

Г л а в а 12. ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

12.1. ЗНАЧЕНИЕ, ВИДЫ И ОБЪЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Органические удобрения содержат питательные элементы в форме органических соединений растительного и животного происхождения. Они известны с раннего периода истории земледелия. В Китае и Японии органические удобрения начали применять более 3 тыс. лет назад. В странах Западной и Восточной Европы — в XIV–XV вв. использовались навоз, в Средней Азии с давних времен — зеленое удобрение. В современном мировом сельском хозяйстве ежегодно используется 3–4 млрд. т органических удобрений.

Органическим удобрением признается главная роль в повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Без их систематического применения нельзя рассчитывать на высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, особенно на песчаных и супесчаных почвах. Академик Д. Н. Прянишников писал: "Как бы ни было велико производство минеральных удобрений в стране, навоз никогда не потеряет своего значения как одно из главнейших удобрений в сельском хозяйстве".

Органические удобрения оказывают комплексное воздействие на плодородие почвы — повышают содержание гумуса и питательных элементов, улучшают водный и воздушный режимы, активизируют жизнедеятельность почвенной микрофлоры. Они увеличивают урожайность сельскохозяйственных культур и улучшают качество продукции.

По данным научных учреждений Беларуси, потребность в органических удобрениях составляет 78,5 млн. т в год. Для поддержания достигнутого уровня содержания гумуса в почве в среднем по республике нужно вносить 12 т/га навоза, для увеличения гумуса в почве — 14,8 т/га в год.

Органические удобрения являются основным источником восполнения и повышения содержания гумуса в почве. С ними должно поступать не менее 40% питательных элементов, вносимых в почву с удобрениями. С навозом в почву возвращается часть питательных элементов, поглощенных растениями в предыдущие годы. Кроме основных

элементов питания органические удобрения содержат микроэлементы. Они повышают микробиологическую активность почвы, улучшают ее физико-химические свойства, положительно влияют на водно-воздушный режим и буферные свойства, на 20–30% повышают эффект от внесения минеральных удобрений, стабилизируют последствия неблагоприятных погодных условий.

На почвах, занятых зерновыми культурами и однолетними травами, ежегодно минерализуется около 0,8 т/га гумуса, пропащими культурами — от 1,2 до 1,5 т/га в зависимости от типа почвы, содержания в ней гумуса и других условий. На скорость минерализации гумуса в почве влияет интенсивность обработки, особенности севооборота (насыщенность пропащими культурами, отсутствие многолетних трав), уровень внесения удобрений. При уменьшении гумуса в почве ухудшаются ее физические, химические и биологические свойства.

На сульфидных почвах за счет растительных остатков восстанавливается около 50% гумуса, а на супесчаных — около 40%. Остальной гумус должен быть восполнен за счет органических удобрений. Дозы органических удобрений для восстановления и увеличения гумуса в почве приведены в табл. 12.1. В среднем по Беларуси около 11% пашни содержат менее 1,5% гумуса, в Гомельской, Гродненской и Могилевской областях такие почвы составляют 16,1–26,5% пашни. Средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах республики — 2,27%.

12.1. Дозы внесения органических удобрений для разных типов почв, т/га

Почвы	Образуются гумус из 1 т навоза, кг	Для восстановления минерализованного гумуса при увеличении его содержания в почве, %			Для увеличения гумуса при его содержании в почве, %		
		10	20	30	до 1,5	1,51–2,01	2,01–2,5
Сульфидные	50	10	11	12	3,0	2,0	1,0
Супесчаные, подстилаемые	45	12,0	12,5	13,0	3,4	2,3	1,2
Супесчаные, подстилаемые	40	13	14	15	3,8	2,6	1,4
Песчаные	35	15	16	18	4,3	3,0	1,7

Кроме навоза источником накопления гумуса в почве являются корневые и пожнивные остатки, количество и качество которых у разных растений неодинаково: на 1 га многолетних бобовых трав оставляют от 20 до 33 ц корневых, содержащих к тому же много азота, озимые зерновые — 23–25 ц, картофель и корнеплоды только 2–10 ц. Внесение минерального азота повышает коэффициент гумификации однолетних бобовых культур.

Уменьшение количества используемых органических удобрений до 8,2 т/га (1998) ставит под угрозу поддержание не только плодородия, но и бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах. В этих условиях усиливается необходимость расширения площадей под посевы многолетних бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей и сокращения пропашных культур в структуре посевов. Это диктуется также интересом энергосбережения. В настоящее время представляется целесообразным использовать энергию тоберепашную структуру посевов из расчета не менее трех гектаров многолетних трав на каждый гектар пропашных культур в среднем по республике. За счет органических удобрений возможно компенсировать около 40% выноса питательных элементов с урожаем пахотных земель.

Органические удобрения являются источником углекислого газа, который насыщает не только почвенный воздух, но и приземный слой атмосферы. 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 озёрпы на супесчаной почве повысило их урожайность на 43%, в том числе за счет образования CO_2 — на 20%.

К органическим удобрениям относятся: подстилочный и бесподстилочный навоз, навозные стоки (навозная жижа), торф, птичий помет, сапропель, компосты (в том числе вермикомпосты), хозяйственные отходы, промышленные отходы (лигнин), осадки сточных вод, зеленые удобрения, солом и др.

В структуре органических удобрений большой удельный вес занимает жидкий и полужидкий навоз, в котором соотношение углерода и азота составляет 1:7, что неблагоприятно для накопления гумуса в почве. Поэтому внесе-

ние этих удобрений должно сочетаться с использованием удобрений с высоким содержанием углерода: соломой, опилками, торфом, кострой, лигнинном и др.

12.2. ПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ

Навоз — основное органическое удобрение. Это смесь твердых и жидких экскрементов животных и подстилки. Количество, состав и удобрительная ценность навоза зависят от вида животных, типа кормления, количества и вида подстилки (солома, торф) и способов хранения (табл. 12.2). Кроме основных элементов питания растения в подстилочный навоз входят микроэлементы.

12.2. Содержание питательных элементов в органических удобрениях (по данным Госагрохимслужбы Республики Беларусь), % (не ниже)

Вид удобрения	Азот общий		Аммиачный		P_2O_5		K_2O	
	сухое	влажное	сухое	влажное	сухое	влажное	сухое	влажное
	гн-р	гн-р	гн-р	гн-р	гн-р	гн-р	гн-р	гн-р
	масс.	масс.	масс.	масс.	масс.	масс.	масс.	масс.
	св	св	св	св	св	св	св	св

Навоз на соло-

менной под-

стилке 70–80 0,50 2,00 0,05 0,20 0,20 0,80 0,50 2,00

Навоз на тор-

фяной под- 65–75 0,50 1,70 0,06 0,20 0,18 0,60 0,40 1,30

стилке и тор-

фонавоз- 65–75 0,50 1,70 0,06 0,20 0,18 0,60 0,40 1,30

компосты при соотно-

шении навоза 65–75 0,50 1,70 0,06 0,20 0,18 0,60 0,40 1,30

и торфа 2:1

Торфонавоз- 65–75 0,50 1,70 0,06 0,20 0,18 0,60 0,40 1,30

ные компосты

Торфонавоз- 65–70 1,02 2,94 0,32 0,92 0,82 2,36 0,30 0,86

Навоз поду-

жидкий 80–90 0,40 2,40 0,10 0,60 0,17 1,00 0,40 2,40

Свежие выделения животных не используются в качестве удобрений, так как при их внесении возможны засорение полей семенами сорных растений, заражение болезнетворными бактериями животных и человека, загрязнение окружающей среды. В зависимости от степени разложения различают: *свежий навоз*; *слабоброзложившийся* — подстил-ка и кормовые остатки незначительно изменили цвет и прочность; *подпревший* — подстилка и кормовые остатки темно-коричневого цвета, потеряли прочность и легко разрыхляются; масса по сравнению со свежим уменьшилась на 10–30%; *перепревший* — однородная темноокрашенная мажущая масса с трудноразличимыми составными частями; на этой стадии разложения теряется около половины исходной массы и органического вещества; *перегнивший* — черная однородная сыпучая масса, количество перегноя составляет около 25% от свежего навоза.

