

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

КОМИТЕТ ПО СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ
И ПРОДОВОЛЬСТВИЮ МОГИЛЕВСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

*Рекомендации
для специалистов сельского хозяйства
и агрохимической службы АПК, преподавателей, аспирантов,
магистрантов и студентов высших учебных заведений
аграрного профиля*

Горки
БГСХА
2015

УДК 631.151.2:631/635:631.867.87(072)

ББК 41.4я7

П75

*Утверждено на коллегии Комитета по сельскому хозяйству
и продовольствию Могилевского облисполкома.*

Постановление № 15-4 от 27.04.2015 г.

Рекомендовано Научно-техническим советом УО «БГСХА».

Протокол № 2 от 10.03.2015 г.

Авторы:

доктора сельскохозяйственных наук, профессора
И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова, П. А. Саскевич;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик
НАН Беларуси *А. Р. Цыганов*; первый заместитель председателя
Могилевского облисполкома, председатель комитета по сельскому
хозяйству и продовольствию *О. И. Чикида*;
кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
А. С. Мастеров, О. И. Мишура, М. В. Царева;
аспиранты кафедры агрохимии *Е. М. Мастерова, С. Р. Чуйко*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией
защиты кормовых и технических культур РУП «Институт защиты
растений НАН Беларуси» *А. А. Запрудский*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения
БГСХА *М. М. Комаров*

**Применение органических удобрений в интенсивном
земледелии** : рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки :
БГСХА, 2015. – 50 с.

Приведена характеристика, сроки, дозы и способы применения видов органических удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур. Рассмотрена технология заготовки, хранения и внесения в почву органических удобрений. Изложены результаты исследований по изучению агрономической и экономической эффективности применения видов органических удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур

Для специалистов сельского хозяйства и агрохимической службы АПК, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений аграрного профиля.

УДК 631.151.2:631/635:631.867.87(072)

ББК 41.4я7

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2015

ВВЕДЕНИЕ

Органические удобрения содержат питательные элементы в форме органических соединений растительного и животного происхождения.

Систематическое применение органических удобрений способствует: накоплению гумуса, улучшает физико-химические свойства почвы, увеличивает запас питательных веществ, понижает кислотность, повышает содержание поглощенных оснований, поглощательную способность и буферность, влагоемкость, скважность и водопроницаемость, обогащает почву микрофлорой, усиливает ее биологическую активность и выделение углекислоты, уменьшает сопротивление почвы при механической обработке, создает оптимальные условия для минерального питания растений, повышает устойчивость растений при неблагоприятных погодных условиях.

За счет органических удобрений в Беларуси компенсируется около 30–40 % выноса питательных элементов с урожаем сельскохозяйственных культур.

Около 75 % органических удобрений от внесенного количества минерализуется и участвует в питании растений, 25 % гумифицируется и идет на восполнение потерь почвенного гумуса. С навозом в почву возвращается часть питательных элементов, поглощенных растениями в предыдущие годы. Одна тонна подстилочного навоза в среднем содержит 5 кг азота, 2,5 кг фосфора, 6 кг калия, а также ряд микроэлементов – 15 г марганца, 1,1 г бора, 2,5 г меди, 10 г цинка, 0,15 г кобальта.

Органические удобрения являются источником углекислого газа, который насыщает не только почвенный воздух, но и приземный слой атмосферы. Воздух над унавоженным полем обогащается CO_2 , что существенно улучшает воздушное питание растений. Углекислота, выделяющаяся при разложении навоза, положительно действует и на процессы, протекающие в почве. Повышается подвижность почвенных фосфатов. При мощном развитии растений и густом травостое углекислота, образующаяся при разложении навоза, почти полностью усваивается растениями. Особенно большое значение это имеет для защищенного грунта.

При внесении 30 т/га навоза в почву за сутки образуется до 200 кг/га углекислого газа. При урожайности зерновых 50 ц/га растения на 1 га расходуют около 200 кг CO_2 в сутки, а картофель и овощи при урожайности 250 ц/га – 150 кг CO_2 . В опытах посева сахарной

свеклы, использовавшие дополнительно углекислоту, образующуюся при разложении навоза, дали урожайность и выход сахара на 25 % больше, чем в контроле без органических удобрений. Внесение 60 т/га навоза под огурцы на супесчаной почве повысило их урожайность на 43 %, в том числе за счет образования CO₂ – на 20 %.

При сложившейся системе содержания животных в сельскохозяйственных организациях республики для подстилки необходимо 4500 тыс. тонн соломы и 2860 тыс. тонн торфа для компостирования с полужидким навозом. Ежегодно на почвы пахотных земель республики необходимо вносить 55,7 млн. тонн навоза и компостов, или 12,1 тонн на 1 га пашни.

При структуре посевных площадей, когда на 1 га пропашных приходилось 0,8 га многолетних трав для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель необходимо вносить не менее 12 т/га органических удобрений или 55,7 млн. тонн (табл. 1). С учетом имеющегося поголовья скота может быть заготовлено 46,8 млн. тонн навоза и компостов и 9,7 млн. тонн условного навоза за счет запашки соломы. В сумме это составит 56,5 млн. тонн органических удобрений (12,1 т/га), что в целом может обеспечить бездефицитный баланс гумуса. В Могилевской области для бездефицитного баланса гумуса необходимо на 1 га пашни вносить 10,4 т/га органических удобрений. Общая их потребность составляет 10,4 млн. тонн.

Таблица 1. Потребность в органических удобрениях и возможные объемы их производства в Беларуси

| Область | Потребность для бездефицитного баланса гумуса | | Возможное накопление органических удобрений, млн. т условного навоза | | | |
|---------------------|---|------|--|------------------------|--------|------|
| | | | за счет навоза и компостов | за счет запашки соломы | всего | |
| | млн. т | т/га | | | млн. т | т/га |
| Брестская | 9,8 | 14,6 | 8,4 | 1,7 | 10,1 | 15,0 |
| Витебская | 6,6 | 8,5 | 7,4 | 1,0 | 8,4 | 10,8 |
| Гомельская | 10,5 | 15,3 | 6,7 | 1,9 | 8,6 | 12,5 |
| Гродненская | 8,7 | 12,3 | 7,9 | 1,6 | 9,5 | 13,4 |
| Минская | 12,9 | 11,9 | 11,8 | 2,1 | 13,9 | 12,9 |
| Могилевская | 7,5 | 10,4 | 5,9 | 1,4 | 7,3 | 10,2 |
| Республика Беларусь | 55,8 | 12,0 | 46,8 | 9,7 | 56,5 | 12,1 |

Для учета внесения различных видов органических удобрений по их способности к гумусообразованию используются следующие коэффициенты перевода в условный навоз: все виды подстилочного навоза – 1; полужидкий бесподстилочный навоз – 0,5; жидкий навоз – 0,2;

навозные стоки – 0,06; куриный помет – 1,7; подстилочный помет – 2,0; торфо-пометный компост – 1,3; сапропелевые удобрения органического типа – 0,5; сапропелевые удобрения смешанного типа – 0,3; солома зерновых, крупяных и крестоцветных культур – 3,5 (с учетом дополнительного внесения азота); солома зернобобовых культур и кукурузы (с учетом дополнительного внесения азота) – 1,8; ботва – 0,5.

Для того, чтобы повысить содержание гумуса в почвах на 0,01 %, на основании средних коэффициентов гумификации рассчитаны дозы различных видов органических удобрений, которые следует внести сверх количества, необходимого для поддержания бездефицитного баланса гумуса (табл. 2).

Таблица 2. Дозы органических удобрений, которые необходимо внести для сдвига содержания гумуса на 0,01 %

| Удобрение | Влажность, % | Образование гумуса из 1 т удобрения, кг | Необходимое количество удобрений для сдвига содержания гумуса на 0,01 %, т |
|------------------|--------------|---|--|
| Соломистый навоз | 75 | 40 | 8,1 |
| Полужидкий навоз | 90 | 20 | 16,3 |
| Жидкий навоз | 95 | 8 | 40,6 |
| Навозные стоки | 98 | 2,4 | 135,4 |
| Куриный помет | 55 | 68 | 4,8 |
| Солома | 16 | 146 | 2,2 |

Увеличение объемов применения органических удобрений, наряду с поддержанием бездефицитного баланса гумуса в почвах, способствует дополнительному поступлению в почву азота, фосфора и калия, что очень важно в условиях постоянно возрастающих цен на минеральные удобрения (табл. 3).

Таблица 3. Поступление в почву элементов питания с навозом и компостами

| Область | Выход навоза, тыс. т | Содержание элементов питания, тыс. т | | | |
|-------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Всего NPK |
| Брестская | 8429 | 29,5 | 15,2 | 28,7 | 73,3 |
| Витебская | 7374 | 25,8 | 13,3 | 25,1 | 64,2 |
| Гомельская | 6696 | 23,4 | 12,1 | 22,8 | 58,3 |
| Гродненская | 7902 | 27,7 | 14,2 | 26,9 | 68,7 |
| Минская | 11799 | 41,3 | 21,2 | 40,1 | 102,7 |
| Могилевская | 5929 | 20,8 | 10,7 | 20,2 | 51,6 |
| Итого... | 46756 | 163,6 | 84,2 | 159,0 | 406,8 |

Дозы органических удобрений для восстановления и увеличения содержания гумуса в дерново-подзолистой почве приведены в табл. 4.

Таблица 4. Дозы внесения органических удобрений для разных разновидностей дерново-подзолистых почв, т/га

| Почвы | Образование гумуса из 1 т навоза, кг | Количество органических удобрений | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|--|------|------|---|----------|----------|-----------|
| | | для восстановления минерализованного гумуса при удельном весе пропашных культур в севообороте, % | | | для увеличения гумуса при его содержании в почве, % | | | |
| | | 10 | 20 | 30 | до 1,5 | 1,51–2,0 | 2,01–2,5 | более 2,5 |
| Суглинистые | 50 | 10 | 11 | 12 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0,5 |
| Супесчаные, подстилаемые мореной | 45 | 12,0 | 12,5 | 13,0 | 3,4 | 2,3 | 1,2 | 0,6 |
| Супесчаные, подстилаемые песками | 40 | 13 | 14 | 15 | 3,8 | 2,6 | 1,4 | |
| Пески | 35 | 15 | 16 | 18 | 4,3 | 3,0 | 1,7 | |

1. ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ, ИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПРИМЕНЕНИЕ

В сельском хозяйстве применяются следующие виды органических удобрений:

1) на основе отходов животноводства и птицеводства: подстилочный и бесподстилочный навоз, навозные стоки (навозная жижа), птичий помет;

2) из природного органического сырья: торф, сапропель, компосты (в том числе вермикомпосты);

3) зеленое и побочные продукты растениеводства: зеленое удобрение, солома;

4) на основе коммунальных и промышленных отходов: промышленные и бытовые отходы, гидролизный лигнин, осадки сточных вод.

1.1. Подстилочный навоз

Подстилочный навоз – смесь жидких и твердых экскрементов животных с подстилкой. Жидкие экскременты животных относятся к калийно-азотному удобрению, а твердые – к азотно-фосфорному.

По содержанию воды навоз делят на горячий (конский и овечий) и

холодный (от КРС и свиней). Горячий навоз вследствие меньшего количества воды разлагается быстрее, поэтому его используют для набивки парников, устройства утепленных гряд и в качестве биотоплива.

Содержание элементов питания в органических удобрениях по данным Госагрохимслужбы Республики Беларусь приведено в табл. 5.

Таблица 5. Средний состав органических удобрений

| Удобрение | Влажность, % | Содержание, кг/т* | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------|------|-----------------|
| | | органическое вещество | N _{общ.} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | SO ₄ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Соломистый навоз: КРС | 75 | 210 | 5,0 | 2,5 | 6,0 | 4,0 | 1,1 | 0,6 |
| свиньи | 70 | 240 | 5,0 | 2,0 | 6,0 | 1,8 | 0,9 | 0,8 |
| овцы | 65 | 300 | 8,0 | 2,5 | 6,5 | 3,3 | 1,8 | 1,5 |
| лошади | 70 | 220 | 6,0 | 3,0 | 6,5 | 2,1 | 1,4 | 0,7 |
| смешанный | 75 | 220 | 5,0 | 2,5 | 6,0 | 3,5 | 1,2 | 1,0 |
| Горфяной навоз: КРС | 75 | 220 | 6,0 | 2,0 | 5,0 | 4,5 | 1,0 | 0,5 |
| лошади | 70 | 230 | 8,0 | 2,5 | 5,5 | 4,4 | 1,2 | 0,4 |
| Полужидкий навоз: КРС | 90 | 125 | 3,5 | 1,5 | 4,0 | 1,3 | 0,9 | 0,3 |
| свиньи | 90 | 115 | 4,5 | 2,5 | 3,0 | 1,9 | 1,0 | 0,4 |
| Жидкий навоз: КРС | 95 | 40 | 2,0 | 1,0 | 2,5 | 0,5 | 0,4 | 0,1 |
| свиньи | 95 | 40 | 2,5 | 0,9 | 1,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 |
| Навозные стоки: КРС | 98 | 18 | 0,7 | 0,4 | 0,7 | – | – | – |
| свиньи | 98 | 18 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | – | – | – |
| Птичий помет: куры | 55 | 350 | 16,0 | 15,0 | 8,0 | 24,0 | 7,0 | 4,0 |
| утки | 70 | 250 | 7,0 | 9,0 | 6,0 | 11,0 | 2,0 | 3,0 |
| гуси | 75 | 230 | 5,0 | 5,0 | 9,0 | 8,0 | 2,0 | 9,0 |
| индюки | 75 | 230 | 7,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 2,0 | 3,0 |
| смешанный | 60 | 320 | 15,0 | 14,0 | 7,0 | 17,0 | 5,0 | 3,0 |
| Подстилочный помет | 40 | 450 | 20,0 | 16,5 | 8,5 | 18,0 | 6,0 | 3,5 |
| Птичий помет полужидкий | 85 | 110 | 9,0 | 9,0 | 3,0 | 9,0 | 4,0 | 2,0 |
| Птичий помет жидкий | 95 | 40 | 3,0 | 2,5 | 1,0 | 4,0 | 1,2 | 0,7 |
| Стоки птичьего помета | 98 | 18 | 1,2 | 1,1 | 0,6 | 1,8 | 0,5 | 0,3 |
| Сухой помет | 14 | 800 | 41,0 | 39,0 | 20,0 | 45,0 | 14,0 | 10,0 |
| Горфонавозный компост (1:1) | 70 | 220 | 5,0 | 1,6 | 4,0 | 3,5 | 0,6 | 0,3 |
| Горфонавозный компост (1:2) | 70 | 220 | 5,5 | 1,8 | 4,5 | 4,0 | 0,8 | 0,4 |
| Горфонавозный компост (1:3) | 70 | 220 | 6,0 | 2,0 | 5,0 | 4,5 | 1,0 | 0,5 |

