : учеб. пособие / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, Е. И. Петровский ; под ред. А. И. Горбылевой. – 2-е изд., перераб. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2012. – 400 с.

28. Гаврильчик, Н. С. Оценка энергетической эффективности использования различных органических удобрений / Н. С. Гаврильчик, Г. А. Соколов /. Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1. – С. 188–191.

29. Довбан, К. И. Производство и применение органических удобрений в сельском хозяйстве зарубежных стран и возможности использования их опыта в Белорусской ССР / К. И. Довбан, В. А. Тикавый, А. С. Шуканов. – Минск : БелНИИТИ, 1985. – 55 с.

30. Ефремов, Р. Ф. Изучение роли органического вещества навоза в повышении плодородия дерново-подзолистых почв / Р. Ф. Ефремов // Результаты исследования органического вещества

почвы в длительных опытах с удобрениями стран СНГ (проект EuroSomnet). – М.: ВИУА, 2000. – С. 33–43.

31. Ивахненко, Н. Н. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве / Н. Н. Ивахненко, А. С. Васько // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1. – С. 225–228.

32. Использование жидкого навоза и навозных стоков животноводческих комплексов при внесении их мобильным транспортом с организацией природоохранных мероприятий / В. А. Тикавый [и др.]. – Минск: БелНИИПА, 1989. – 32 с.

33. Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии / ред. А. И. Еськов, М. Н. Новиков. – М. : РАСХН-ВНИПТИОУ, 2002. – 382 с.

34. Воспуков, В. К. Машины и оборудование для животноводства / В. К. Воспуков, Д. Ф. Кольга. – Минск : Беларусь, 2005. – 366 с.

35. Дашков, В. Н. Энергосберегающие аспекты применения новых технологий и оборудования для производства молока в Республике Беларусь / В. Н. Дашков, В. И. Передня, В. О. Китиков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: Труды 3-й междунар. науч.-техн. конференции (14–15 мая 2003 г., Москва, ГНУ ВНЭСХ). Ч. 3. М.: ГНУ ВНЭСХ, 2003. С. 147–152.

36. Добышев, А. С. Основные направления ресурсосбережения в сельском хозяйстве / А. С. Добышев, А. Н. Карташевич. – Гомель : Развитие, 2007–168 с.

37. Животноводческие комплексы и охрана окружающей среды/ Ю. И. Ворошилов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1991. – 107 с.

38. Кантере, В. М. Современные методы утилизации отходов свинооткормочных комплексов / В. М. Кантере [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1988. – 158 с.

39. Кольга, Д. Ф. Энергосберегающие технологии и технические средства уборки и утилизации навоза : учеб. пособие / Д. Ф. Кольга, В. С. Сыманович, С. Л. Коновалов. – Минск : БГАТУ, 2009. – 63 с.

40. Кольга, Д. Ф. Экономические проблемы и пути утилизации навоза на свиноводческих комплексах : монография. – Минск : БГАТУ, 2007. – 138 с.

41. Кольга, Д. Ф. Животноводческие фермы и комплексы – источник экологического давления на окружающую среду/ Д. Ф. Кольга, И. М. Швед. – Агропанорама. – 2010. – № 4. – С. 32–35.

42. Кольга, Д. Ф. Новые технологии и технические средства утилизации навоза на животноводческих фермах и комплексах : монография /Д. Ф. Кольга, Н. В. Казаровец. – БГАТУ, 2014. – 143 с.

43. Лазарчик, В. Е. Агробиологическая оценка вермикомпостов и их влияние на свойства почвы и урожай культур севооборота / В. Е. Лазарчик [и др.]. Развитие почвенно-экологических исследований (К 50-летию учебно-опытного экологического центра МГУ). – М. 1999. – С. 220–230.

44. Лукашевич, Н. М. Механизация уборки, переработки и хранения навоза и помета : учеб. пособие / Н. М. Лукашевич. – Мозырь : «Белый ветер», 2000. – 248 с.