Доводить удобрение до перепревшего состояния и далее нерационально, так как при этом в 2–3 раза уменьшается содержание органического вещества. Во время хранения химический состав навоза существенно изменяется: в результате аммонификации азотистых веществ происходит значительные потери азота.

В качестве подстилки используется солома озимых культур, торф, опилки и другие материалы. Для лучшего поглощения жидких выделений солому лучше использовать в виде резки с длиной частиц 8–10 см. Такой навоз плотнее укладывается в штабель и при хранении теряет меньше азота и легче заделывается в почву. Верховой торф по сравнению с соломой имеет большую влагоемкость; если одна весовая часть соломы поглощает три части воды, то верхового торфа — 10–15 частей, опилки — 4–4,5 части. Качество навоза с опилками хуже, чем соломистого и торфяного, он содержит меньше азота и больше липина, который медленно разлагается микроорганизмами. Химический состав подстилок приведен в табл. 12.3.

12.3. Химический состав подстилок (% сухого вещества)

Вид подстилки	Вода	Азот	Фосфор	Калий	Кальций
Солома озимой ржи	14,0	0,45	0,26	1,00	0,29
Торф:					
верховой	50	0,60	0,04	0,05	0,15
низинный	60	0,90	0,05	0,04	1,10
Опилки	30	0,04	0,02	0,04	—
Листья дренесны	14	1,10	0,25	0,30	2,00

224

Выход навоза зависит от количества подстилки (солома, торф), вида животных, продолжительности стойлового периода. Выход навоза можно рассчитывать несколькими способами. Например, при расходе на одну голову крупного рогатого скота в сутки 2 кг ржаной соломы за стойловый период (200 дней) накапливается в расчете на 1 голову около 7 т навоза, а если используется низинный торф — 20 кг в сутки, то выход навоза составит 12,2 т. Овцы накапливают примерно 0,5 т навоза на 1 голову, свиньи — 1–1,5 т, лошади — 7 т/голову.

Если исходить из того, что сухое вещество корма наголовину усваивается животными и половина его переходит в навоз, а подстилка поглощает жидкие выделения в соотношении 1:4, то выход навоза N можно подсчитать по формуле $N = 4 (K/2 + П)$, где K — сухое вещество корма; $П$ — вес подстилки. Выход навоза рассчитывают также по формуле $N = 2 (K + П)$.

Для расчета выхода экскрементов все поголовье скота переводится в условные головы по коэффициентам: коровы и быки — 1; прочий крупный рогатый скот — 0,6; свиньи — 0,3; овцы и козы — 0,1; лошади — 1; птица — 0,02. Выход твердых и жидких экскрементов от одной головы крупного рогатого скота — 40 кг в сутки. В качестве среднего норматива выхода экскрементов с учетом 15% потерь при хранении принято 9,5 т на условную голову. К общему количеству экскрементов от всех видов животных прибавляют вес подстилки и получают выход органических удобрений в целом по хозяйству.

Количество навоза, хранящегося в штабеле, можно определить, зная объем штабеля (произведение длины, ширины и высоты в м³) и плотность навоза. 1 м³ свежего навоза весит 400 кг, уплотненного — 700, полуперепревшего — 800, сильно разложившегося — 900 кг.

Состав подстилочного навоза зависит и от *способа хранения*. Используется горячее, холодное и горячепрессованное хранение навоза. При *горячем хранении* навоз рыхло укладывают в узкие, не шире 3 м, штабеля. При *холодном, или плотном*, способе хранения удаленный из животноводческого помещения навоз складывают в штабель шириной 5 м и высотой 1,5–2 м, сразу же уплотняя. При *горячепрессованном* способе хранения навоз вначале укладывают рыхло слоями 80–100 см и после повышения температуры в слое до 55–60° уплотняют.

Удобрение хорошего качества получают при хранении

навоза холодным способом, в этом случае меньше потери азота и органического вещества, больше накапливается и сохраняется аммонийного азота. Так, по данным ВИУА и НИУИФ, при горячем способе хранения из навоза с соломенной подстилкой теряется 33% органического вещества и 31% азота, при горячепрессованном — 25 и 22%, при холодном — 12% органического вещества и 11% азота; из навоза с торфяной подстилкой потери органического вещества и азота при этих способах хранения следующие: при горячем — 40 и 25%, горячепрессованном — 33 и 17%, холодном — 7 и 1%. Особенно велики потери азота и других питательных элементов при хранении.

Самый лучший навоз получается при содержании скота на *глубокой подстилке*. В начале стойлового периода в помещении завозят и рассыпают торфокрошку (степень разложения до 20%, влажность не более 50%) из расчета 300 кг на одну корову слоем 20–30 см. На торфокрошку лучше положить солому. Через каждые 10 дней насыпают новый слой торфокрошки. Кроме скотных дворов навоз готовят на выгульных площадках и полевых загонках. Убирают его один-два раза за год и укладывают на площадке у фермы в навозохранилище или в поле в уплотненные штабеля.

Навозохранилища (котлованного и наземного типа) строят не ближе 50 м от скотного двора и 200 м от жилых помещений. Дно навозохранилища должно быть влагонепроницаемым и иметь уклон в сторону жижесборника. Объем последнего примерно 1,3 м³ на каждые 100 т навоза.

При зимней вывозке навоза на поле площадку для штабелей очищают от снега, застилают слоем (20 см) торфа или резаной соломой. Штабеля делают шириной 4 м и более и высотой 1,5–2 м. Штабеля размещают так, чтобы при внесении навоза холодовые проезды навозоразбрасывателей были минимальными. Расстояние между рядами штабелей (P_p) должно быть равно рабочему ходу навозоразбрасывателя, оно определяется по формуле $P_p = 10\,000 \cdot \Gamma / \Pi \Pi$, где Γ — грузоподъемность навозоразбрасывателя, т; Π — доза навоза, т/га; Π — ширина разбрасывания навоза, м; 10 000 — 1 га (м²). Расстояние между штабелями в ряду (P_m) рассчитывается по формуле $P_m = B \cdot \Pi / \Gamma$, где B — вес штабеля, т; Π — ширина разбрасывания навоза, м; Γ — грузоподъемность навозоразбрасывателя, т. Каждый штабель зимой укладывают не больше чем 1–2 дня и укрывают слоем торфа или резаной соломой (до 25 см).

При хранении навоза быстрее распадается жидкая часть выделений животных. Она содержит мочевину, типуровую и мочевую кислоты, распадается до углекислого газа и аммиака, которые испаряются. При использовании торфяной подстилки аммиак может быть поглощен торфом. По мере разложения в навозе образуются органические кислоты и перетойные вещества, которые связывают аммиак. Угольная кислота, которая образуется при разложении навоза, также связывает свободный аммиак. Часть аммиачного азота переходит в результате деятельности микроорганизмов в состав органических соединений.