Окончание табл. 5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------------------------------|----|-----|------|------|------|------|-----|------|
| Горфожижевый компост | 75 | 200 | 5,0 | 1,0 | 3,0 | 3,0 | 0,5 | 0,3 |
| Горфопометный компост (1:1) | 70 | 250 | 10,0 | 8,0 | 3,0 | 9,0 | 3,0 | 1,5 |
| Горфопометный компост (1:2) | 70 | 250 | 12,5 | 10,0 | 4,0 | 10,0 | 4,0 | 2,0 |
| Горфофекальный компост | 70 | 240 | 6,5 | 3,0 | 4,0 | 3,5 | 0,6 | 0,3 |
| Костра льна + навоз бесподстильный | 72 | 200 | 4,7 | 2,0 | 7,3 | 4,0 | 0,8 | 0,3 |
| Лигнинонавозный компост (1:1) | 60 | 220 | 5,3 | 2,8 | 6,8 | 7,0 | 3,5 | 10,0 |
| Лигнинопометный компост (1:1) | 55 | 240 | 5,4 | 5,4 | 2,4 | 9,0 | 3,5 | 12,5 |
| Смешанный (сборный) компост | 70 | 200 | 5,0 | 2,0 | 4,5 | 4,0 | 0,8 | 0,4 |
| Вермикомпост (биогумус) | 50 | 425 | 20,0 | 15,0 | 10,0 | – | – | – |
| Сапропелевые удобрения | 60 | – | 8,0 | 1,0 | 0,5 | – | – | – |
| Горф: | | | | | | | | |
| низинный | 60 | 350 | 10,0 | 1,2 | 0,7 | 15,0 | – | – |
| переходный | 60 | 370 | 6,5 | 0,6 | 0,5 | 4,8 | – | – |
| верховой | 60 | 385 | 4,0 | 0,4 | 0,3 | 1,2 | – | – |
| Зеленое удобрение: | | | | | | | | |
| бобовые | 80 | 140 | 5,0 | 1,1 | 3,0 | 3,0 | 1,4 | 0,9 |
| крестоцветные | 80 | 140 | 4,0 | 1,3 | 3,8 | 2,0 | 1,0 | 0,7 |
| злаковые | 80 | 140 | 3,5 | 1,2 | 2,8 | 1,0 | 0,4 | 0,2 |
| смесь | 80 | 140 | 4,2 | 1,2 | 3,2 | 2,0 | 1,0 | 0,5 |
| Солома: | | | | | | | | |
| зерновые | 16 | 800 | 4,0 | 1,5 | 10,0 | 2,0 | 1,0 | 1,5 |
| зернобобовые | 16 | 780 | 10,0 | 2,0 | 11,0 | 9,0 | 2,0 | 5,0 |
| крестоцветные | 16 | 780 | 5,0 | 1,5 | 9,0 | 8,0 | 2,0 | 4,0 |
| крупяные | 16 | 800 | 7,0 | 3,0 | 12,5 | 5,0 | 2,0 | 1,0 |
| кукуруза | 16 | 850 | 4,5 | 2,0 | 12,0 | 3,0 | 2,0 | 2,0 |
| Ботва: | | | | | | | | |
| сахарная свекла | 80 | 120 | 3,5 | 1,0 | 5,0 | 1,0 | 1,0 | 0,4 |
| кормовая свекла | 80 | 120 | 4,0 | 1,0 | 6,0 | 2,0 | 1,0 | 0,4 |
| картофель | 80 | 120 | 2,0 | 0,5 | 4,0 | 1,5 | 1,0 | 0,3 |

* Содержание элементов питания в % = содержание в кг/т делить на 10 (например, 5 кг/т = 0,5 %).

Качество навоза, его химический состав зависят от типа кормления, вида животных, количества и вида подстилки и способа хранения. Более рациональным способом хранения навоза является плотный, так как при его использовании происходит меньше потерь органического вещества и азота (табл. 6).

Таблица 6. Средние потери органического вещества и азота при хранении навоза в течение 4 месяцев, %

| Способ хранения | Навоз на соломенной подстилке | | Навоз на торфяной подстилке | |
|--------------------|-------------------------------|------|-----------------------------|------|
| | органическое в-во | азот | органическое в-во | азот |
| Рыхлый | 32,6 | 31,4 | 40,0 | 25,2 |
| Горячепрессованный | 24,6 | 21,6 | 32,9 | 17,1 |
| Плотный | 12,2 | 10,7 | 7,0 | 1,0 |

Дозы органических удобрений дифференцируются в зависимости от культуры, уровня планируемых урожаев, гранулометрического состава почв и содержания в них гумуса (табл. 7). Наиболее высоко оплачивают органические удобрения прибавкой урожая пропашные культуры и озимые зерновые, имеющие длительный вегетационный период.

Яровые зерновые хорошо используют последствие органических удобрений, прямое внесение их экономически нецелесообразно. На всех культурах оплата 1 т удобрений снижается при повышении разовых доз свыше оптимальных. Наиболее экономически оправданная прибавка урожая, по данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», получается при внесении подстилочного навоза в следующих дозах: под столовый картофель – 40–50 т/га, кормовые корнеплоды – 70–80 т, кукурузу – 50–70 т, озимые зерновые – 20–25 т, однолетние травы – 20–40 т и многолетние злаковые и бобово-злаковые травосмеси (перезалужение) 30–40 т/га. Поэтому повышение этих разовых оптимальных норм навоза и компостов может быть обоснованным только на почвах с низким содержанием гумуса.

Существенное значение при определении доз навоза должны иметь физические свойства различных дерново-подзолистых почв, определяемые их гранулометрическим составом, гидрологическими условиями, структурностью. На хорошо дренированных супесчаных и суглинистых почвах наиболее целесообразно более частое (один раз в три года) применение навоза в средних дозах. На более тяжелых суглинистых и глинистых почвах органические удобрения разлагаются медленно, и действие их более продолжительное, чем на легких. В этом случае можно применять повышенные дозы органических удобрений при более редком (один раз в 4 года) их внесении.

Традиционная весенняя заделка основного количества органических удобрений в период посева яровых культур создает большое напряжение, отрицательно сказывающееся на равномерности рас-

пределения по полю и качестве заделки удобрений, приводит к затягиванию сроков посева. По данным полевых опытов, запаздывание сроков посадки картофеля на один день вызывает потерю урожая 2–3 ц/га, на 20 дней – приводит к недобору 25–30 % урожая, что равноценно потере прибавки от внесения органических удобрений. Весеннее внесение органических удобрений под кукурузу задерживает сроки ее посева.

По данным исследований, проведенных в Беларуси на связных дерново-подзолистых почвах, агрономическая эффективность осеннего и весеннего внесения навоза примерно одинакова. Осеннее внесение навоза дает большое организационное преимущество на тяжелых суглинистых и временно избыточно увлажняемых почвах, где ранневесенняя вспашка практически невозможна. На легких песчаных и супесчаных почвах, особенно подстилаемых песками, преимущество имеет весеннее внесение навоза.

1.2. Бесподстилочный навоз

Бесподстилочный навоз представляет собой разбавленную водой смесь кала, мочи и остатков корма, обладающую свойствами текучести. Текучесть навоза зависит от содержания в нем сухого вещества и коллоидных частиц. Свиной навоз при одинаковом количестве сухого вещества более текуч, чем навоз крупного рогатого скота, так как в нем меньше коллоидных частиц.

В зависимости от содержания воды бесподстилочный навоз подразделяется на три вида: полужидкий – влажность менее 92 %; жидкий – влажность 92–97 %; навозные стоки – влажность более 97 %.

Бесподстилочный навоз – важное звено в круговороте питательных веществ в земледелии, так как в него переходит из кормов в среднем азота – 50–80 %, фосфора – 60–80, калия – 80–95, кальция – до 90, органического вещества – 60 %.

Химический состав бесподстилочного навоза зависит от вида животных и их возраста, типа кормления. Навоз откормочных бычков содержит больше азота, фосфора и калия, чем навоз коров и молодняка крупного рогатого скота. Это объясняется высокой долей концентрированных кормов в рационе быков.

На крупных животноводческих комплексах наиболее широко распространена технология использования бесподстилочного навоза путем разделения его на твердую и жидкую фракции.

При гидравлическом способе разделения в жидкой фракции содержание сухого вещества и питательных элементов снижается по сравнению с содержанием их в исходном навозе.

При механических способах разделения навоза сухое и органическое вещество, фосфор и кальций распределяют почти поровну между твердой и жидкой фракциями, в то время как 80–90 % азота, калия и натрия остается в жидкой фракции.

Использование различных систем гидросмыва для удаления навоза приводит к разбавлению навоза водой, значительному уменьшению содержания в нем питательных веществ.

Аммиачный азот в бесподстилочном навозе составляет 50–70 % от общего и представлен аммиаком и карбонатом аммония. Нитратного азота содержится незначительная часть – всего 3–8 % от общего азота. В первый год растения используют из навоза главным образом аммиачный азот, во второй и в последующие годы – азот минерализованного органического вещества. Фосфор в бесподстилочном навозе представлен в основном в органической форме в виде фосфатидов и нуклеопротеидов и используется растениями лучше, чем из минеральных фосфорных удобрений. Весь калий находится в минеральной легкодоступной форме. Бесподстилочный навоз около шести месяцев должен храниться в навозохранилищах. Потери азота и органического вещества при его хранении составляют 8–15 и 6–20 % соответственно, причем в открытых и закрытых навозохранилищах они примерно одинаковые. Химический состав бесподстилочного навоза приведен в табл. 5.

Во время отстаивания из жидкой фракции на дно оседают различные включения. Она становится еще менее концентрированной, влажность ее достигает 99,4–99,6 %. Содержание общего азота в среднем составляет 0,5, P_2O_5 – 0,2 и K_2O – 0,3 кг/м³. Наряду с основными элементами питания растений в 1 л осветленных стоков содержится 0,05–0,30 мг меди и 0,4–2,3 мг цинка. В среднем в 1 т бесподстилочного свиного навоза влажностью 95 % содержится цинка – 32 г, меди – 2,9, марганца – 12, молибдена – 0,11 г, в бесподстилочном навозе КРС влажностью 92 % содержится меди – 2,8 г, марганца – 22, цинка – 12, бора – 2,4 г.

Жидкий и полужидкий бесподстилочный навоз применяют, как правило, в качестве основного удобрения, а навозные стоки – для удобрительно-увлажнительных поливов в течение вегетационного периода.

Полужидкий навоз следует компостировать с торфом, так как для его внесения не имеется специальной техники. При приготовлении компостов рекомендуется на 1 т полужидкого навоза использовать 300 кг торфокрошки. Полученный компост можно внести разбрасывателями, которыми вносится подстилочный навоз.

Основные сельскохозяйственные культуры, под которые рекомендуется применять бесподстилочный навоз, примерные дозы и сроки его внесения приведены в табл. 7.

Таблица 7. Средние дозы органических удобрений под сельскохозяйственные культуры

| Культуры | Подстилочный навоз или компост, т/га | Жидкий навоз, кг/га азота | |
|---|---|----------------------------|---------|
| | | крупного рогатого скота | свиней |
| Картофель столовый | 40–50 | – | – |
| фуражный | 50–70 | 140–200 | 110–150 |
| Сахарная свекла | 60–70 | – | – |
| Кормовые корнеплоды | 70–80 | 200–250 | 150–180 |
| Кукуруза | 70–80 | 200–250 | 150–180 |
| Овощные культуры | 20–80 | – | – |
| Озимые зерновые | 30–40 | – | – |
| Однолетние травы | 30–40 | 80–100 | 60–80 |
| Многолетние злаковые и бобово-злаковые травы: при перезалужении | 30–40 | 80–100 | 60–80 |
| при подкормке | – | 150–250 | 130–180 |
| Луговые земли | – | 140–200 | 110–150 |

Годовую дозу навоза определяют для каждой культуры севооборота с учетом плодородия почвы, выноса питательных веществ урожаем, содержания их в навозе и коэффициентов использования этих веществ растениями из удобрения.

1.3. Навозная жижа

Навозная жижа является ценным калийно-азотным удобрением. Ее состав резко колеблется. Прежде всего, он зависит от условий хранения, так как азот здесь содержится в основном в виде аммиака, который легко улетучивается. При двухмесячном хранении (по данным ВИУА) потери азота составили: в открытом жижесборнике – 50 %; в жижесборнике, закрытом крышкой, – 39; при компостировании с торфом – 19–20 %.

Собранную навозную жижу используют в первую очередь для приготовления компостов, а также непосредственно на основное внесение или подкормку.

Применять навозную жижу можно как основное удобрение, внося 15–20 т/га под зерновые и 20–40 т/га под пропашные, а также 4–8 т/га для подкормки.