45. Максимова, С. Л. Почвенные грунты и биогумус / С. Л. Максимова, А. С. Васько // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 8. – С. 34–36.

46. Мерзлая, Г. Е. Агрэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза /Г. Е. Мерзлая, М. Н. Новиков, А. И. Еськов, С. И. Тарасов // М : Россельхозакадемия. – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. – 463 с.

47. Методические рекомендации по реконструкции и техническому перевооружению ферм. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2000. – 228 с.

48. Мычко, И. А. Новые технологии содержания животных / И. А. Мычко // В кн. «Совершенствование существующих и создание новых генотипов и технологий содержания свиней». Жодио : БелНИИЖ, 1995. – С. 82–83.

49. Новые технологии и оборудование для технического перевооружения и строительства свиноводческих ферм и комплексов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 246 с.

50. Приемы снижения семян сорных растений в органических удобрениях, приготовленных на основе ПЖН, торфа, соломы, костры/В. А. Тикавый, А. К. Малько, А. С. Васько и др. // Рекомендации, Мн., БелНИИПА, 1993. – 14 с.

51. Повышение эффективности функционирования технических путей подготовки навоза к использованию. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2000. – 84 с.

52. Рекомендации по реконструкции свиноводческих комплексов и ферм. – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2006. – 216 с.

53. Тараторкин, В. М. Сберегающие технологии в животноводстве / В. М. Тараторкин // Механизация сельского хозяйства. – 2005. – № 7. – С. 32–33.

54. Тараторкин, В. М. Ресурсосберегающие технологии в молочном животноводстве и кормопроизводстве / В. М. Тараторкин, Е. Б. Петров. – М. : Колос, 2009. – 376 с.

55. Техническое обеспечение процессов в животноводстве : учеб. пособие / Д. Ф. Кольга [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 576 с.

56. Тикавый, В. А. Повышение качества органических удобрений путем повторного компостирования перегноя с бесподстилочным навозом // А. А. Тикавый и др. Почвоведение и агрохимия. – Вып. № 28. – Мн. – Ураджай, 1991. – С. 147–152.

57. Технологии содержания молочного скота / А. Ф. Трофимов [и др.] // Сельскохозяйственный вестник. – 2011. – № 3. – С. 22–23.

58. Технология использования жидких органических удобрений на луговых угодьях, исключая загрязнение почв и природных вод и инкрустацию солей на напорных трубопроводах / под общ. ред. А. П. Лихацевича. – Минск : БГАТУ, 2005. – 64 с.

59. Тиво, П. Ф. Эффективное использование бесподстилочного навоза / П. Ф. Тиво, С. Г. Дробот. – Мн. : Ураджай, 1988. – 166 с.

60. Шило, И. Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства : монография / И. Н. Шило, В. Н. Дашков. – Минск : БГАТУ, 2008. – 183 с.

61. Энергосбережение в животноводстве / Н. С. Яковчик [и др.]. – Мн.: Дзэбор, 1998. – 292 с.

62. ASTM. Standart X-ray Diffraction Powder Pattens Inorganik. Philadelphia, 1967. V. 6, № 125. V. 28., №60. V. 15, №762. V. 18, № 303.

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**РЕПОЗИТОРИЙ БГАТУ**

*Научное издание*

**Кольга** Дмитрий Федорович,  
**Васько** Анна Станиславовна

**ПЕРЕРАБОТКА НАВОЗА  
В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ  
ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ**

Ответственный за выпуск *Д. Ф. Кольга*  
Редактор *Г. В. Анисимова*  
Корректор *Г. В. Анисимова*  
Компьютерная верстка *Е. А. Хмельницкой*  
Дизайн и оформление обложки *Д. О. Бабаковой*

Подписано в печать 15.09.2017 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 5,81. Тираж 100 экз. Заказ 457.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/359 от 09.06.2014.  
№ 2/151 от 11.06.2014.  
Пр-т Независимости, 99-2, 220023, Минск.