В экскрементах животных и подстилке содержится много углеводов. Сахара, крахмал, пектин, органические кислоты легко разлагаются, вследствие чего температура навоза повышается до 60 °С. Медленно разлагается клетчатка, но она и другие безазотистые соединения должны обязательно разложиться до внесения навоза в почву, в противном случае возникает опасность интенсиивного поглощения азота микроорганизмами, что ухудшит азотное питание растений. Безазотистые органические вещества навоза в аэробных условиях распадаются до углекислого газа и воды, в анаэробных — до углекислого газа и метана.

В начале разложения навоза азот в нем содержится в двух формах — белковой и аммиачной. В дальнейшем содержание белкового азота повышается, аммиачного — снижается. В свежем навозе нитратный азот не образуется, так как от высокой температуры нитрификаторы погибают, а в анаэробных условиях они вообще не развиваются. Если при хранении появляются нитратный азот, он сразу же потребляется целлюлозными бактериями, т.е. не происходит также денитрификации.

Снижению потери питательных элементов при хранении навоза способствуют большее количество подстилки, холодный (плотный) способ хранения навоза с добавлением фосфоритной муки (10–30 кг на 1 т навоза).

Вносится подстилочный навоз под вспашку, прежде всего под пропаханные культуры (40–60 т/га), зерновые с подсевом многолетних трав и при планировании высоких урожаев (20–30 т/га). Большой эффект дают органические удобрения при внесении под культуру, требующие высокой концентрации солей в почвенном растворе и отзывчивые на углекислое. Такой культурой является огурек, под которые нужно вносить до 80 т/га свежепрепеленного навоза.

Вносят подстилочный навоз на поля навозоразбрасыва-

нателями и в тот же день заделывают в почву, так как незапаханный в течение суток навоз теряет до 50% аммиачного азота. Глубина заделки навоза зависит от возделываемой культуры, гранулометрического состава почвы, погодных условий и составляет под вспашку от 15 до 25 см, в лунки — 10–12 см.

Наибольший эффект от навоза в год после внесения проявляется на дерново-подзолистых почвах легкого и среднего гранулометрического состава при достаточном количестве осадков. На суглинистых почвах он оказывает заметное действие на урожай в течение всей ротации севооборота, на песчаных — два-три года.

Дозы внесения навоза устанавливаются исходя из планируемой урожайности и возмещения и пополнения гумуса в почве. Под озимые и зерновые культуры вносят меньше навоза, чем под кормовую и сахарную свеклу, картофель, кукурузу. При внесении под зерновые более 20–30 т/га снижается оплата удобрений приростом урожайности. Обычно 1 т навоза под зерновые окулается 38 кг зерна в первый год и столько же во второй, а в целом за севооборот — 1 ц зерна. Особенно эффективно локальное (в борозду, лунку) внесение навоза под картофель. В первый год после внесения растения используют 20–30% азота, 30–40 — фосфора и 50–60% — калия от внесенного с удобрениями (в зависимости от культуры, дозы внесения, гранулометрического состава почвы и других условий).

При хранении из навоза стекает **навозная жижа** — ценное *быстродействующее удобрение*. Навозная жижа жижеборников при скотных дворах содержит 0,1% азота, 0,03 — фосфора, 0,28% — калия; жижеборников при навозохранилищах — соответственно 0,26%, 0,06 и 0,58%. Следовательно, это прежде всего азотно-калийное удобрение. Для снижения потерь азота в навозную жижу добавляют суперфосфат (5% по массе) или отработанное масло (3–4 л на 1 м³ поверхности). Из свежего навоза отстает 10–15% навозной жижи, а при горячем (рыхлом) хранении — больше.

Лучше использовать навозную жижу для приготовления компостов. Если она используется без компостирования в основном внесение, дозы в зависимости от ее состава и особенностей культуры составляют 10–20 т/га. Подкормки пропаших культур навозной жижей проводят на глубину 8–12 см; доза для первой подкормки 5–7 т/га, второй — 8–12 т/га (без разбавления). Подкормку озимых,

сенокосов и пастбищ проводят дозой 3–5 т/га разбавленной в 2–3 раза навозной жижей, однако если в жиже содержится не более 0,2% азота, то ее не разбавляют. Установлено, что каждая тонна навозной жижи повышает урожайность культур в среднем на 1 ц (в пересчете на зерно).

12.3. БЕСПОДСТИЛОЧНЫЙ НАВОЗ

В сельском хозяйстве Беларуси около 60% животных содержится на крупных комплексах, где технологией не предусмотрено использование подстилки. Бесподстилочный навоз представляет собой смесь жидких и твердых экскрементов животных с примесями воды и корма. Бесподстилочный навоз в зависимости от соотношения жидкой и твердой фракций подразделяют на полужидкий, содержащий более 8% сухого вещества, жидкий (3–8% сухого вещества) и навозные стоки (менее 3% сухого вещества). Поэтому для расчета количества органических удобрений они переводятся с помощью коэффициентов в условный навоз влажностью 75% (25% сухих веществ). Коэффициент пересчета (K) устанавливается по формуле $K = (100 - V_{\text{факт}}) : (100 - V_{\text{уд}})$, где $V_{\text{факт}}$ — фактическая влажность, %; $V_{\text{уд}}$ — условная влажность (75%). Так, при фактической влажности навоза 95% $K = (100 - 95) : (100 - 75) = 5 : 25 = 0,2$. Если влажность удобрений не определяется, можно воспользоваться следующими коэффициентами пересчета удобрений в условный навоз: все виды подстилочного навоза и компосты — 1; полужидкий бесподстилочный — 0,5, жидкий — 0,2, навозные стоки — 0,06.

Для расчета валового выхода органических веществ и питательных элементов при бесподстилочном содержании животных можно использовать данные табл. 12.4.

12.4. Содержание органического вещества и основных элементов питания растений в экскрементах разных видов животных, кг в год на 1 голову

Вид животных	Органическое вещество	N				P ₂ O ₅				K ₂ O				MgO			
		вещество				вещество				вещество				вещество			
Коровы	1600	94	21	100	13												
Молодняк крупного рогатого скота	680	44	9,5	46	5,8												
Быки на откорме	590	43	10	32	5,5												
Свиньи на откорме	140	18	3,4	5,8	1,5												

Количество полужидкого и жидкого навоза по комплексу ($N_{\text{п.ж.}}$) за стойловый период рассчитывают по формуле $N_{\text{п.ж.}} = [(K + M) \cdot D_c \cdot \chi] : 1000$ (м^3), где K и M — масса кала и мочи от одной головы скота в сутки, т; D_c — продолжительность стойлового периода, дней; χ — число голов скота; 1000 — коэффициент перевода весовых единиц в объемные (м^3). 1 м^3 жидкого навоза в среднем весит 0,95 т, полужидкого — 0,9 т.