В жиже из жижесборников при навозохранилищах содержится азота – 0,1; фосфора – 0,06 и калия – 0,28 %. Дозы внесения навозной жижи должны уточняться в зависимости от вида животных и условий хранения.

1.4. Птичий помет

Птичий помет – ценное, сравнительно концентрированное и быстродействующее органическое удобрение, в котором все питательные вещества находятся в усвояемых для растений соединениях. Содержание питательных веществ в помете варьирует в зависимости от вида, возраста, способа содержания и кормления птицы, вида кормов и других факторов. На птицефабриках в зависимости от технологии содержания птиц и системы удаления помета получается несколько его видов. При напольном содержании птиц с использованием подстилочных материалов накапливается подстилочный помет с влажностью 18–60 %. При клеточном содержании птиц получают бесподстилочный помет различной степени влажности: твердый – 70–80 %, полужидкий – 81–92 %, жидкий – 93–97 % и пометные стоки – 98 % и выше. Соответственно этому изменяется и содержание питательных элементов в помете (в % на влажный материал) (табл. 5).

Птичий помет является нейтральным удобрением, так как содержит до 3 % СаО и до 1 % MgO.

Помет богат микроэлементами. В 100 г его сухого вещества содержится (мг): марганца – 15–38, цинка – 12–39, кобальта – 10–12, меди – 25, железа – 36,7–90,0. По действию на урожай помет ближе к минеральным удобрениям, чем к навозу. Но последствие помета выше по сравнению с минеральными туками, так как часть азота в почве находится в органической форме и постепенно переходит в доступное для растений состояние. Большая часть фосфора в помете представлена органическими соединениями, слабо закрепляющимися в почве в виде фосфатов Fe, Al и Са, и по мере минерализации органического вещества усваивается растениями. Поэтому фосфор помета ус-

ваивается лучше по сравнению с фосфором минеральных удобрений. Помет в основном является азотно-фосфорным удобрением, поэтому его применение обуславливает необходимость дополнительного внесения калийных удобрений.

Как удобрение, помет наиболее целесообразно использовать в первую очередь под пропашные, затем под озимые культуры и однолетние травы. Поэтому твердые пометные удобрения лучше применять в полевых севооборотах под пропашные культуры и в пару, а в лугопастбищных вносить жидкий помет в качестве подкормки. Наибольшие прибавки урожая ранних яровых зерновых и овощных культур дает осеннее применение удобрений под основную вспашку, а поздновывсеваемых и высаживаемых культур – весеннее внесение под предпосевную обработку. В Нечерноземной зоне помет вносят под картофель, корнеплоды, кукурузу, озимые и яровые зерновые культуры, однолетние травы и овощные.

Нормы пометных удобрений зависят от многих факторов. На слабокультуренных почвах нормы помета и компостов соответственно на 2–3 и 5–8 т/га выше, чем на окультуренных (табл. 8). Нежелателен разрыв между разбрасыванием и заделкой пометных удобрений в почву. После разбрасывания помета за сутки из него теряется 65–70 % аммиачного азота и поэтому его необходимо заделывать в почву. По действию на урожай помет ближе к минеральным удобрениям, чем к навозу, но последствие его выше, так как часть азота в нем находится в органической форме и постепенно переходит в доступное для растений состояние.

Таблица 8. Примерные нормы пометных удобрений под сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых, т/га

| Культура | Помет | | | Компост |
|---------------------|-------|------------------------|--------------|---------|
| | Сухой | Естественной влажности | Подстилочный | |
| Озимые зерновые | 3–4 | 13–15 | 10–15 | 20–25 |
| Яровые зерновые | 3 | 8–10 | 10–15 | 20–25 |
| Картофель | 4–5 | 15–20 | 20–25 | 40–50 |
| Кукуруза на силос | 4–5 | 15–20 | 15–20 | 40–60 |
| Кормовые корнеплоды | 4–5 | 15–20 | 15–20 | 30–50 |
| Овощные | 6–8 | 20–25 | 20–25 | 40–60 |
| Однолетние травы | – | – | 12–15 | 20–30 |
| Многолетние травы | 5–8 | 10–15 | – | – |

Вследствие хорошей минерализации в почве помет меньше влияет

на накопление гумуса, чем навоз крупного рогатого скота и свиней.

Средние коэффициенты усвоения основных элементов питания из пометных удобрений в первый год их действия (в %) следующие: азота – 50 (от 40 до 65); фосфора – 18 (от 10 до 21); калия – 70 (от 62 до 84). Коэффициенты зависят от доз удобрения, гранулометрического состава почвы, биологических особенностей растений.

Свежий птичий помет не содержит аммиачного азота. Он образуется в процессе хранения в результате минерализации сложных азотных соединений. При неправильном хранении птичий помет становится источником загрязнения окружающей среды и рассадником патогенной микрофлоры. В связи с этим в практике мирового птицеводства широко применяют различные способы подготовки птичьего помета: компостирование, обработка химикатами для закрепления азота и ликвидации неприятного запаха, термическая сушка.

Сухой птичий помет находит все более широкое применение в тепличном овощеводстве. По действию на урожай овощных культур в теплицах он превосходит минеральные удобрения. Использование его в защищенном грунте не требует профилактических мероприятий по защите растений от вредителей и болезней, так как это органическое удобрение практически стерильно. Нормы внесения в теплицах устанавливают с учетом агрохимических анализов грунта. Применение сухого птичьего помета имеет преимущество перед минеральными удобрениями в связи с тем, что он меньше влияет на накопление нитратов в урожае кормовых культур.

Компостирование с торфом, древесными опилками, соломой резко снижает потери азота. Химический состав торфо-пометных компостов (в % при влажности 60–70 %): N – 0,83, P₂O₅ – 0,74, K₂O – 0,41; пометно-опилочных: N – 0,5, P₂O₅ – 0,35, K₂O – 0,15.

Технология подготовки птичьего помета к внесению

При хранении необходимо учитывать особенности этого удобрения и использовать приемы, позволяющие снизить возможные потери (добавление порошковидного суперфосфата или сухого торфяного порошка, перегноя, земли) путем адсорбирования образующегося газообразного аммиака.

На крупных птицефабриках, где выход органических удобрений большой, наиболее приемлема перевалочная технология внесения птичьего помета. При такой технологии удобрения вывозят на поля в течение всего года, укладывают там в бурты и распределяют по полю в

оптимальные для внесения сроки. В условиях большого напряжения в использовании транспортных средств в весенне-летний период, вывозку помета в поле целесообразно организовать зимой. При этом можно вывозить как помет, складированный в помехохранилище, так и свежий помет непосредственно с производственных площадок. Приоритет следует отдать помету из помехохранилища, поскольку он характеризуется меньшей влажностью, что делает более удобным процесс его буртования.

При зимней вывозке помета площадку для укладки каждого штабеля (бурта) выбирают на возвышенном, не затопляемом весной месте. Ее очищают от снега, застилают торфом, резанной соломой или опилками слоем 20–25 см. Масса штабеля (бурта) зависит от: вида культуры, которую планируют удобрить; дозы внесения; площади поля. Следует учитывать, что при чрезмерном увеличении массы удобрения помет сильно разогревается и аммиак сильнее улетучивается, т. е. потери азота возрастают. При большом размере поля на нем следует запланировать несколько буртов, размещая их таким образом, чтобы при внесении максимально сокращать холостые проходы техники. Расстояние между буртами зависит от технической характеристики машин, применяемых для внесения. Нельзя хранить на полях помет в мелких кучах, так как в них он промерзает (зимой) или пересыхает (летом), что приводит к значительным потерям аммиачного азота. Кроме того, места, занятые очень мелкими штабелями (или кучами), мешают своевременной обработке полей, потому что почва под ними оттаивает позднее. После укладки штабель необходимо укрыть торфом, резаной соломой или опилками слоем 15–25 см. Оптимальные параметры штабеля составляют: ширина – 3–4 м, высота – 2–2,5 м; длина – произвольная.

Помет целесообразно вывозить в поле после зерновых культур. Для улучшения отдельных свойств помета возможно предусмотреть его компостирование с инертными материалами. При компостировании органические отходы разогреваются до температуры 60 °С, что губительно влияет на личинки и куколки мух, яйца гельминтов и болезнетворные неспорообразующие микроорганизмы. Компостирование, как правило, не повышает удобрительной ценности помета, даже несколько снижает ее. Однако оно необходимо в определенных условиях и, прежде всего, в следующих:

- когда помет имеет неблагоприятные физико-химические свойства, неприятный запах, сильно засорен семенами сорняков, заражен яйцами и личинками гельминтов и т. д.;

- в хозяйстве недостаточно цистерн-разбрасывателей для транспортировки и внесения полужидких удобрений в почву;

- когда удобрения не поддаются укладке в штабель, представляя собой пастообразную, липкую массу с крайне неблагоприятными физико-химическими свойствами;

- для изменения соотношения между азотом и углеродом с целью повышения коэффициента гумификации удобрения и повышения накопления в почве гумуса.

Обязательное условие компостирования – достаточная влажность, так как микроорганизмы размножаются только при наличии в среде свободной влаги (65–75 %) и хорошей аэрируемости компостируемой массы, поскольку при недостатке кислорода органическое вещество разлагается слабо, а лигнин почти не разлагается. Выбор компонентов для компостирования птичьего помета будет определяться возможностями хозяйства: при наличии большого количества зерновых культур наиболее рациональным компонентом будет солома, при наличии деревообрабатывающих предприятий эффективно использование опилок. При этом всегда следует помнить, что чем выше доля инертного материала в компосте, тем ниже будет удобрительная ценность полученного компоста. Учитывая необходимость создания определенной влажности для протекания микробиологических процессов при компостировании (65–75 %) можно определить наиболее рациональное соотношение между компостируемыми материалами. Усредненные исходные данные для расчетов представлены в табл. 9.

Таблица 9. Агрохимическая характеристика материалов, используемых для компостирования

| Исходный материал | Содержание, % | | | |
|--------------------------|------------------|------|-------------------------------|------------------|
| | H ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Полужидкий куриный помет | 85 | 0,90 | 0,90 | 0,30 |
| Солома | 20 | 0,45 | 0,12 | 0,80 |
| Опилки | 25 | 0,20 | 0,30 | 0,70 |

Исходя из представленных данных, соотношение компонентов в соломо-пометном компосте должно составить 1:0,44 (на 1 т помета следует взять 0,44 т соломы), а при использовании опилок – 1:0,5.

1.5. Торф

Торф является важнейшим компонентом органических удобрений.

Степень разложения растительных остатков колеблется в широком диапазоне (от 1–5 до 60–80 %) и служит характеристикой торфа по содержанию органического вещества: с возрастанием степени разложения количество негуминовых веществ уменьшается, а гуминовых – увеличивается.

Для производства органических удобрений пригоден торф со степенью разложения 15–20 % и более, с зольностью менее 35 %.

В 3–5 раз повысить эффективность торфа, применяемого на удобрение, можно при компостировании его с навозом, птичьим пометом. Торфяной навоз превосходит соломенный по содержанию общего и аммиачного азота, близок к нему по количеству фосфора, но уступает по обеспеченности калием.

В Республике Беларусь основным способом использования торфа в сельском хозяйстве является его компостирование. В небольших количествах может быть использован на подстилку и изготовление специальных удобрительных смесей, а также в качестве мульчи. Непосредственное использование торфа на удобрение без предварительного компостирования не допускается.

1.6. Компосты

Компосты (от лат. *compositus* – составной) – органические удобрения, получаемые в результате разложения смеси навоза с торфом, землей, растительными остатками, фосфоритной мукой и т.п. под влиянием деятельности микроорганизмов. Высококачественный компост представляет собой однородную, темную, рассыпчатую массу влажностью не более 75 %, с реакцией, близкой к нейтральной. Он должен содержать элементы питания в доступной для растений форме.

Правильно приготовленные компосты по удобрительной ценности не уступают навозу.

В соответствии с техническими условиями для компостирования используют торф влажностью до 50 %, помет – до 90 %, навоз – до 92 %. Смесь должна иметь влажность 65–70 %, быть сыпучей. Содержание фосфора – 1,2–1,3 % на абсолютно сухое вещество. В зависимости от компонентов компосты бывают торфонавозные, торфожижевые, торфопометные, торфофекальные, навозолигнинные, компосты из бытовых отходов и сборные.

Готовят компосты *очаговым, послойным, площадочным, цеховым и другими способами.*

Очаговый способ пригоден для зимнего компостирования при температурах до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. На слой торфа толщиной 30 см укладывают навоз кучами по 200–300 кг через 1–1,5 м, затем снова насыпают торф слоем 50 см. Длина бурта произвольная, ширина у основания 4–6 м, высота – до 3 м. В оттепель, при стабильных плюсовых температурах массу перемешивают. Время созревания компоста – 3–4 мес.

Послойный способ годится для любого времени года. Попеременно укладывают слой торфа 40 см и слой навоза 25 см до высоты 2 м, завершают бурт слоем торфа 50 см.

Площадочным способом пользуются при температуре не ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. На торфяную подушку слоем 20–30 см равномерно укладывают навоз. Затем бульдозером (на площадках с твердым покрытием) или тяжелой дисковой бороной (на грунтовых площадках) их перемешивают и сгребают массу для хранения на месте или вывозят в поле, где складывают в бурты.

Площадки для приготовления компостов размещают не ближе чем 15 м от помещений, где содержатся животные, 60 м – от молочного блока и 300 м – от жилой застройки и артезианских скважин, а по расположению на местности – ниже всех этих строений. Место должно быть ровным, с твердым покрытием, с пленочным защитным экраном, иметь ограждения (водонепроницаемые борта), а также устройства для сбора и отвода ливневых вод.

Цеховым способом – круглогодично (в цехе) приготавливают смеси (компосты) смесителями РСР-10, ПРТ-10 и ПРТ-16.

В торфонавозных компостах в среднем содержится 0,6–3,5 % азота, 0,2–1 – фосфора, 0,6–1,5 % – калия.