Примерный выход бесподстильного навоза в сутки от одной головы крупного рогатого скота 40–55 л (25–35 л кала, 10–15 л мочи и 5–10 л воды), от одной свиньи — 10–12 л. Содержание элементов питания растений в бесподстильном навозе колеблется в широких пределах и должно определяться в районной агрохимлаборатории. В среднем жидкий навоз всех видов животных содержит 0,3% азота, 0,13 — фосфора, 0,3% — калия. Бесподстильный навоз скотоводческих и свиноводческих комплексов при влажности 92% содержит (соответственно): 6,0 и 3,9% органического вещества; 0,28 и 0,38 — азота (в том числе 0,17 и 0,26% аммиачного); 0,14 и 0,19 — фосфора; 0,32 и 0,18 — калия; 0,10 и 0,15 — кальция; 0,07 и 0,08 — магния и по 0,08% натрия. При фракционировании навоза в жидкую фракцию переходит не менее 70% фосфора, 80 — азота и 90% калия. В 1 т навоза крупного рогатого скота содержится 2,4 г бора, 2,8 — меди, 12 г цинка.

Прифермские навозохранилища строят на расстоянии не менее 300 м от животноводческого комплекса. Подлежные навозохранилища (открытого котлованного типа) размещаются на удобряемых полях. Можно хранить всю массу навоза в прифермских хранилищах, соединяя их трубопроводами с небольшими станциями (или гидрантами) для подачи навоза в цистерны-разбрасыватели или дождевальные установки.

При хранении в навозохранилищах бесподстильный навоз разделяется на три слоя, различные по плотности, содержанию сухого вещества и питательных элементов. Верхний плотный плавающий слой влажностью 78–84% не содержит аммиачного азота. Нижний слой влажностью 84–88% представляет собой осевшие твердые частицы навоза, песка, ила и также содержит мало аммиака. Верхний и нижний слои разделяются жидкой фракцией (влажностью 88–94%), содержащей большое количество аммиачного азота. Свиной навоз расслаивается быстрее, чем коровий. Перемешивание (гомогенизацию) разделенного на

фракции навоза в хранилище проводят через шесть дней.

Потери азота и органических веществ бесподстильного навоза благодаря анаэробным условиям хранения значительно меньше, чем при хранении подстильного навоза в штабелях. В бесподстильном навозе сохраняется аммиачный азот, доступный растениям в год внесения. Для снижения потерь органических веществ и азота перед внесением жидкого навоза на поле разбрасывают торф или солому, сразу же заделывают удобрения в почву на глубину 8–10 см. Через 2–3 недели проводят заблеву вспашку. Жидкий навоз можно вносить и весной, но солому оставляют на поле с осени. В последнем случае ниже материальные и трудовые затраты.

Технология удобренного полива полей из *перевозного дождевального оборудования* предусматривает поступление жидкого навоза из прифермских навозохранилищ по трубопроводам в полевое навозохранилище и к насосным станциям СНП-25/60, СНП-50/80, СНП-75/100. От насосных станций на поля жидкий навоз подается по разборному трубопроводу и разбрызгивается короткоструйными или дальнеструйными дождевальными установками.

На животноводческих комплексах жидкий навоз может разделяться на твердую и жидкую фракции. Первая используется на компосты, вторая — на удобрение из дождевальных установок. Разделение навоза на фракции может быть механическим и естественным (в отстойниках). Твердая фракция жидкого навоза крупного рогатого скота содержит 0,35% азота, 0,14 — фосфора, 0,25% калия, жидкая — соответственно 0,24, 0,03 и 0,24%. Жидкая фракция по содержанию аммиачного азота не уступает минеральным азотным удобрениям. Оптимальная доза жидкой фракции навоза — 100 $\text{м}^3/\text{га}$ за один полив (120 $\text{кг}/\text{га}$ азота). Твердая фракция бесподстильного навоза по удобрительным свойствам близка к подстильному навозу. Для утилизации жидкого навоза комплекса на 24 тыс. свиней или 1,6 тыс. крупного рогатого скота необходимо 600–640 га земельных угодий.

Полужидкий навоз компостируется с торфом, соломенной резкой.

В животноводстве Германии жидкий навоз, как правило, разделяют на твердую и жидкую фракции. Для этого используются дуговые сита в комплексе со шнековыми прессами, а также центрифуги и сепарирующие элементы с прессами. Вносят навоз мобильными средствами (трак-

торными цистернами-разбрасывателями) и дождевальными установками.

В Румынии из бесподстильного навоза и соломы (1:10) готовят компосты. Созревание компостов наиболее активно происходит при отношении С:N в компостируемой массе 1:20.

Дозы внесения жидкого навоза под сельскохозяйственные культуры определяются по азоту (табл. 12.5). Дозы внесения жидкого навоза дифференцируются также в зависимости от типа и гранулометрического состава почв. Так, для дерново-подзолистых суслинистых почв предельная доза органического азота — 250 кг/га, супесчаных на морене — 230, супесчаных и песчаных на песках — 200, торфяно-болотных — 150 кг/га. За счет бесподстильного навоза растения могут удовлетворять только часть своей потребности в азоте, для сахарной свеклы максимальный уровень органического азота составляет 75%, картофеля — до 80, кукурузы и многолетних трав — 75, пожнивных культур — 100% от общего выноса.

12.5. Дозы внесения жидкого навоза

Культура	Доза азота, кг/га	Жидкий навоз, т/га	
		крупного рогатого скота	свиней
Озимые	100	40	25
Корнеплоды	300	120	75
Кукуруза	250	100	65
Картофель	200	80	50
Многолетние злаковые травы на сено (перезаужение)	200	80	50
Однолетние травы	120	45	30
Улучшенные сенокосы и пастбища	200	80	50

Бесподстильный навоз *вносится и как предосеное удобрение, и как подкормка*. На тяжелых почвах его можно вносить весь теплый период года, а на легких во избежание вымывания азота — только весной под яровые или летом под озимые культуры. При поверхностном внесении его необходимо немедленно заделывать в почву.

На лугопастбищных угодьях нельзя вносить жидкий навоз из цистерн. Летом его вносят из дождевальных установок сразу после стравливания или скашивания, с тем чтобы после внесения удобрения до очередного использо-

вания прошло не меньше трех недель. Хорошо после внесения отраву полить чистой водой, это значительно улучшает качество корма.

Экологически *самый безопасный способ* внесения жидкого навоза — *заделка его в почву* агрегатом АБМФ-2,8 во время междурядной обработки пропашных культур. Такое внутрипочвенное внесение повышает урожайность основных кормовых культур (свеклы, кукурузы, трав и др.) не менее чем на 10–15% и в 7–10 раз снижает потери питательных элементов.

Влияние бесподстильного навоза на урожайность сельскохозяйственных культур не менее сильное, чем подстильного, а в первый год после внесения даже выше, так как бесподстильный навоз снабжает растения в основном азотом, а подстильный — калием. Из жидкого навоза культуры используют азота в два раза больше, чем из подстильного, а фосфора и калия примерно на 10% больше. Эффективность бесподстильного навоза повышается при совместном применении с калийными и фосфорными удобрениями. Действие бесподстильного навоза в последующие годы ниже, чем подстильного. Более сильное воздействие бесподстильного навоза на урожайность сельскохозяйственных культур сразу после внесения по сравнению с подстильным навозом и компостами объясняется большим содержанием в первом растворимых питательных элементов.

При использовании бесподстильного навоза, особенно при нарушении технологии его внесения, существует опасность загрязнения поверхностных водоемов, грунтовых вод, почвы и воздуха. В поверхностных и грунтовых водах может увеличиться содержание нитратов. При ежегодном внесении его в больших количествах на один и те же земельные участки может ухудшиться санитарное состояние почвы, происходит накопление калия, кальция, магния, натрия, тяжелых металлов, ионов хлора и сульфат-ионов, что отрицательно сказывается на химических и физических свойствах почвы и даже может приводить к ее засолению.