Торфожижьевые компосты. Накапливающуюся в хозяйстве навозную жижу целесообразнее использовать для компостирования с торфом. При этом резко сокращаются потери азота из навозной жижи и повышается удобрительное качество торфа. Для компостирования с навозной жижей подходят все виды торфа, кроме известковых его форм.

Торф укладывают в два сплошных смежных вала так, чтобы между ними образовалось корытовидное углубление (толщина торфа в местах соприкосновения валов и с торцов 40–50 см), в которое заливают навозную жижу. На 1 т проветренного торфа в зависимости от его влажности берут от 0,5 до 1 т навозной жижи. После впитывания жижи всю массу сгребают бульдозером в штабеля, которые не уплотняют.

Аналогично можно заготовить компосты из торфа и жидкого навоза с соотношением 1:1 или 2:1.

Вермикомпост (биогумус)

В последнее время важная роль в повышении почвенного плодородия отводится биогумусу – продукту переработки навоза и различных органических отходов червями (красный калифорнийский червь). Биогумус содержит макро- и микроэлементы, обладает биологической активностью, так как включает гормоны, ферменты и другие вещества.

Вермикомпосты содержат органического вещества – 30, азота – 0,8–3,0, P_2O_5 – 0,8–5, K_2O – 1,2, кальция – 2–5 % на абсолютно сухое вещество.

Черви питаются всеми органическими веществами, которые на 20–25 % состоят из целлюлозы (солома, опилки и т.д.). Навоз КРС вначале должен созреть, пройти процесс ферментации (до 6–7 месяцев), а для свиного навоза этот процесс длится 10–12 месяцев. В бесподстилочный навоз добавляют 25 % соломы, опилок. Влажность должна приближаться к 80–90 %.

Вермикомпостирование проводят в кучах или емкостях. Биогумус вносят в среднем из расчета 3–5 т/га. Урожайность зерновых в первый год применения биогумуса повышается на 6–10 ц/га, клубней картофеля на 50–60 ц/га. В связи с большими затратами на его производство, перспективно применение биогумуса, прежде всего, в овощеводстве как открытого, так и защищенного грунта.

1.7. Сапрпель

Сапрпели – вещества биогенного происхождения, образующиеся на дне пресноводных озер из растительных и животных остатков в результате микробиологических процессов, протекающих при недостатке кислорода.

Многочисленные полевые опыты показали, что эффективность 1 т сапрпелей равнозначна 0,6–0,7 т торфонавозных компостов.

Растительный и животный мир, приносимые в озера органические и минеральные примеси определяют многообразие состава сапрпелей.

По классификации сапрпели Беларуси разделяют на четыре типа:

органические, кремнеземистые, карбонатные и смешанные.

В состав сапропелей входит комплекс основных веществ, необходимых для питания и развития растений. В зависимости от места добычи сапропели содержат N в верхнем слое от 0,6 до 2,6 % от органической массы.

Содержание фосфора в сапропелях составляет 0,14–0,19 %. Калия они почти не содержат (следы), кальция – от 2,5 до 43,8 %, от 0,2 до 2,3 % – магния. Сапропели содержат также серу, микроэлементы (медь, цинк, бор, йод и др.), витамины и другие биологически активные вещества. Основную часть органического вещества сапропелей составляют азотсодержащие вещества, главным образом, гуминовые кислоты – 15–50 %, углеводы – 20–45 %, поэтому сапропели являются хорошим питательным субстратом для развития многих групп микроорганизмов.

В соответствии с количественным содержанием и качественным составом золы сапропель используют для производства органических, органоминеральных и известковых удобрений и как основу для приготовления компостов.

Доза внесения сапропеля в 2 раза больше, чем навоза. Экономически оправдана перевозка сапропелей до 20 км. Кремнеземистые сапропели не имеют удобрительной ценности.

1.8. Зеленое удобрение

На зеленое удобрение используется свежая растительная масса, запахиваемая в почву для обогащения ее органическим веществом и азотом. Культуру, запахиваемую в почву, называют сидератом, а сам прием – сидерацией.

Запаханная зеленая масса сидерата по действию на урожай сельскохозяйственных культур равноценна 25–30 т/га хорошо приготовленного навоза. Зеленое удобрение в 4–5 раз дешевле подстилочного навоза и компостов, обладает высоким содержанием биогенных веществ и микроэлементов.

В качестве сидератов используют преимущественно бобовые растения (люпин, сераделлу, донник, озимую вику, астрагал, чину, эспарцет), небобовые культуры (горчицу белую, рапс, редьку масличную и др.) или смеси бобовых со злаковыми.

Применение зеленого удобрения целесообразно прежде всего на полях, удаленных от животноводческих ферм.

В зеленой массе сидератов находится примерно такое же количество (или даже большее) азота, как и в навозе, а фосфора и калия в ней меньше (табл. 5, 10).

Таблица 10. Среднее содержание основных питательных веществ в зеленой массе сидератов, %

| Удобрение | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-----------------------------------|------|-------------------------------|------------------|------|
| Зеленая масса: люпина однолетнего | 0,45 | 0,10 | 0,17 | 0,47 |
| донника | 0,77 | 0,05 | 0,19 | 0,97 |

Недостаток зеленого удобрения, связанный с малым содержанием фосфора и калия, можно устранить внесением фосфорных и калийных удобрений. Процесс разложения зеленого удобрения в почве протекает значительно быстрее, чем других органических удобрений, богатых клетчаткой.

Запаханное зеленое удобрение несколько снижает кислотность почвы, повышает ее буферность, емкость поглощения, влагоемкость, водопроницаемость, улучшает структуру, уменьшает подвижность алюминия, резко улучшает жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. При разложении запаханного зеленого удобрения почвенный и надпочвенный воздух обогащается угольной кислотой, повышается содержание гумуса.

Возделывание промежуточных культур на зеленое удобрение снижает засоренность посевов сорной растительностью, уменьшает количество вредителей и болезней, сводит до минимума вредное действие водной и ветровой эрозии.

Зеленое удобрение – важное средство повышения плодородия малокультурных (особенно песчаных и супесчаных) почв. Применять его необходимо, в первую очередь, там, где не хватает органических удобрений или затруднена их перевозка.

В зависимости от того, возделывают сидераты в чистом виде или в смеси с другими культурами, различают самостоятельные и уплотненные посевы сидератов.

В зависимости от сроков посева сидератов (до или после уборки основной продовольственной культуры) различают подсевную и пожнивную культуры сидератов.

Существуют три основные формы зеленого удобрения в зависимости от способа использования: полное (запахивают всю зеленую массу), укосное (заделывают в почву лишь надземную массу сидерата, выращенную на другом участке и перевезенную с него после ее ска-

шивания), отавное (запахивают стерновые и корневые остатки растений после некоторого отрастания отавы).

В зависимости от метеорологических условий сидераты следует запахивать не позднее, чем за 25–30 дней до посева следующей культуры. Под яровые культуры лучше их запахивать поздно осенью или весной. За осенне-зимний и ранневесенний периоды в почве восстанавливается оптимальная влажность, необходимая для нормальных всходов и развития яровых культур.

При широком использовании зеленого удобрения необходимо соблюдать глубину заправки свежей растительной массы. При заправке сидерата на связных суглинистых почвах на полную глубину пахотного слоя весной часто происходит не разложение зеленой массы, как на песчаных почвах, а гниение с выделением ядовитых, сильно токсичных веществ, которые негативно влияют не только на зародышевые корешки возделываемых культур, но и на почвенную микрофлору. В связи с этим зеленая масса сидерата на связных по гранулометрическому составу почвах должна первоначально заделываться лущильником или дисковой бороной, и только через 7–10 дней подсушенную массу, частично перемешанную с верхним слоем почвы, запахивают глубже.

Свежую растительную массу донника, озимых крестоцветных и других культур можно запахивать весной на полную глубину пахотного слоя под картофель, морковь и другие культуры, возделываемые гребневым способом. Гребни с запаханным сидератом находятся в сравнительно хороших аэрируемых условиях, способствующих разложению сидерата с высвобождением доступных для основной культуры питательных веществ на протяжении всего вегетационного периода. Эти условия часто не соблюдаются, и в результате эффективность сидерации оказывается невысокой. Сидераты играют чрезвычайно важную роль, особенно когда они возделываются в качестве промежуточных культур. Исследованиями К. И. Довбана и др., по выявлению влияния бобового сидерата в качестве промежуточной культуры на урожай возделываемых культур установлено, что по фону сидерально-го люпина без минеральных удобрений и ядохимикатов можно получать урожай картофеля, гречихи не меньшие, а во многих случаях и более высокие, чем по минеральным удобрениям. Так, урожайность клубней картофеля по фону многолетнего люпина без минеральных удобрений в среднем составила 22 т/га, выход крахмала – 3,2 т/га, по фону $N_{60}P_{60}K_{90}$ без сидерата – соответственно 18 и 2,86 т/га, по навозу

(30 т/га) без минеральных удобрений – 16,9 и 2,55 т/га; урожайность зерна гречихи по сидерату с фосфорно-калийными удобрениями – 1,42 т/га, сбор белка – 175 кг/га, по полному минеральному удобрению $N_{45}P_{45}K_{60}$ – соответственно 1,05 т/га и 114,5 кг/га.

Промежуточные культуры подразделяются на следующие группы: подсевные, пожнивные, поукосные и озимые. Подсевные сидераты высеваются поздней осенью под покров зерновых культур (многолетний люпин, вика мохнатая) либо ранней весной под озимую рожь (многолетний люпин, донники белый и желтый, райграсс и др.) или под однолетние травы и их смеси весной (сераделла, райграсс). Наиболее благоприятные условия для подсева создаются под покровом рано убираемых культур на зеленый корм (озимая рожь, однолетние бобово-злаковые смеси, яровые колосовые). Растительная масса подсева сидератов запаховывается в несколько сроков. Первый срок – поздней осенью под ранние яровые культуры (сераделла, однолетний райграсс). На легких супесчаных и песчаных почвах, а также на холмистых угодьях эти сидераты можно оставлять с осени в виде мульчи, не запахивая. Весной мульчу заделывают дисковыми культиваторами и высевают кукурузу, силосные и другие культуры. Второй срок – в середине мая под гречиху, просо и силосные (люпин многолетний, вика озимая с рожью и в чистом виде). Третий срок – в конце мая под однолетние травы, идущие в качестве предшественника под озимые зерновые, озимый рапс и др. (люпин многолетний, вика озимая и др.). По незапаханным с осени сидератам на полях зимой накапливается больше снега, улучшается водный режим почвы, до минимума снижается водная и ветровая эрозия.

Анализ статистических данных в Беларуси показывает, что пахотная земля во второй половине лета и осенью далеко не полностью используется для выращивания культур с коротким вегетационным периодом. В условиях Беларуси сроки сева пожнивных культур очень сжатые. Опоздание с севом на один летний день может привести к ежесуточной потере 1–2 т/га растительной массы. Поэтому бобовые сидераты высеваются в третьей декаде июля, но не позднее 1–3 августа, крестоцветные и фацелия – не позднее 10–15 августа. Целесообразно широко внедрять пожнивные посева быстрорастущих крестоцветных культур на зеленое удобрение, площади которых могут составлять от 20 до 30 % от общих посевов.

Хорошие результаты достигаются с применением стерневой сеялки СПП-3,6, рекомендованной Белорусским научно-исследовательским

институтом механизации сельского хозяйства НАН Беларуси, которой вслед за комбайном при уборке зерновых с измельчением соломы можно сеять промежуточные культуры без предварительной вспашки или дискования.

Для всех пожнивных культур нормы высева следует повышать на 15–20 % по сравнению с нормами, принятыми для обычных весенних посевов. В пожнивных посевах можно возделывать бобовые – люпин узколистный, вику озимую (мохнатую) и яровую, пелюшку, бобы конские и др.; крестоцветные – редьку масличную, горчицу белую, рапсы яровой и озимый, перко, сурепицу яровую и озимую, а также фацелию и другие культуры с коротким вегетационным периодом.

Поукосные посевы размещают на участках после уборки озимой ржи на зеленый корм или монокорм, после первого укоса многолетних трав, после скашивания однолетних бобово-злаковых смесей на кормовые цели и других культур, убираемых на зеленую массу, силос и сенаж. Поукосные посевы наращивают надземную массу летом и осенью. В поукосных посевах можно применять все культуры, рекомендованные для пожнивных посевов.

Заслуживает внимания применение поукосных сидератов по следующей технологии. Под однолетние травы, идущие по запаханному многолетнему люпину, подсеваются райграсс, который после уборки покровной культуры использует высвобождающиеся в результате минерализации растительной массы люпина элементы питания, в частности азот, быстро наращивает надземную массу и в конце августа достигает уборочной спелости. После уборки на кормовые цели райграсс до середины октября дает хорошую отаву, которую лучше запахать под ранние яровые культуры. Таким образом, запахивается 40–50 т/га растительной массы многолетнего люпина, затем производится сбор урожая однолетних трав, полноценный укос райграсса на корм и далее отава запахивается на зеленое удобрение, т. е. можно получить за год два урожая на корм скоту и дважды запахать растительную массу на удобрение. Такая технология быстрого окультуривания дерново-подзолистых почв и получения высокого урожая кормовых единиц приемлема для любого хозяйства.

Озимые сидераты (озимая рожь, озимый рапс, перко, озимая сурепица и смеси, например озимая рожь с викой мохнатой и др.) высевают осенью после уборки зерновых и других культур. Запашку озимых сидератов производят:

- весной следующего года под гречиху, просо, кукурузу, в последние сроки посадки под картофель;

- поздно весной или в первой декаде июня под однолетние травы – предшественники озимых зерновых культур;
- в сидеральном пару в зависимости от хозяйственной необходимости и условий под зерновые в разные сроки;
- в пару с дополнительным внесением перед заашкой торфа, соломы и других органических остатков с широким соотношением C:N (80–100:1).

После заашки озимых сидератов в мае высеваются однолетние травы (люпин, вико-, горохо- и пелюшкоовсяные смеси) с подсевом райграса однолетнего. Однолетние травы убираются в конце июля, а райграс при подкормке азотными удобрениями – в сентябре на кормовые цели.

Отава райграса в конце октября запахивается на зеленое удобрение под ранние яровые культуры. Таким образом, при соответствующей организации можно более рационально использовать землю, получая по два урожая однолетних трав на кормовые цели при одновременном повышении плодородия почвы за счет заашки отавы и корневых остатков.

При выборе культуры для сидерации следует учитывать различия климатических, почвенных и экономических условий хозяйств и районов страны. Особое внимание следует уделять семеноводству. Стоимость семян составляет главную статью расходов при возделывании культур на зеленое удобрение. Чем меньше затраты на производство семян, тем больше возможности применения того или иного сидерата. В этом отношении заслуживают предпочтения мелкосеменные виды бобовых культур. Значительный интерес представляют и мелкосеменные крестоцветные культуры с коэффициентом размножения 1:50 и даже 1:100. Это значит, что в хозяйстве достаточно иметь 1–2 га семенников рапса, горчицы или других мелкосеменных культур, чтобы обеспечить около 50–100 га посевов пожнивных культур собственными семенами. Однако в этом вопросе следует исходить из реальных условий и возможностей. Коэффициент размножения бобовых значительно ниже, чем крестоцветных, а, следовательно, и стоимость семян бобовых выше. Но нужно учитывать, что под бобовые сидераты азот вносить не следует, поскольку они его сами накапливают, а вот под крестоцветные и злаковые необходимо вносить не менее 60–90 кг/га в д. в. минерального азота. В результате себестоимость одной тонны зеленой массы как бобовых, так и крестоцветных и злаковых культур может выровняться. Поэтому в каждом хозяйстве необходимо иметь семена и бобовых и злаковых культур для посева на сидерацию.

Особенности и некоторые технологические приемы заправки сидератов

Подсевные сидераты в зависимости от назначения запахивают в разные сроки. Так, многолетний люпин запахивают на второй год жизни в фазе полного стеблевания – начала бутонизации под посадку яровизированного картофеля; в фазе бутонизации – начала цветения – под ранний картофель, гречиху и просо; в фазе полного цветения – под однолетние травы – предшественники озимых зерновых и озимого рапса. Первый укос донника белого используют на кормовые цели, а отросшую отаву в начале августа запахивают на зеленое удобрение. Сидераты запахивают полувинтовыми и винтовыми плугами с углоснимами. Для более качественной заправки многолетнего люпина с левой стороны плуга прикрепляют штангу, к которой цепляют водоналивной или ребристый каток. По ходу движения трактора с плугом одновременно прикапывается нежная зеленая масса сидерата, что обеспечивает хорошую заправку надземной массы даже высотой более 90 см. Рекомендуется высокорослые сидераты измельчать, а затем запахивать. Безусловно, измельченная надземная масса способствует хорошей заделке сидерата, но при этом следует считаться с дополнительными затратами. После измельчения зеленой массы сидерат лучше запахивать на 3–4-й день в подсушенном виде.

Эффективен и другой способ: после заправки корневых и пожнивных остатков однолетних трав высеваются крестоцветные культуры, которые поздно осенью убирают на корм или запахивают на зеленое удобрение под картофель ранних сроков посадки. На эрозионно опасных участках сидерат в качестве мульчи заделывают рано весной следующего года. Такая заправка почвы органическим веществом двух сидератов особенно важна на почвах низкого плодородия и способствует получению высоких урожаев картофеля, кукурузы и других культур с низкой себестоимостью.

Пожнивные сидераты запахивают поздно осенью (в конце октября), когда заканчивается вегетация растений. Заправка производится полувинтовыми плугами с углоснимами. Хорошо зарекомендовали себя при заправке люпина оборотные плуги. Узколиственный сидеральный люпин, даже достигший в высоту 65–70 см, прекрасно заделывается в почву. По запаханным пожнивным сидератам весной размещают ранние яровые культуры – картофель, кукурузу, сахарную и кормовую свеклу, яровые зерновые и др. На склоновых землях крутизной более

1,5–2,0° сидераты – сераделлу, райграсс, крестоцветные – осенью можно оставлять незапаханными, они заделываются в виде мульчи весной. На легких супесчаных и песчаных почвах можно высевать некоторые яровые прямо в мульчу (кукуруза, силосные, ранние овощные и др.), предварительно заделав мульчу в почву дисковыми орудиями.

Озимые сидераты (озимая рожь с викой мохнатой, озимый рапс, озимая сурепица, перко и др.) можно использовать в двух направлениях: надземная масса скашивается на высоком срезе не менее 20–25 см на кормовые цели, а отросшая отава с корневыми и пожнивными остатками – на удобрение. После озимых сидератов целесообразно выращивать в качестве основных культур люпин кормовой, кукурузу, гречиху, просо, бобово-злаковые смеси и др. С целью недопущения большого разрыва между уборкой озимой промежуточной культуры и посевом основной целесообразно вместо пахоты применять чизельную обработку почвы. Она более производительна и экономически оправдана.

1.9. Солома

Солома – важный источник органических удобрений. Она содержит ряд элементов питания растений (табл. 11).

Таблица 11. Средний состав соломы и отношение углерода к азоту в соломе сельскохозяйственных культур, % в сухом веществе

| Культура | Органический углерод | Содержание, % в сухом веществе | | | | | Соотношение углерода к азоту (C:N) | Добавка азота на 1 т соломы, кг д.в. |
|-------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|------|------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | | |
| Рожь озимая | 47 | 0,48 | 0,28 | 1,98 | 0,19 | 0,09 | 97 | 11 |
| Пшеница озимая | 47 | 0,58 | 0,23 | 2,12 | 0,19 | 0,09 | 81 | 10 |
| Тритикале озимое | 48 | 0,56 | 0,27 | 2,07 | 0,17 | 0,07 | 86 | 10 |
| Пшеница яровая | 47 | 0,49 | 0,21 | 2,17 | 0,13 | 0,14 | 96 | 11 |
| Тритикале яровое | 47 | 0,47 | 0,27 | 2,06 | 0,11 | 0,07 | 100 | 11 |
| Ячмень яровой | 48 | 0,55 | 0,21 | 2,60 | 0,11 | 0,06 | 87 | 10 |
| Овес | 47 | 0,55 | 0,38 | 2,21 | 0,16 | 0,06 | 85 | 10 |
| Люпин узколистный | 47 | 1,11 | 0,35 | 1,94 | 0,93 | 0,56 | 42 | 5 |
| Соя | 46 | 1,10 | 0,51 | 1,89 | 1,02 | 0,41 | 42 | 5 |
| Гречиха | 47 | 0,85 | 0,52 | 3,20 | 0,60 | 0,46 | 55 | 7 |
| Просо | 47 | 0,64 | 0,43 | 2,57 | 0,24 | 0,44 | 73 | 9 |
| Рапс яровой | 47 | 0,70 | 0,43 | 2,06 | 0,84 | 0,24 | 67 | 9 |
| Кукуруза | 47 | 0,55 | 0,22 | 2,33 | 0,34 | 0,23 | 85 | 10 |

Эффективным способом использования соломы является ее непосредственное применение на удобрение без отчуждения из агроценоза. В первую очередь, должна быть использована солома рапса и других крестоцветных культур, солома гречихи, кукурузы, люпина, кормовых бобов сои, которые в чистом виде практически не используются на корм и подстилку.

При таком содержании элементов питания в растениях (табл. 11) с 4 т/га соломы зерновых культур в почву поступит (кг/га): азота – 14–22; фосфора – 3–7; калия – 22–55; кальция – 9–37; магния – 2–7. Кроме того, поступят микроэлементы (г/га); бор – 24; медь – 12; марганец – 116; молибден – 1,6; цинк – 160; кобальт – 0,4.

При внесении в чистом виде в первый год наблюдается некоторое снижение урожая в результате дополнительного потребления азота почвы микрофлорой, разлагающей солому. Для исключения этого нежелательного явления на 1 т соломы вносят дополнительно азотные удобрений (табл. 11).

Внесение соломы, особенно в сочетании с минеральными удобрениями, улучшает агрофизические свойства почвы, повышает агрохимические показатели, биологическую активность, увеличивает содержание в почве органического вещества. На дерново-подзолистых почвах с растительными остатками зерновых культур поступает в среднем 2–3 т/га сухой массы органического вещества, что обеспечивает накопление 3–5 кг/га гумуса.

Известны следующие способы использования соломы на удобрение: при получении подстилочного навоза, при производстве компостов, непосредственно на удобрение.

При использовании полужидкой и твердой фракции жидкого навоза их необходимо смешать с влагопоглощающим материалом с последующей укладкой в штабеля для обеззараживания и хранения. Закладка штабеля компоста начинается с подготовки соломенной подушки. Измельченную солому укладывают шириной 4 м на длину площади и уплотняют гусеничным трактором. Толщина подушки после прикатывания должна составлять 50–70 см. Затем на подушку вывозят бесподстилочный навоз и переслаивают его соломой в соотношении 1 : 1 по массе. В зависимости от влажности навоза штабель наращивают до высоты 2,0–2,5 м.

Летом рекомендуется готовить компосты площадным способом на соломенной подушке толщиной 20–30 см. Завозят навоз и солому в соотношении 10 : 1, выдерживают в течение 2–3 дней и затем бульдозером формируют штабель.

Способы использования соломы на удобрение

1. Измельченную и разбросанную по полю солому запахивают осенью при подъеме зяби или весной в районах достаточного увлажнения.

2. На почвах тяжелого гранулометрического состава и во влажных климатических условиях разбросанную по полю солому не запахивают, а заделывают поверхностно лущильником, дисковой бороной или фрезой. Такой способ заделки в этих случаях дает лучший эффект по сравнению с заделкой ее плугом. Там, где возможно, после поверхностной заделки соломы желательнее посеять промежуточную пожнивную, лучше бобовую культуру.

3. Солому используют также в качестве мульчи для борьбы с водной и ветровой эрозией почвы. Мульчирование создает благоприятные условия для впитывания воды в почву, уменьшает, а иногда и полностью устраняет опасность поверхностного стока, способствует более равномерному распределению воды по поверхности почвы, улучшает структуру пахотного горизонта, ослабляет испарение влаги. Измельчение соломы рекомендуется не более 3–7 см, и она равномерно распределяется по ходу комбайна.

4. При оставлении стерни и соломы, в случае замены обычной обработки почвы безотвальной, на 40–60 % уменьшается скорость ветра над поверхностью почвы, вследствие этого угроза ветровой эрозии становится менее опасной, поэтому в зонах, подверженных ветровой эрозии, где обработку почвы проводят безотвально, заделывать солому в почву не рекомендуют.

5. На площадях, удобренных соломой, желательнее, в первую очередь, размещать бобовые или пропашные культуры. При посеве на этих площадях небобовых культур полезно внести азотные удобрения из расчета 8–10 кг азота на 1 т соломы зерновых культур и 7–8 кг азота на 1 т соломы крестоцветных. Вносимый вместе с соломой азот в общей норме минеральных удобрений не учитывается, так как он включается в общий оборот азота почвы и может играть определенную роль лишь при систематическом применении соломы на удобрение в севообороте.

Норма дополнительного внесения азота с соломой может существенно различаться и зависеть от климата, плодородия почвы, вида соломы, зеленого удобрения, вида высеваемой на этих площадях культуры. Во всяком случае установлено, что депрессивное действие соломы на первой культуре можно предотвратить, если внести такое количест-

во минерального азота, которое обеспечит отношение С : N, равное 20 : 1.

6. Хороший эффект наблюдается при комбинации удобрения соломой и зеленого удобрения. При этом могут быть использованы различные виды зеленого удобрения: самостоятельные посевы, пожнив-ные или подсевные культуры. Лучшее действие отмечается при использовании на зеленое удобрение бобовых культур, так как солома оказывает положительное действие на рост бобовых и фиксацию ими азота из атмосферы.

Минеральные азотные удобрения можно заменить бесподстилочным жидким навозом из расчета не менее 6–8 т на 1 т соломы. Удобрения заделывают в почву, выполняя лущение стерни на глубину 8–10 см. Через три недели зябь вспахивают. На глинистых и суглинистых почвах навоз вносят осенью или весной, на супесчаных и песчаных – только весной.

При таком сочетании это удобрение будет действовать не хуже обычного подстилочного навоза.

Во время уборки озимых культур солому измельчают, равномерно распределяют по поверхности поля и заделывают на глубину 8–10 см. Лучше после заделки соломы сеять зернобобовые культуры, так как под другие, особенно зерновые, необходимо вносить по 10–12 кг азота на 1 т запаханной соломы.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ, ХРАНЕНИЯ И ВНЕСЕНИЯ В ПОЧВУ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Накопление подстилочного навоза

Подстилочный навоз накапливается при стойловом содержании животных на глубокой или периодически сменяемой соломенной, торфяной или смешанной подстилке в основном на молочно-товарных фермах и при откорме КРС.

Такой навоз обладает высокими удобрительными свойствами. В нем вся жижа поглощается подстилкой, потери аммиачного азота незначительны, в помещении создаются нормальные зоогигиенические условия для скота.

При стойловом содержании животных подстилка укладывается слоем 30–40 см. Для этого необходимо 200–300 кг торфокрошки на одну корову и 100–150 кг на теленка. По мере накопления экскре-

ментов и увлажнения подстилки добавляется на одну условную голову 4–6 кг верхового или до 15 кг слаборазложившегося низинного торфа в сутки.

При периодически сменяемой подстилке торфокрошка и солома распределяются слоем 15–20 см и удаляются из помещения 1–2 раза в месяц.