Внесение больших доз бесподстильного навоза чревато повышением содержания нитратов в растениях, особенно в ранние фазы их развития.

Навозные стоки образуются при разбавлении экскрементов технологической водой, например при гидросмыве. Они содержат более 97% влаги и небольшое количество

элементов питания. Так, в навозных стоках комплекса по выращиванию и откорму свиней (108 тыс. голов) содержится 0,14% азота, 0,035 – фосфора и 0,039% калия. Наиболее целесообразно использовать их для удобрительных поливов. При этом происходит естественная очистка навозных стоков почвенным биоценозом. Концентрация азота в навозных стоках при внесении их на посевы больших площадей сельскохозяйственных культур не должна превышать 1000 мг/д.

Навозные стоки нельзя использовать на полях с уровнем грунтовых вод меньше 1 м при глинистой и суглинистой почве и менее 1,5 м – при песчаном грунте, а также при уклоне более 3°.

В опытах ВСХА при дождевании многолетних трав освещенными стоками свиногомшлеса при расходе 100, 200, 300, 400 м³/га за один полив выход сена за три укоса увеличивался в зависимости от дозы до 9,27–11,31 т/га, тогда как без полива он составлял 5,62 т/га. Количество нитратов и соотношение К : (Са + Mg) находилось в допустимых пределах, не отмечено загрязнение почвы аммиачным и нитратным азотом, основная масса аммиачного и нитратного азота находилась в слое почвы до 40 см.

12.4. ПТИЧИЙ ПОМЕТ

Птичий помет – ценное быстродействующее органическое удобрение. В зависимости от особенностей технологии выращивания птицы помет может быть *подстилочный* – при содержании птицы на глубокой несменяемой подстилке и *бесподстилочный* – при клеточном содержании кур-несушек. От вида птицы, возраста, типа кормления и содержания птицы зависит химический состав помета (табл. 12.6).

12.6. Химический состав птичьего помета, % от сырого вещества

Птица	Выход в год, кг	Влажность, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	СаО	MgO	SO ₃
Куры	6	56	1,6	1,5	0,8	2,4	0,7	0,4
Утки	8	70	0,7	0,9	0,6	1,1	0,2	0,3
Гуси	10	76	0,5	0,5	0,9	0,8	0,2	1,1
Индюки	8	75	0,7	0,6	0,5	0,5	0,2	0,3

Половина азота, содержащегося в помете, 4% фосфора и 60% калия находится в водорастворимой форме. Кроме макроэлементов в его состав входят микроэлементы. В 100 г сухого вещества содержится 15–38 мг марганца, 12–39 – цинка, 1,0–1,3 – кобальта, 0,5 – меди, 367–900 мг железа. Бесподстилочный куриный помет представляет собой липкую мажущуюся массу и при влажности 64% содержит около 2% азота, в том числе 0,5% – аммиачного, 1,4 – фосфора и 0,6% – калия.

Азот в помете содержится в форме мочевой кислоты, которая легко разлагается с образованием аммиака и угольной кислоты. При горячем хранении помета за три месяца теряется половина азота, большая часть фосфора и калия. Поэтому помет нужно хранить холодным (плотным) способом с добавлением до 40% сухого торфа, 1,5–2% хлористого калия и 7–10% суперфосфата или фосфогипса. По данным БелНИИ земледелия и кормов, через 6 месяцев хранения потери органического вещества в помете достигали 23,1%, азота – 30,2, фосфора – 12,3 и калия – 10,3%.

При клеточном содержании кур-несушек лучший способ сохранения элементов питания в помете – термическая его сушка при температуре 600–800 °С до влажности 17%. Такой помет содержит 4,5–5% азота, в том числе 0,56% – аммиачного, 3,6–4 – фосфора, 1,7–2 – калия, 5–6 – кальция, 1,6% – магния. Азотистые соединения представлены главным образом белками и продуктами их распада; pH 6,8–7,8. Сухой помет гранулируют, гранулы имеют почти сферическую форму (купогран) и могут быть трех размеров: 0,4–1,0 мм; 1,0–2,0; 2,0–2,6 мм (соответственно купогран № 1, № 2 и № 3). Купогран № 1 содержит 3,7% азота (в том числе 0,5% аммиачного), 4,98% калия и 3,35% фосфора; № 2 и № 3 соответственно: азота – 2,7% (0,25% NH₃) и 4,0% (0,5% NH₃), калия – 10,3 и 4,99 и фосфора – 3,15 и 3,5. Купогран, внесенный в эквивалентных минеральным удобрениям дозах по содержанию азота, фосфора и калия, дает такие же результаты.

Компостирование помета с низинным и верховым торфом также позволяет избежать больших потерь органического вещества и элементов питания, однако хранение компостов более трех – шести месяцев, по данным БелНИИЗК, нецелесообразно.

Жидкий птичий помет можно разделить на твердую и жидкую фракции. При естественном разделении твердая

фракция накапливается в горизонтальных отстойниках, а осветленная часть поступает в накопители. Однако вытрузка твердой фракции из отстойников затруднена. Жидкий помет содержит 5–8% сухого вещества, 0,24 – азота, 0,21 – фосфора и 0,12% калия; жидкая фракция – 0,16% азота, 0,06 – фосфора и 0,10% – калия.

Вносятся помет *перед севом под пропашные культуры и овощи* в дозе 4–5 т/га, под зерновые культуры – 2,5 т/га. Дозы сухого помета в два раза меньше. Для подкормки культур используют 3–10 ц/га сырого помета, при внесении в лунки или борозды – 4–6 ц на 1 га. Для внекорневой подкормки помет разбавляют водой в 6–7 раз. Питательный помет можно использовать для весенней подкормки озимых зерновых культур (2 т/га), а также для удобрения сенокосов и пастбищ (10–15 т/га).

Сухой птичий помет – хорошее удобрение *для тепличного овощеводства* (дозы внесения под опрыски в теплицах – от 0,5 до 5,2 кг/м²). Из него можно приготовить “искусственный” навоз, смешивая с соломой в соотношении 1:10. Для этого солому укладывают слоями 15–20 см в бурт, пересыпая пометом и обильно поливая водой из шланга. За неделю температура внутри бурта поднимется до 60 °С. Через месяц бурт разбивают и снова укладывают, поливая водой.

В год после внесения из помета в среднем усваивается 50% азота, 20 – фосфора, 70% – калия. Степень использования основных элементов питания зависит от доз, гранулометрического состава почвы и биологических особенностей растений.

В год внесения по воздействию на урожай сельскохозяйственных культур, качество продукции помет ближе к минеральным удобрениям, чем к навозу, а по проявлению в последующие годы – к последнему.

12.5. ТОРФ

Торф – это растительная масса, разложившаяся в разной степени в условиях избыточного увлажнения и недостатка воздуха. Торф включает негумифицированные растительные остатки, перетной и минеральные соединения.