Для лучшего поглощения навозной жижи солому следует использовать в виде резки длиной 10 см. Норма подстилки в сутки на одну корову 3–5 кг.

Для подстилки крупному рогатому скоту используется торфокрошка со степенью разложения торфа до 20 % и влажностью не более 50 %.

Подстилочные материалы следует хранить на территории фермы на специальных площадках.

Хранение подстильного навоза

На период бездорожья, а также в летний период, когда нет свободных для внесения удобрений площадей, необходимо иметь площадки у ферм для хранения навоза из расчета 2,5–3 м на одну условную голову.

Способы хранения. При рыхлом, или горячем способе хранения, когда навоз не уплотняется, создаются аэробные условия, развиваются термофильные бактерии, температура внутри бурта достигает 50–60 °С. Идет бурное разложение органического вещества, азот улетучивается в виде NH_3 , наблюдаются потери фосфора и калия.

При горячепрессованном, или рыхло-плотном способе хранения (способ Кранца), навоз рыхлой укладки после разогревания до 50–60 °С уплотняется. Сначала создаются аэробные условия, затем анаэробные. Потери азота и органического вещества уменьшаются.

Лучшим способом хранения навоза с точки зрения максимального сохранения питательных веществ является плотный (анаэробный или холодный) способ. В этом случае сохраняется довольно постоянная температура 15–35 °С. Потери азота при этом способе сравнительно небольшие, так как в силу высокой концентрации CO_2 углекислый аммоний почти не распадается на аммиак и углекислоту. Аммиак связывается также с органическими кислотами и хорошо сохраняется в навозе. Процесс нитрификации отсутствует ввиду того, что нитратные бактерии не могут развиваться в анаэробных условиях. В этих услови-

ях разложение органического вещества замедлено. Этот способ требует наличия навозохранилищ.

В зависимости от степени разложения навоз может быть свежий, слаборазложившийся (в этом случае солома подстилки сохраняет свой цвет и известную прочность); полуперепревший (солома приобретает темно-коричневый цвет, теряет прочность и легко разрывается, в этой стадии он теряет 15–30 % первоначальной массы); перепревший (солома настолько разлагается, что ее трудно обнаружить, при доведении навоза до перепревшего состояния теряется около 50 % его первоначальной массы; перегной – рыхлая землистая однородная масса (при доведении навоза до перегноя теряется примерно 75 % его первоначальной массы и сухого органического вещества) (табл. 12).

Таблица 12. Содержание элементов питания в навозе на соломенной подстилке в зависимости от степени его разложения, %

| Навоз | N | P ₂ O ₅ | Потери органического вещества |
|-----------------|------|-------------------------------|-------------------------------|
| Свежий | 0,52 | 0,25 | – |
| Полуперепревший | 0,60 | 0,38 | 29,0 |
| Перепревший | 0,66 | 0,43 | 47,2 |
| Перегной | 0,73 | 0,48 | 62,4 |

Многочисленные опыты показали, что не следует доводить навоз до перегноя, так как при этом теряется большое количество азота, фосфора и органических веществ. При доведении навоза до перегноя в аэробных условиях из него улетучивается весь аммиачный азот и большая половина органических веществ.

Вместе с тем не рекомендуется вносить и свежий навоз, так как в нем содержится большое количество сорняков и возбудителей различных болезней. Кроме того, свежий навоз, богатый неразложившейся подстилкой, при внесении в почву незадолго до посева может даже снизить урожай. Объясняется это тем, что микроорганизмы, разлагающие клетчатку свежего навоза, потребляют из почвы растворимые соединения азота и фосфора и выступают в качестве антагонистов растения.

Лучшие результаты дает полуперепревший навоз. Результаты многолетних опытов говорят о том, что каждая правильно использованная тонна навоза за все годы действия в севообороте обеспечивает получение добавочной продукции, равной примерно 1 ц в переводе на зерно.

Слаборазложившийся навоз в первый год может оказать слабое

действие, а в последствии на второй и третий годы могут быть сравнительно высокие прибавки урожая. При наличии в хозяйстве навоза разной степени разложения более разложившийся можно внести весной под пропашные культуры, а менее разложившийся – под озимые хлеба.

Для получения навоза хорошего качества его хранят в навозохранилищах или в полевых штабелях.

Навозохранилища. При укладке штабелей стремятся к тому, чтобы навоз различной степени разложения не был перемешан, а находился в отдельных частях навозохранилища. Укладка навоза в штабеля шириной 2–3 м начинается вдоль той стороны хранилища, которая прилегает к жижеборнику. Навоз укладывают небольшими участками, уплотняя каждый метровый слой навоза, а затем доводят штабеля до полной высоты (1,5–2 м). После того, как первый штабель будет полностью уложен, вдоль него, по мере поступления навоза, укладывают таким же образом второй штабель, затем третий и т. д. до заполнения навозохранилища. Штабеля должны плотно примыкать друг к другу. При таком порядке закладки на одной стороне навозохранилища будет находиться более разложившийся навоз (в штабелях более ранней закладки), а на другой – менее разложившийся, что позволит использовать навоз нужного качества.

Полевые штабеля. Такой способ хранения навоза в настоящее время наиболее распространен. В условиях большого напряжения в использовании транспортных средств в весенне-летний период вывозку навоза в поле целесообразно организовать зимой. Можно вывозить навоз, подготовленный в навозохранилище, или же свежий навоз непосредственно со скотных дворов.

При зимней вывозке навоза площадку для укладки каждого штабеля выбирают на возвышенном, не затопляемом весной месте. Ее очищают от снега, застилают торфом или резаной соломой слоем 20–25 см. Навоз укладывают в достаточно крупные штабеля и уплотняют для предотвращения его промерзания и потерь азота. Штабеля делают шириной 3–4 м и более при высоте 1,5–2 м.

Навоза в каждом штабеле должно быть столько, чтобы его хватило для удобрения минимум 1–2 га пашни (20–30 т/га под яровые зерновые и 30–40 т/га под овощные и пропашные культуры). Для озимых зерновых хлебов при зимней вывозке навоза закладывают более крупные штабеля, количество навоза рассчитано на 4–5 га. Штабеля на поле размещают так, чтобы при внесении навоза максимально сокращать

холостые проезды навозоразбрасывателей. Лучше всего навоз укладывать в штабеля рядами на краю поля.

Одновременно определяют расстояние между штабелями в каждом ряду. Оно зависит от величины штабеля и грузоподъемности навозоразбрасывателя (табл. 13).

Таблица 13. Расстояние между рядами буртов при использовании различных машин

| Машины | Грузоподъемность, т | Ширина разбрасываний, м | Расстояние между рядами буртов, м, при дозе внесения, т/га | | | | | | |
|--------|---------------------|-------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| МТТ-4 | 4 | 5,5 | 364 | 242 | 182 | 145 | 121 | 104 | 91 |
| ПРТ-7А | 7 | 6,0 | 750 | 500 | 375 | 300 | 250 | 214 | 188 |
| МТТ-10 | 10 | 6,0 | 830 | 550 | 410 | 330 | 280 | 236 | 208 |

Во избежание промерзания штабель в зимний период укладывают за 1–2 дня. После укладки его закрывают торфом или резаной соломой слоем 15–25 см. Нельзя хранить на полях свежий или полуперепревший навоз в мелких кучах, так как он промерзает (зимой) или пересыхает (летом), из него теряется значительное количество аммиачного азота. Качество такого навоза резко ухудшается.

Оптимальный срок хранения навоза в больших буртах в течение 3–3,5 мес летом и 4–6 мес в холодное время обеспечивает повышение качества удобрений. Уменьшается влажность навоза, повышается концентрация питательных веществ, улучшается соотношение С:N в пользу азота. Происходит обеззараживание навоза, частичная потеря всхожести семян сорных растений, приобретает однородность массы, позволяющая равномерно распределять удобрения по площади поля. При правильном хранении потери органического вещества и азота для соломистого навоза не превышают 20–25 %.

В торфяном навозе потери органического вещества составляют менее 10 %, азота – 1–3 %. Хранение навоза более длительное время нецелесообразно в связи с усиленной минерализацией органического вещества и большими потерями питательных веществ.

Оптимальным сроком внесения подстилочного навоза на всех почвах, за исключением избыточно увлажненных песчаных, является осень (под зябь). На песчаных почвах эффективность выше при внесении весной. На легких и средних по гранулометрическому составу почвах навоз под озимые зерновые лучше вносить после уборки парозанимающей культуры.

В подстилочном навозе содержится 10–12 % азота в аммиачной форме. Поэтому при разбрасывании навоза необходима одновременная заделка в почву плугом. При опаздывании с заделкой навоза на одни сутки теряется 60–90 % аммиачного азота.

Хранение бесподстилочного навоза

Полужидкий навоз накапливается на фермах и комплексах и удаляется транспортерными системами. Такой навоз имеет влажность 84–89 %. В целях полного использования бесподстилочного навоза в настоящее время на его основе необходимо готовить торфоновозные и навозно-соломенные компосты. Это позволит придать бесподстилочному полужидкому навозу консистенцию подстилочного, который грузится, транспортируется и вносится в почву существующими машинами. Чтобы избежать потерь питательных веществ, по мере удаления полужидкого навоза из ферм, он должен быть немедленно перемешан с торфом или соломой на специальных площадках с твердым покрытием или в навозохранилищах.

Полужидкий навоз может использоваться по двум различным технологическим схемам.

Первая схема, наиболее приемлемая в условиях области, – приготовление компостов. Используется на фермах и комплексах, обеспеченных достаточным количеством торфокрошки или соломы. Использование торфокрошки экономически оправдано в виде небольших добавок (до 300 кг на тонну) при небольшом радиусе перевозок (30–40 км). Для приготовления компостов торфокрошку лучше дополнять соломой. Если на 1 тонну экскрементов животных добавить 30–50 кг соломы, то потребность в торфе сократится в 2–2,5 раза и составит 100–150 кг.

Вторая – разделение полужидкого навоза на твердую и жидкую фракции предусматривается при недостатке торфокрошки и соломы.

Бесподстилочный жидкий навоз накапливается на комплексах по откорму свиней и КРС.

При нарушении технологии в нормах расхода воды объемы бесподстилочного навоза резко возрастают (табл. 14), в результате чего увеличиваются затраты на транспортировку, а также снижается его удобрительная ценность.

В связи с этим для предотвращения чрезмерного разбавления на-

воза суточный расход воды должен нормироваться (табл. 15).

Таблица 14. **Объемы выхода жидкого навоза в зависимости от степени его разбавления водой**

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

Таблица 15. **Нормы расхода воды на одно животное, кг/сут**

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

Для подготовки жидкого навоза к внесению наиболее целесообразно, агроэкономически обосновано разделять его на твердую и жидкую фракцию. При этом способе накопленный навоз отстаивается в приемном резервуаре. Отстоявшуюся жижу через специальные устройства 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.

Транспортировка и внесение органических удобрений

Технологии внесения органических удобрений. Твердые органические удобрения (традиционный подстилочный навоз и различные компосты) вносят преимущественно по двум технологическим схемам: I – прямоточной (ферма – поле) и II – перевалочной (ферма – бурт, штабель – поле).

При *прямоточной технологии* удобрения из мест накопления (прифермских полевых секционных навозохранилищ или площадок компостирования обычно вблизи животноводческих комплексов) транспортируют и вносят тракторными прицепами-разбрасывателями без буртования в поле с немедленной заделкой в почву. Для внесения твердых органических удобрений используются МТТ-4, ПРТ-7А, ПРТ-11 и их аналоги. Такую схему используют только при небольшом расстоянии

перевозки (до 8 км от места накопления до поля) и ограниченно по времени, главным образом в весенне-осенние посевные кампании, в периоды, когда сразу за внесением твердых органических удобрений может осуществляться их заделка.

Перевалочная технология при значительном расстоянии от места накопления имеет такие же временные ограничения. В этом случае удобрение транспортируют тракторными прицепами или автомобилями-самосвалами до поля и затем перегружают в низкорамные разбрасыватели, которыми и вносят на поверхность почвы, либо сгружают на поле отдельными кучами в шахматном порядке с расстоянием в рядах 30–60 м (в зависимости от емкости транспортного средства и дозы внесения), из которых и разбрасывают роторными разбрасывателями. Равномерно распределенные по поверхности поля удобрения сразу же заделывают в почву.

На практике наиболее распространена схема ферма – бурт (штабель) – поле, которая позволяет выполнять значительную часть транспортных работ (перевозку удобрения от места накопления до места временного хранения в буртах или штабелях обычно вблизи или на краю поля) круглый год или периодически в менее напряженный период сельскохозяйственных работ. При этом отпадает необходимость в крупных прифермских навозохранилищах, их емкость может быть ограничена объемом 1,5-месячного карантинного хранения навоза от имеющегося поголовья животных.

Агротехнические требования и контроль за качеством внесения органических удобрений. Качество навоза и компонентов компостов контролируется по следующим основным показателям: влажность, зольность, содержание органического вещества, реакция среды (рН солевой вытяжки), валовое содержание азота, фосфора и калия.

Агрэкологические требования к качеству нетрадиционных твердых органических удобрений (биогумус вермикюльтуры, сапропель, компосты из твердых и жидких бытовых отходов, ОСВ и др.) включают контроль за содержанием в них тяжелых металлов, радионуклидов, других токсикантов, наличием болезнетворных микроорганизмов и гельминтов.

При внесении твердых органических удобрений должны соблюдаться следующие основные агротехнические требования: постоянная скорость движения агрегата по полю составляет 7–12 км/ч; отклонение фактической дозы внесения от заданной не должно превышать $\pm 10\%$; неравномерность распределения удобрения по рабочей ширине захвата

± 25 %; нестабильность дозы внесения по ходу движения агрегата ± 10 %; на поле не должно быть огрехов и неудобренных участков. Недопустимо растаскивание органических удобрений по поверхности поля машинами и орудиями, не приспособленными для равномерного их распределения.