В Беларуси 4,5 млрд. т запасов торфа, в том числе 1,3 млрд. т эксплуатационных. В 1991–1995 гг. ежегодно использовалось на удобрения 12 млн. т, 1,3 млн. га торфяни-

ков находится в сельскохозяйственном пользовании. Следовательно в ближайшие 30–40 лет запасы будут исчерпаны. В восьми районах республики запасы торфа уже исчерпаны, в 65 районах крупных месторождений торфа, пригодных для строительства производственных торфопунктов, нет. Ограниченные запасы торфа делают актуальным его рациональное использование. Для подстилки и приготовления компостов он должен применяться в минимальных объемах (средняя норма, обеспечивающая утилизацию экскрементов, – 300 кг торфа на тонну). К 2000 г. использование торфа на удобрения сократится до 4 млн. т.

Торф разделяют на две большие группы: **нормально-золыный** (содержание золы до 12% на сухое вещество) и **высокозолыный**, в пределах которых по условиям образования выделяют *три типа торфа: верховой, переходный и низинный*. *Верховой торф* образуется на возвышенных элементах рельефа из сфагновых мхов, пушицы и других растений, не требовательных к элементам питания и влаги. *Низинный торф* образуется в пониженных частях рельефа из гниловых мхов, травянистых, древесных и других влаголюбивых и требовательных к питательным элементам растений. *Переходный торф* занимает промежуточное положение между торфом низинных и верховых болот. Таким образом, вид торфа определяют растения-торфообразователи, от которых и зависят его свойства (золыность, кислотность, влагоемкость, степень разложения и т.д.).

Степень разложения до 20% гумусовых веществ принято считать низкой, от 20 до 40 – средней и свыше 40 – высокой. Степень разложения устанавливают при проведении специальных анализов (центрифугированием или под микроскопом), но приблизительно ее можно определить и по внешним признакам. Торф с низкой степенью разложения не продавливается между пальцами, вода из него легко выжимается и имеет слегка желтоватый оттенок. При высокой степени разложения торф продавливается между пальцами, а вода выдавливается редкими каплями коричневого цвета.

Торф *богат азотом, но беден фосфором и очень беден калием*. Азот торфа представлен органическими соединениями и труднодоступен растениям. Фосфор также в основном присутствует в органической форме, а в минеральных соединениях он связан с кальцием, алюминием. Химический состав разных типов торфа приведен в табл. 12.7.

12.7. Химический состав различных типов нормально-зольного торфа

Торф	pH (КС)	Содержание (% на сухое вещество)				
		Органическое вещество	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Верховой	2,8-3,5	95-98	0,8-1,2	0,06-0,12	0,05-0,1	0,2-0,4
Переходный	3,5-4,7	90-95	1,0-2,3	0,1-0,2	0,10-0,15	0,4-2,0
Низинный	4,7-5,5	85-92	2,3-3,3	0,12-0,5	0,15-0,20	2,0-6,0

Торф с содержанием виванита $\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (28,3% P_2O_5), встречающийся в некоторых месторождениях, можно использовать в качестве удобрения без компостирования, устанавливая дозу внесения по фосфору.

Эффективность торфа как удобрения зависит от скорости разложения органического вещества. Активизируют эти процессы навоз, навозная жижа, фекалии, минеральные удобрения, температурный фактор. При активизации торфа увеличивается количество микроорганизмов, которые и минерализуют гумусовые и другие вещества торфа. Поэтому эффективность торфа при внесении в чистом виде в 3-5 раз ниже, чем при его компостировании. Иногда большой эффект дает внесение проветренного низинного торфа, особенно на легких почвах, но это требует больших доз, а следовательно, чрезмерно быстрой выработкой его запасов. Такой торф лучше использовать для мульчирования почвы и притопливания торфоперепных горшочков.

Верховой торф используется исключительно на подстилку скоту. Удобрительная ценность торфяного навоза выше, чем торфонавозного компоста.

12.6. 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.

Для приготовления компостов используют навоз, птичий помет, торф, осадки сточных вод, бытовые и промышленные отходы, содержащие органическое вещество. С учетом агрохимической характеристики почв и биологических особенностей культур к компостной смеси могут добавляться минеральные компоненты. Компостирование позволяет более полно использовать природные, бытовые и промышленные источники органического сырья, увеличить выход удобрений. При приготовлении компостов в результате биотермических процессов погибают патогенные микроорганизмы и теряют жизнеспособность семена сорных растений, а само удобрение становится более концентрированным, биологически активным, содержит легкоусвояемые для растений питательные элементы. Кроме того, компосты обладают хорошими физико-механическими свойствами — сыпучестью, они транспортируемы, не прилипают к рабочим органам сельскохозяйственных машин и орудий.

Компостирование наиболее активно протекает при положительной температуре окружающей среды, оптимальных условиях влажности и высокой степени аэрации массы в начале процесса. Зимой компостная масса замерзает и микробиологическая деятельность практически прекращается. Компостные смеси, приготовленные зимой, после оттаивания перемешивают, после чего начинается биотермический процесс.

Для ускорения разложения органического вещества, сокращения потерь аммиачного азота и повышения концентрации питательных элементов в компостируемую массу добавляют фосфоритную муку (2-3% по массе) и в случае высокой кислотности — известковые материалы.

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, торфожижвеные, торфофекальные, торфорекальные, навозопитинные, компосты из бытовых отходов и сорные. В компост хорошо добавлять фосфоритную муку (вносится в слой навоза) в дозе 10-30 кг/т.

Торфонавозные компосты лучше готовить около животноводческих помещений. Уплотнять компостируемую массу не нужно, так как в рыхлой структуре быстрее разлагаются органические вещества. Готовят компосты *очаговым, площадочным, цеховым и другими способами*.

Очаговый способ пригоден для зимнего компостирования при температурах до -20°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 бурты 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.

Площадный 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°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 срезают 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 борты), а также устройства для сбора и отвода ливневых вод.

Цеховым способом — круглогодично (в цехе) приготавливают смеси (компосты) смесятелями РСП-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.

Торфожиловые компосты готовят в поле весной и летом. На каждую тонну торфа, уложенного в виде корыта, вносят 1–3 т навозной жижи. Когда торф уплотнит жижую массу срезают бульдозером в бурты и не уплотняют. Аналогично готовят компосты с торфом и полужидким навозом, твердой фракцией жидкого навоза, а также торфофекальные компосты. На 1 т торфа добавляют около 0,5 т фекалий. Фекалии обычно содержат 0,5–0,8% азота, 0,2–

0,4 — фосфора и 0,3–0,4% — калия. Необходимо, чтобы температура в компостируемой массе поднялась до 60°C . Лучше вносить торфофекальные компосты на второй год после закладки, не рекомендуясь применять их под овощные культуры.

Торфопометные компосты из одной части помета и двух частей торфа готовят на птицефабрике или в хозяйстве. Компост из помета (1 часть) и почвы (1,5 части) приготавливают на краю удобряемого поля, компост из помета (3 части), опилки (2 части) — на птицефабрике. Для удобрения разложения в эти компосты добавляют навозную жижку или азотное удобрение (2,8 кг аммиачной селитры или 2,2 кг мочевины на 1 ц компостируемой массы). Компост созревает от трех месяцев до двух лет в зависимости от компонентов, температуры, влажности, условий аэрации и др. Очень медленно разлагаются опилки и другие отходы хвойных деревьев. Компост готовят также из коры (1,5 части) и помета (1 часть), добавляют навозную жижку или азотные удобрения. Из-за низкого содержания питательных элементов (в 2 раза меньше, чем в навозе) транспортировка такого компоста на расстояние более 4 км нецелесообразна.

Опилки, правда, менее эффективно можно использовать и без компостирования, но их необходимо обрабатывать раствором азотных удобрений или коровяка (на 10 л воды 200 г мочевины или 3 л свежего коровяка). Ведром такого раствора можно увлажнить три ведра опилок.

В торфопометных компостах азота обычно не менее 0,7%, фосфора — 0,45 и калия — 0,38%, влажность 70%. Пометноопилочный компост содержит 0,5% азота, 0,35 — фосфора и 0,25% — калия. Компосты с корой содержат питательных элементов в 2 раза меньше, поэтому их вносят в дозах вавое больших, чем навоз, и дополнительно вносят в почву 2,5 кг азота на 1 т компоста — сверх потребности в нем растений. Пометнопочвенный компост при влажности 45% содержит общего азота 0,23%, фосфора — 0,16 и калия — 0,07%.

Для компостирования может быть использован **гидролизный лигнин** — отходы гидролизно-дрожжевой промышленности. Лигнин — одно из самых распространенных в природе органических веществ. Лигнин входит в состав одревесневших клеточных стенок всех наземных растений. Гидролизный лигнин — отход гидролиза древесины, не растворимый в воде, включает собственно лигнин, остатки

полисахаридов, минеральных и органических кислот, зольные элементы (до 10%), азот, фосфор, калий, а также при-
меси (смолы, воск). Плотность лигнина — 1250–1450 кг/м³.

Лигнин и продукты на его основе при использовании в качестве органических удобрений улучшают структуру почв. Обладая высокой поглощательной способностью, лигнин предупреждает вымывание питательных элементов, повышая тем самым эффективность минеральных удобрений.

Перспективно использование лигнина как микроудобрения. Из-за больших объемов (более 4 млн. т) гидролизный лигнин в качестве органического удобрения может сыграть определенную роль в увеличении содержания гумуса. В почве лигнин под действием кислорода и почвенных микроорганизмов разрушается и участвует в образовании органического вещества. Как и гумус, обладает способностью к комплексообразованию. Строение лигнина и фрагментов гуминовых кислот во многом сходно, поэтому он участвует в почвообразовательных процессах, в формировании почвенного плодородия, улучшает условия питания растений и структуру почвы. Лигнин легко взаимодействует с аммиаком и образует продукты, содержащий 1,5–2,0% химически связанного азота (в расчете на абсолютно сухое вещество). Однако будучи обработан известковыми материалами или фосфоритной мукой, лигнин связывает уже наполовину меньше азота (0,76%). Для увеличения содержания гумуса в низкоплодородных почвах вместо навоза лучше вносить торфонавозные и лигнинонавозные компосты, так как навоз быстро минерализуется и почва меньше обогащается гумусом. Лигнинонавозный компост в опытах был эффективнее, чем компосты из лигнина и помета.

Перед приготовлением компостов лигнин нейтрализуют. На ровной площадке (50х100 м) машиной АРУП-8 тонким слоем наносят доломитовую муку, сверху бульдозером нагребают слой лигнина 15–18 см и снова АРУП-8 — слой доломитовой муки (30–35 кг на тонну лигнина). Массу перемешивают ВДТ-3 восьмикратным проходом, после чего бульдозером делают бурты, в которых она выдерживается от 3 до 12 мес — пока не достигнет рН 6,2. Нейтрализованный таким образом лигнин завозят в хозяйства, где готовят лигнинонавозные компосты (1:1), лучше это делать весной и летом. Во время компостирования включают только периоды со среднесуточной температурой выше

+10°С. Для ускорения компостирования бурты не делают высокими (не более 1,5 м), а компоненты хорошо перемешивают. Для централизованной нейтрализации лигнина планируется построить специальные пеха на Вобруйском и Речинском гидролизных заводах.

Во ВНИИПИОУ разработан *смеситель СН-2,0 для плодородного производства компостов*. СН-2,0 навешивают на бульдозер Д-606 (базовый трактор ДТ-75-ХС), снабженный унифицированной системой навески и ходовой тележкой. Агрегат может выполнять несколько операций: подготовку (выравнивание) площадки, формирование подушки из лигнина, перемешивание компостов и формирование бурта. Для усиления микробиологических процессов и ускорения гумификации в компостируемую массу добавляют фосфоритную муку (2–3%). Ее распределяют по лигнинной подушке, перемешивают смесителем СН-2,0. Затем на подушку накладывают слой навоза, снова все перемешивают и сгребают смесь в бурт. При благоприятной температуре окружающей среды в смеси также повышается температура. При температуре 40–60°С процесс компостирования продолжается не менее 100–120 дней.

Перед использованием компосты должны быть проверены агрохимической службой (кислотность, влажность, содержание основных питательных элементов и равномерность их распределения).

Вносить компосты лучше под озимую рожь или при перепахке зяби под картофель и яровые зерновые. В лигнинонавозном компосте содержится 0,35% N, 0,34 — P₂O₅ и 0,38% — K₂O. Пометнолигнинный компост (1:1) содержит 0,8% азота, 0,4 — фосфора и 0,19% — калия. Правильно приготовленные лигнинные компосты за четыре года действия дополнительно дают 12–16 ц/га к.ед. В опытах Томской опытной станции урожайность озимой ржи в год внесения увеличилась на 3,0–3,3 ц/га, картофеля — на 26–29 ц/га, а на второй год была получена прибавка зерна ячменя от 2,7 до 3,4 ц/га.

Для приготовления компостов из растительных остатков (солома, ботва, опавшие листья, сорные травы и др.) их укладывают попеременно с торфом (20 см) до высоты 2 м (первый и последний слой — торф). Для ускорения компостирования и улучшения качества удобрения бурт по мере высыхания поливают навозной жижей (фекалиями) и вносят азотные удобрения и фосфоритную муку.

Торфопригодные компосты готовят на торфяниках,

запахивании в них выращенные там боковые растения. Через 20 дней верхний слой сгребают в валы высотой до 2 м и выдерживают 1–2 мес. Хороший компост получается при компостировании скошенной массы люпина (1:1).

Смешанные (сборные) компосты готовят из торфа, листьев, опилок, ила (добавляя тонкие ветки), ботвы, дерновой земли, домашнего мусора, бумаги, золы, извести (2–3% массы) и других отходов. Через каждые 20–30 см компоненты поливают фекалиями или водой и укрывают слоем земли 6 см. Через два месяца компост перепахивают. Для ускорения разложения отходов добавляют по 15 кг аммиачной селитры и суперфосфата на 1 т компоста. Созревает такой компост от 3 до 12 мес – пока, как и любой другой, не превратится в однородную землистую массу.

Торфоминеральные компосты готовят из расчета 1 т торфа (рН меньше 5) и 25–50 кг золы или доломитовой муки (1–3% массы торфа). Можно использовать также фосфоритную муку. Через 15–20 см слой торфа пересыпается одним из минеральных компонентов.

В качестве органических удобрений используется также *осадок сточных вод*. После выдержки на площадках с твердым покрытием он превращается в твердую сыпучую массу, которая должна содержать 40% органического вещества (от массы сухого вещества), 1,6 – азота, 0,6 – фосфора, 0,2% – калия, рН 6,7–7. Компост из осадка сточных вод с торфом готовят в соотношении 1:2 с добавлением 15 кг извести на тонну компоста. Срок созревания – два месяца летом и четыре – зимой.