Наличие огрехов на поле, перекрытия на стыковых проходах, качество внесения на поворотных полосах, потери удобрений в местах погрузки, в пути следования транспортных и технологических машин определяют визуально.

До начала работ необходимо заблаговременно качественно подготовить и правильно настроить разбрасыватели для обеспечения заданной дозы внесения удобрений и соблюдения других установленных агротехнических требований.

Равномерно распределенные по поверхности почвы органические удобрения сразу (не более чем через 2 ч) должны быть заделаны в почву на требуемую глубину почвообрабатывающими орудиями общего назначения – плугами, лущильниками, дисковыми боронами и др. – при соблюдении предъявляемых агротехнических требований к соответствующей обработке почвы.

Жидкие органические удобрения вносят по прямоточной, комбинированной перегрузочной и перевалочной технологии.

Прямоточная технология. По этой технологии жидкий навоз (без предварительного разделения на фракции), жидкую фракцию из отстойника-накопителя и навозные стоки с влажностью не более 93 % транспортируют и вносят поверхностно полуприцепными цистернами-разбрасывателями, оборудованными для самозагрузки и поверхностного внесения. Сдерживающим фактором использования такой технологии является резко возрастающая стоимость единицы объема работы с увеличением дальности транспортировки. Даже при использовании крупнотоннажных мобильных жижезабрасывателей транспортировка свыше 5–8 км экономически невыгодна.

Для внесения жидких органических удобрений используют МЖТ-6, МЖТ-11, РЖТ-4М, РЖТ-5 и их аналоги.

Более распространены различные комбинированные технологические схемы применения жидких органических удобрений.

Комбинированная перегрузочная технология. Включает загрузку удобрения из прифермского навозохранилища в транспортную емкость и доставку его до поля, перегрузку удобрения в полевой тракторный жижезабрасыватель и внесение жидкого навоза в поле.

Перевалочная технология. Предусматривает транспортировку удобрения из прифермского навозохранилища в полевое хранилище мобильным транспортом или по трубопроводу (стационарному или из разборных труб) с помощью фекальных насосов. При использовании трубопровода влажность навоза должна быть не менее 91 %, а скорость движения навоза в трубопроводе – не менее 1,2 м/с. Не разрешено оставлять навоз в трубопроводе дольше одной рабочей смены, после окончания работы трубопровод необходимо промыть водой (в количестве не менее полуторного объема заполняемой системы) при скорости потока 1,1–1,5 м/с. Загрузку удобрений из полевого хранилища и внесение их в поле осуществляют тракторным жижеразбрасывателем.

Возможна также транспортировка жидкого навоза из прифермского хранилища на площадку для приготовления компоста с последующим использованием технологий применения твердых органических удобрений.

При раздельном использовании жидкой и твердой фракций навоз из карантинной емкости подается насосами в отстойник-накопитель, в котором происходит разделение навоза на фракции естественным или механическим способом. Жидкая фракция через фильтрующие устройства поступает по жижесборочному каналу в пруд-накопитель. При этом массовая доля механических и растительных включений (размером 3–10 мм) в осветленной жидкой фракции не должна превышать 2 %.

Жидкая фракция может использоваться в рециркулярной системе навозоудаления из животноводческих помещений или после шестимесячного отстаивания для орошения.

Внесение жидкого навоза поверхностно-самотечным способом полива. С помощью стационарных или переносных трубопроводов с раздаточными колонками его можно осуществлять на специально подготовленных выровненных полях с небольшим уклоном. Длину предварительно нарезанных поливных борозд устанавливают в зависимости от уклона участка и водопроницаемости почвы, но она не должна превышать 200 м, при этом сброс поливной жидкости в конце борозды не допускается, а расход жидкого навоза при поливе не должен превышать 2 л/с.

Для распределения навозных стоков и жидкой фракции навоза по поверхности почвы можно также использовать различные дождевальные установки – стационарные, полустационарные и передвижные

(фронтального и кругового действия, в том числе дальноструйные). В этом случае требуются предварительная специальная подготовка поля для улучшения впитывающей способности почвы, строгое соблюдение специальных требований, нормативов и ограничений, установленных для оросительных систем с использованием животноводческих стоков. Особое внимание при внесении жидких органических удобрений дождеванием следует уделять измельчению или отделению попадающих в них частиц с размерами, превышающими свободный проход через отверстия в насадках дождевальных аппаратов.

В целом независимо от способов и технологий применения жидких органических удобрений они желателен сразу, но не позднее чем через 2 ч после поверхностного внесения на поле, должны быть заделаны в почву на глубину не менее 8 см во избежание потерь азота удобрения за счет улетучивания аммиака. Этим потерь можно также избежать при внутрипочвенном внесении жидких органических удобрений.

3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Внесение органических удобрений в оптимальных дозах имеет высокую агрономическую эффективность: нормативная прибавка урожая от 1 т навоза для озимых зерновых составляет 25 кг зерна, клубней картофеля 105 кг, сахарной свеклы – 125 кг и кормовых корнеплодов – 200 кг корнеплодов, кукурузы на силос – 190 кг зеленой массы, всех культур на пашне – 30 к. ед.

Озимая пшеница. Озимая пшеница – одна из наиболее продуктивных и ценных зерновых культур, зерно которой используется для продовольственных целей.

В 2011–2013 гг. были проведены полевые опыты с озимой пшеницей среднеспелым сортом Богатка и среднепоздним сортом Сюита по изучению эффективности систем удобрения под эту культуру на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства БГСХА на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лесовидном суглинке, подстилаемых с глубина 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 21 м², учетная 16,5 м², повторность – четырехкратная. Норма высева семян – 5 млн. всхожих семян на 1 га. В опыте с озимой пшеницей применялись карбамид, аммофос, хлористый калий, навоз крупного рогатого скота (N – 0,48–0,52, P₂O₅ – 0,20–

0,22 и K_2O – 0,55–0,59 %). Агротехника возделывания озимой пшеницы была общепринятой для условий Могилевской области.

Применение минеральных и органических удобрений существенно повышало урожайность зерна озимой пшеницы сорта Сюита (табл. 16.). В среднем за 2012–2014 гг. урожайность зерна озимой пшеницы при внесении высоких доз минеральных удобрений ($N_{20}P_{64}K_{140}+N_{70+40+40}$) по сравнению с неудобренным контролем возросла на 31,9 ц/га (29,7 до 61,6 ц/га). Внесение 30 т/га подстилочного навоза на фоне $N_{20}P_{64}K_{140}+N_{70+40+40}$ увеличивало урожайность зерна озимой пшеницы сорта Сюита на 14,3 ц/га. Окупаемость 1 т навоза кг зерна озимой пшеницы сорта Сюита составила 47,6 кг.

Таблица 16. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Сюита

| Вариант опыта | Урожайность, ц/га | | | Средняя урожайность, ц/га | Сырой белок, % | Сырая клейковина, % |
|---|-------------------|---------|---------|---------------------------|----------------|---------------------|
| | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | | | |
| 1. Без удобрений (контроль) | 23,2 | 28,0 | 37,8 | 29,7 | 11,8 | 20,0 |
| 2. $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70}$ | 39,6 | 45,0 | 59,3 | 48,0 | 12,4 | 22,8 |
| 3. $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70} + N_{40}$ | 47,7 | 51,0 | 66,5 | 55,1 | 12,9 | 24,0 |
| 4. $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70} + N_{40} + N_{40}$ – фон | 52,2 | 58,5 | 74,2 | 61,6 | 13,1 | 27,9 |
| 5. Навоз 30 т/га $N_{20}P_{64}K_{140} + N_{70} + N_{40} + N_{40}$ | 63,3 | 75,7 | 88,6 | 75,9 | 13,0 | 29,4 |
| НСР ₀₅ | 2,7 | 3,6 | 4,1 | 2,0 | 0,3 | 0,8 |

При применении минеральных удобрений по сравнению с вариантом без внесения удобрений значительно улучшалось качество зерна пшеницы за счет увеличения содержания сырого белка и клейковины. Внесение 30 т/га подстилочного навоза на фоне высоких доз минеральных удобрений ($N_{20}P_{64}K_{140}+N_{70+40+40}$) повышало содержание сырой клейковины в зерне на 1,5 %.

У сорта Богатка применение органических и минеральных удобрений значительно повышало урожайность зерна озимой пшеницы и улучшало его качество (табл. 17). На фоне $N_{20}P_{64}K_{140}+N_{70+40+40}$ внесение 30 т/га подстилочного навоза повышало урожайность зерна озимой пшеницы сорта Богатка на 14,3 ц/га. Окупаемость 1 т навоза кг зерна при этом составила 47,6 кг.

Применение 30 т/га навоза на фоне высоких доз минеральных удобрений увеличивало содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы сорта Богатка на 1,1 % и сырой клейковины – на 1,6 %.

Таблица 17. Влияние органических удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Богатка

| Вариант опыта | Урожайность, ц/га | | | Средняя урожайность, ц/га | Сырой белок, % | Сырая клейковина, % |
|---|-------------------|---------|---------|---------------------------|----------------|---------------------|
| | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | | | |
| 1. Без удобрений (контроль) | 21,2 | 26,0 | 40,2 | 29,1 | 11,6 | 19,4 |
| 2. N ₂₀ P ₆₄ K ₁₄₀ + N ₇₀ | 34,8 | 40,0 | 54,7 | 43,2 | 13,3 | 22,2 |
| 3. N ₂₀ P ₆₄ K ₁₄₀ + N ₇₀ + N ₄₀ | 43,8 | 48,0 | 64,6 | 52,1 | 12,9 | 24,8 |
| 4. N ₂₀ P ₆₄ K ₁₄₀ + N ₇₀ + N ₄₀ + N ₄₀ – фон | 50,5 | 55,0 | 75,1 | 60,2 | 12,7 | 28,7 |
| 5. Навоз 30 т/га N ₂₀ P ₆₄ K ₁₄₀ + N ₇₀ + N ₄₀ + N ₄₀ | 58,8 | 68,5 | 96,1 | 74,5 | 13,8 | 30,3 |
| НСР ₀₅ | 2,7 | 4,2 | 3,9 | 2,1 | 0,4 | 0,9 |

Расчеты экономической эффективности применения органических и минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы сорта Богатка в среднем за 2012–2014 гг. показали, что их внесение обеспечивает получение высокой прибыли и рентабельности. При применении минеральных удобрений в дозе N₂₀P₆₄K₁₄₀+N₇₀+40+40 прибыль составила 313,5 долл. и уровень рентабельности 88,5 %. При применении 30 т/га навоза на фоне N₂₀P₆₄K₁₄₀+N₇₀+40+40 прибыль возросла до 468,8 долл., а уровень рентабельности до 92,7 %.

Кукуруза. Кукуруза в мире возделывается главным образом на кормовые цели для получения не только грубого корма с высокой концентрацией энергии, но и концентрированного.

В 2008–2009 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком на опытном поле «Гушково» учебно-опытного хозяйства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии исследовались системы применения удобрений при возделывании кукурузы гибрид Бемо 182. Норма высева семян – 110 тысяч семян на 1 га. Общая площадь делянки в опыте – 36 м², учетная – 24,7 м², повторность – четырехкратная. Агротехника возделывания кукурузы – общепринятая для условий Могилевской области.

Почва опытных участков по годам исследований имела слабокислую реакцию почвенной среды (рН_{KCl} 5,7–5,8), среднее содержание гумуса (1,70–1,71 %), повышенное содержание подвижного фосфора (186–202 мг/кг), среднее и повышенное содержание подвижного калия (197–213 мг/кг).

Вегетационный период 2008 г. характеризовался близким к среднемноголетним значениям температур воздуха. Июнь, июль и август

характеризовались меньшим по сравнению со средним многолетним уровнем количеством осадков (в июне 44 % от нормы), что отрицательно сказалось на формировании урожайности. 2009 г. характеризовался более благоприятными метеорологическими условиями, особенно по количеству выпавших осадков на протяжении вегетационного периода, что обусловило в 2009 г. получение значительно более высокой урожайности зеленой массы кукурузы.

Применение минеральных удобрений существенно повышало урожайность зеленой массы кукурузы, выход сухого вещества, кормовых единиц, содержание сырого белка, сбор переваримого протеина и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином (табл. 18).

Таблица 18. Влияние органических и минеральных удобрений на продуктивность и качество кукурузы (среднее за 2008–2009 гг.)

| Вариант | Урожайность зеленой массы, ц/га | Сухое в-во, ц/га | Выход к. ед., ц/га | Сырой белок, % | Выход сырого белка, ц/га | Сбор переваримого протеина, ц/га | Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г |
|---|---------------------------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------|----------------------------------|--|
| 1. Без удобрений | 306 | 74,8 | 61,2 | 7,7 | 5,8 | 3,3 | 56 |
| 2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀ | 538 | 131,5 | 107,6 | 9,6 | 12,6 | 7,3 | 68 |
| 3. N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ | 578 | 141,3 | 115,5 | 9,5 | 13,4 | 7,8 | 68 |
| 4. Навоз 50 т/га + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀ | 615 | 150,0 | 123,0 | 9,4 | 14,1 | 8,2 | 67 |
| НСР ₀₅ | 1,77–20,0 | | | | | | |

Применение 50 т/га подстильного навоза на фоне повышенных доз минеральных удобрений (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ в подкормку) увеличивало урожайность зеленой массы кукурузы на 37 ц/га, выход сырого белка на 0,7 ц/га, переваримого протеина на 0,4 ц/га. При этом содержание сырого белка в зеленой массе и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в варианте с применением навоза было примерно на одном уровне с фоновым вариантом.

Расчеты экономической эффективности применения удобрений показали, что в вариантах с применением N₉₀P₆₀K₁₀₀, N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ и Навоз 50 т/га + N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ рентабельность составила 89,2; 80,6; и 64,2 % соответственно. Таким образом, с увеличением доз минеральных удобрений рентабельность их применений несколько снижалась.

Внесение 50 т/га навоза на фоне повышенных доз минеральных удобрений (N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀) в связи с большими затратами на применение органических удобрений также приводило к некоторому сниже-

нию уровня рентабельности, но тем не менее она была достаточно высокой.

В 2010–2013 гг. на опытном поле «Тушково» учебно-опытного хозяйства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 метра моренным суглинком, проводились исследования по изучению эффективности видов органических удобрений с гибридом кукурузы МЕЛ 272 МВ.

Общая площадь делянки в опыте – 36 м², учетная – 24,7 м², повторность – четырехкратная. Предшественником кукурузы было озимое тритикале.

В опытах применялись удобрения: карбамид (46 % N); аммонизированный суперфосфат (33 % P₂O₅, 8 % N); хлористый калий (60 % K₂O), КАС (30 %); навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P₂O₅ – 0,21–0,22 % и K₂O – 0,55–0,57 %); жидкий навоз (влажность 95–96 %, органическое вещество 4,1–4,2 %, N – 0,20–0,22 %, P₂O₅ – 0,10–0,11 %, K₂O – 0,26–0,28 %); солома озимой тритикале (влажность 16 %, органическое вещество 75–78 %, N – 0,36–0,38 %, P₂O₅ – 0,20–0,22 %, K₂O – 2,0–2,1 %); поживной рапс на зеленое удобрение (влажность 82–84 %, органическое вещество – 14,5–15,5 %, N – 0,41–0,43 %, P₂O₅ – 0,12–0,13 %, K₂O – 0,33–0,35 %).

Норма высева семян кукурузы – 100 тыс/га.

Почва опытных участков с кукурузой имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (рН_{KCl} 5,7–6,1), низкое и среднее содержание гумуса (1,4–2,0 %), повышенное и высокое подвижного фосфора (198–265 мг/кг), среднее подвижного калия (180–190 мг/кг) и низкую обеспеченность подвижным цинком (2,5–2,8 мг/кг).

Применение минеральных и органических удобрений стабильно повышало урожайность зеленой массы кукурузы.

Внесение на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ 50 т/га навоза повышало урожайность зеленой массы кукурузы на 3,9 т/га.

Сочетание 4 т/га соломы озимой тритикале с 30 т/га жидкого навоза по сравнению с фоном N₉₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ увеличивало урожайность зеленой массы кукурузы в среднем за три года на 5,9 т/га, т. е. было более эффективным, чем применение 50 т/га подстилочного навоза (табл. 19).

Таблица 19. Продуктивность и качество кукурузы в зависимости от применяемых систем удобрения (среднее за 2011–2013 гг.)

| Вариант опыта | Урожайность зеленой массы, т/га | Выход сухого вещества, т/га | Выход к. ед., т/га | Сырой белок, % | Выход сырого белка, кг/га | Выход переваримого протеина, кг/га | Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г |
|--|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|---------------------------|------------------------------------|--|
| 1. Без удобрений (контроль) | 20,1 | 5,03 | 4,13 | 6,3 | 316,9 | 183,8 | 45 |
| 2. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ – ФОН | 61,0 | 15,25 | 12,5 | 9,8 | 1494,5 | 866,8 | 69 |
| 3. ФОН + 4 т/га соломы озимой тритикале | 59,5 | 14,88 | 12,20 | 9,8 | 1457,8 | 845,5 | 69 |
| 4. ФОН + подстилочный навоз 50 т/га | 64,9 | 16,23 | 13,31 | 10,2 | 1655,0 | 959,9 | 49 |
| 5. ФОН + 4 т/га соломы озимой тритикале + 50 т/га жидкий навоз | 66,9 | 16,73 | 13,72 | 10,3 | 1722,7 | 999,2 | 73 |
| 6. ФОН + поживной рапс на з/у (15 т/га) | 62,3 | 15,58 | 12,78 | 9,8 | 1526,4 | 885,3 | 69 |
| НСР ₀₅ | 1,28–1,89 | | | 0,4 | | | |

Запашка 15 т/га зеленой массы поживного рапса или 4 т/га соломы озимой тритикале на фоне N₉₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ не способствовало по сравнению с фоном повышению урожайности зеленой массы кукурузы.

Содержание сырого белка в зеленой массе кукурузы в среднем за 2011–2013 гг. существенно возросло при применении удобрений по сравнению с неудобренным контролем (табл. 19). Внесение 50 т/га подстилочного навоза и сочетание 50 т/га жидкого навоза с 4 т/га соломы озимой тритикале по сравнению с фоном N₉₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ способствовали возрастанию содержания сырого белка в зеленой массе кукурузы на 0,4 и 0,5 % соответственно.

При применении 4 т/га соломы в сочетании с 50 т/га жидкого навоза по сравнению с фоном N₉₀P₆₀K₉₀ + N₃₀ выход сырого белка возрос с 1494,5 до 1722,7 кг и обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином с 69 до 73 г.

Расчеты экономической эффективности при применении удобрений показали, что в вариантах с внесением органических удобрений наибольшая прибыль (6069,8 тыс. руб/га) и рентабельность (224 %) были получены в варианте с применением 50 т/га подстилочного навоза в

сочетании с $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$. Наименьшей прибылью и рентабельностью при применении органических удобрений были в варианте при внесении 4 т/га соломы в сочетании с $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$. Самой высокой рентабельностью была в варианте с применением одних минеральных удобрений, что связано с увеличением затрат при использовании органических удобрений (табл. 20).

Таблица 20. Экономическая эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы, среднее за 2011–2013 гг.

| Вариант опыта | Прибавка кормовых единиц, ц/га | Стоимость дополнительной продукции, тыс. руб/га | Всего дополнительных затрат, тыс. руб/га | Себестоимость 1 ц к. ед. дополнительной продукции, тыс. руб/га | Прибыль, тыс. руб/га | Рентабельность, % |
|---|--------------------------------|---|--|--|----------------------|-------------------|
| 1. Без удобрений (контроль) | – | – | – | – | – | – |
| 2. $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – ФОН | 83,8 | 10022,5 | 4338,4 | 51,8 | 5684,1 | 231 |
| 3. ФОН + 4 т/га солома тритикале | 80,7 | 9651,7 | 4872,6 | 60,4 | 4779,1 | 198 |
| 4. ФОН + 50 т/га подстилочный навоз | 91,8 | 10979,3 | 4909,5 | 53,5 | 6069,8 | 224 |
| 5. ФОН + 4 т/га солома + 50 т/га жидкий навоз | 95,9 | 11469,6 | 5467,3 | 57,0 | 6002,4 | 210 |
| 6. ФОН + поживной рапс на з/у (15 т/га) | 86,5 | 10345,4 | 4757,4 | 55,0 | 5588,0 | 217 |

Картофель. Важным приемом, позволяющим обеспечивать бездефицитный или положительный баланс гумуса и элементов минерального питания, является заплата органической массы (навоз, солома, поживные остатки, промежуточные посевы на зеленое удобрение и т. д.).

В связи с подорожанием энергоносителей, сокращением трудовых ресурсов в сельскохозяйственном производстве и другими отрицательными факторами, большое значение приобретает использование в качестве органического удобрения промежуточных посевов крестоцветных и бобовых культур.

Исследования по влиянию органических удобрений на урожайность клубней картофеля проводились в 2011–2013 гг. в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки в опы-

те – 54 м², учетная – 36 м², повторность – четырехкратная. Исследования проводились с картофелем сорта Скарб. Предшественником картофеля была озимая тритикале.

Почва опытного участка имела повышенное содержание гумуса (2,1–2,2 %), среднее содержание подвижного фосфора (130–142 мг/кг) и повышенное (221–229 мг/кг) подвижного калия, слабокислую реакцию (рН_{KCl} 5,9–6,0) почвенной среды. В опытах применялись удобрения: мочевины (46 % N); аммонизированный суперфосфат (33 % P₂O₅, 8 % N); хлористый калий (60 % K₂O), КАС (30 % N); навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P₂O₅ – 0,21–0,22 % и K₂O – 0,55–0,57 %); пожнивная редька на зеленое удобрение (влажность 82–84 %, органическое вещество – 14,5–15,5 %, N – 0,41–0,43 %, P₂O₅ – 0,12–0,13 %, K₂O – 0,33–0,35 %).

Навоз КРС и калийные удобрения вносились осенью под зяблевую вспашку, запашка пожнивной редьки – осенью при достижении урожайности зеленой массы согласно схеме опыта. Азотные и фосфорные удобрения – весной под культивацию. В целом методика проведения исследований общепринятая.

Урожайность картофеля сорта Скарб по годам исследований отличалась из-за метеорологических условий вегетационного периода и в зависимости от применения удобрений (табл. 21).

Таблица 21. Влияние органических удобрений на урожайность и товарность клубней картофеля сорта Скарб (2011–2013 гг.)

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | | | | Прибавка к фону, т/га | Окупаемость 1 кг НРК кг клубней | Товарность клубней, % |
|---|-------------------|---------|---------|---------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | средняя | | | |
| 1. Без удобрений | 21,2 | 18,6 | 24,1 | 21,3 | – | – | 74,8 |
| 2. N ₆₀ P ₄₅ K ₉₀ – фон | 36,8 | 34,2 | 39,1 | 36,7 | – | 79,0 | 81,2 |
| 3. Фон + навоз КРС 20 т/га – фон | 40,1 | 38,1 | 43,7 | 40,6 | 3,9 | 99,0 | 83,9 |
| 4. Фон + навоз КРС 50 т/га – фон | 42,4 | 40,2 | 46,9 | 43,2 | 6,5 | 112,3 | 84,0 |
| 5. Фон + пожнивная редька на з/у 5 т/га | 37,1 | 35,1 | 42,8 | 38,3 | 1,6 | 87,2 | 86,9 |
| 6. Фон + пожнивная редька на з/у 15 т/га | 39,0 | 37,0 | 43,8 | 39,9 | 3,2 | 95,4 | 87,3 |
| 7. Фон + пожнивная редька на з/у 5 т/га + навоз КРС 20 т/га | 43,7 | 36,9 | 46,0 | 42,2 | 5,5 | 107,2 | 85,8 |
| НСР ₀₅ | 1,4 | 1,6 | 1,0 | | | | |

Без удобрений урожайность картофеля при соблюдении интенсивной технологии возделывания была получена в пределах 18,6–24,1 т/га. Меньшей она была в 2012 г., а наибольшей – в 2013 г.

Минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{45}K_{90}$ увеличивали урожайность картофеля на 15,6 т/га (74 %) в 2011 г., на 15,6 т/га (83 %) – в 2012 г. и на 15,0 т/га (62 %) – в 2013 г.

Добавление к минеральному фону $N_{60}P_{45}K_{90}$ 20 т/га навоза КРС увеличивало урожайность клубней на 3,9 т/га (11 %) в среднем за три года.

Увеличение дозы навоза КРС до 50 т/га привело к повышению урожайности клубней на 6,5 т/га (18 %) по сравнению с фоновым вариантом и на 7 % по сравнению с вариантом, где вносилось 20 т/га навоза на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$.

Запашка пожнивной редьки на зеленое удобрение при урожайности зеленой массы 5 т/га в 2011 г. и 2012 г. не привела к повышению урожайности клубней картофеля по сравнению с фоном. Достоверная прибавка была только в 2013 г. – 3,7 т/га (9 %).

Более поздний срок запашки редьки масличной с урожайностью зеленой массы в 15 т/га по всем годам исследований показал достоверную прибавку урожайности клубней картофеля Скарб. Так, в 2011 г. прибавка клубней составила 2,2 т/га к фоновому варианту, в 2012 г. – 2,8 т/га, в 2013 г. – 4,7 т/га. Причем, этот вариант удобрения был равнозначен варианту с 20 т/га навоза КРС на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$.

Совместное применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{45}K_{90}$ с навозом КРС в дозе 20 т/га и запашкой зеленой массы редьки масличной в дозе 5 т/га обеспечило такую же урожайность клубней картофеля, как и внесение 50 т/га навоза КРС на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$.

Товарность клубней была выше в вариантах с применением зеленого удобрения. Так, при запашке 5 т/га редьки масличной увеличение товарности составило 5,7 %, а при 15 т/га – 6,1 % по сравнению с фоном, что имеет большое значение при производстве картофеля на реализацию. Кроме того, на делянках с применением зеленого удобрения наблюдалось значительное уменьшение количества сорных растений, снижение поражения растений картофеля фитофторозом, а клубни были меньше поражены паршой.

Таким образом, результаты исследований позволяют рекомендовать при возделывании картофеля, как альтернативу применению 50 т/га навоза, внесение 20 т/га навоза совместно с запашкой 5 т/га промежуточной редьки масличной на зеленое удобрение на фоне $N_{60}P_{45}K_{90}$.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 3 |
| 1. Виды органических удобрений, их химический состав и применение..... | 6 |
| 1.1. Подстилочный навоз..... | 6 |
| 1.2. Бесподстилочный навоз..... | 10 |
| 1.3. Навозная жижа..... | 12 |
| 1.4. Птичий помет..... | 13 |
| 1.5. Торф..... | 17 |
| 1.6. Компосты..... | 18 |
| 1.7. Сапропель..... | 20 |
| 1.8. Зеленое удобрение..... | 21 |
| 1.9. Солома..... | 28 |
| 2. Технология заготовки, хранения и внесения в почву органических удобрений..... | 31 |
| 3. Эффективность применения органических удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур..... | 41 |

Производственно-практическое издание

Вильдфлуш Игорь Робертович
Персикова Тамара Филипповна
Саскевич Павел Александрович и др.

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ИНТЕНСИВНОМ
ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Рекомендации

Редактор *Т. П. Рябцева*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *Л. С. Разинкевич*

Подписано в печать 26.05.2015. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,82.
Тираж 30 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.