Отходы городского хозяйства также могут использоваться как удобрение. В среднем в городском мусоре содержится 0,6–0,7% азота, 0,5–0,6 – фосфора и 0,6–0,8% – калия (в сухом веществе). Перед компостированием из него удаляют металлические и стеклянные предметы. Мусор компостируют в поле на специальных площадках. Бурты делают или наземными, или в неглубоких (до 0,5 м) траншеях. В основании (3–4 м шириной) укладывают слой торфа 15 см. Бурты делают сверху шириной 2–3 м, высотой до 2 м, длина произвольная. Сверху засыпают землей 15–20 см. Продолжительность компостирования – около 18 мес. Мусор не уплотняют, а наоборот, увеличивают доступ воздуха. Добавляют наземную жижу, фекалии, минеральные удобрения, перепахивают. Вносят компост из городского мусора задолго до сева (например под яровые с осени).

В Чехии из городских отходов изготавливают удобрения *виплазми*, которое похоже на парниковую землю и содержит азота, фосфора и калия до 1% (каждого).

Из твердых бытовых отходов крупных городов компосты готовят на заводах. Такие компосты содержат примерно 0,8% азота, в том числе 0,05 – аммонийного, 0,5 – фосфора и 0,5% – калия. Они могут содержать большое количество тяжелых металлов и вносить их можно только с разрешения санитарной и агрономической служб.

Компосты лучше вносить осенью под зяблевую вспашку или весной под перепахку зяби. Они эффективны на *всех почвах и под все сельскохозяйственные культуры, но лучше их использовать под пропашные и овощные культуры*. На песчаных и супесчаных почвах в них нужно добавлять фосфоритную муку.

Дозы внесения компостов из торфа и навоза (помета) зависят от культуры и колеблются от 20 до 60 т/га. Литинонавозные компосты под пропашные, озимые зерновые культуры вносят в дозе 30 т/га, добавляя 3 кг минерального азота на 1 т компостов.

Компосты из осадка сточных вод используют в пригородных хозяйствах (дозы – 10–15 т/га) вместе с минеральными удобрениями. Дозы внесения других видов компостов, как правило, в 2–3 раза больше, чем навоза.

Под яблони, груши, картофель, капусту вносят 40–50 кг компостов на 10 м², под косточковые, виноградные кустарники, многолетние овощи – 30–40 кг. Высокие дозы компоста хороши для малины и крыжовника.

12.7. ВЕРМИКОМПОСТ (БИОГУМУС)

Вермикомпост, или биогумус, – это продукт переработки навоза и различных органических отходов червями *Eisenia foetida*. Биогумус содержит макро- и микроэлементы, обладает биологической активностью, содержит гормоны, регулирующие рост растений (*ауксин, гиббереллин*), важные ферменты – *фосфатазы, каталазы* и т.д. При этом уменьшается число сальмонелл, вирусов. Земляные черви этого вида способны выдерживать температуру от 4 до 28 °С; предпочтительная кислотность среды обитания – рН 6,5–7,5; продолжительность жизни – 800–900 дней. Размножаются коконами, в среднем из каждого кокона выводится 3,5 особи. Одна нормальная особь дает за

год 200 "потомков". Средняя масса одной особи — 0,2–0,3 г. Фаза размножения — 5 тыс. шт./м². Ежегодно их численность возрастает в 4–10 раз.

Черви питаются всеми органическими веществами, которые на 20–25% состоят из целлюлозы (солома, картон, бумажка, опилки и др.). Навоз крупного рогатого скота вначале должен "созреть" — пройти процесс ферментации в течение 6–7 мес, чтобы достичь нужного рН, а свиному навозу на это нужно 10–12 мес. В биостигматический навоз добавляю не менее 25% (по массе соломы) опилок. Химический состав вермикомпоста зависит от сырья (отходов) для их производства.

Для производства вермикомпоста чаще всего используется *красный калифорнийский червь* *Eisenia foetida* (длина до 6–8 см, масса около 1 г). Он очень плодовит — за год одна особь дает около 1500 молодых. Взрослый червь за сутки потребляет количество пищи, равное массе тела, и 60% ее выделяет в виде экскрементов. Оптимальные условия обитания: температура около 15–20 °С, рН 7–8, достаточная аэрация, влажность — около 80–90% (непродолжительное время черви выдерживают снижение влажности до 30%). Количество червей за год увеличивается в 4–10 раз.

Вермикомпосты готовят в кучах или емкостях. Для расчета размера гряд, условий кормления червей, количества продукции используется единица площади — *доже* (2х1 м). Плотность заселения — 30–100 тыс. червей на одно доже, количество сырья — 1–1,2 т в год. Кормом могут бытьгниющие органические вещества: навоз, солома, трава, опавшая листва, ветви деревьев, отбросы, картон, бумага и др., которые необходимо подготовить, так как у червей нет зубов. Отходы выдерживают в куче, чтобы прошла ферментация, сопровождающаяся сильным нагреванием. Для компостирования сырья укладывают слоями: внизу более крупное, сверху — помельче и увлажняют. Спустя 1–1,5 мес, когда после сильного разогрева температура в куче снизится до 20 °С, в ней делают отверстия и запускают туда червей (примерно по 100 на отверстие). Через 3–4 мес отходы превращаются в компост. Для отделения червей применяют разные способы, в том числе сделать рядом со старой новой кучу, куда черви сами переползают в поисках пищи.

Продукцируемый червями компост представляет собой сбалансированное гранулированное органическое удобрение

ние, содержащее 30% (на абсолютно сухое вещество) гумуса, 0,8–3,0 — азота, 0,8–5 — фосфора, 1,2 — калия, 2–5% — кальция. За один цикл развития (180 сут) 0,5 кг червей на 1 м² вырабатывают из 1 т компостируемой массы 100–600 кг гумусного удобрения 50%-ной влажности и увеличивают свою биомассу до 8 кг. На 1 га вносят от 0,3 до 5 т биогумуса. Каждая его тонна повышает урожайность зерновых в первый год на 6 ц/га и еще на столько же за ротацию севооборота. Урожайность картофеля увеличивается на 40% и более. Перспективно применение биогумуса в овощеводстве как открытого, так и защищенного грунта.

12.8. САПРОПЕЛЬ

Сапропель (от греч. *sapros* — гнилой и *pelos* — грязь, ил) — донные отложения пресноводных водоемов различной окраски — от розовой до темно-коричневой. На воздушное естественное окраска исчезает. Представляет собой органические соединения и используется для производства сапропелевых удобрений. Сапропель образуют остатки растений и животных, минеральные и органические примеси, приносимые в водоемы водой и ветром. Сохраняется медленно, с трудом отдавая влагу, но высушив, становится очень твердым и вновь не намокает. Содержит *гуминовые кислоты, фульвокислоты, гемицеллюлозу, целлюлозу, биогумус, золу* (в среднем 20–60%).

Общие запасы сапропеля в республике оцениваются в 2,76 млрд. м³. Самые крупные отложения (мощностью 20 м) — озеро Судобль в Минской области и Большое Святое в Витебской области. Таким образом, запасы сапропеля в Беларуси находятся преимущественно в районах с большими запасами торфа. В качестве перспективного источника торфа сапропели могут рассматриваться только в 36 районах. В 1991–2000 гг. может быть использовано 3–6 млн. т этого удобрения.

Сапропель добывают земснарядами с намывом пульпы в отстойники, где в первый год он обезвоживается, а на второй после промораживания (в результате чего он становится рыхлым) его сушат и он превращается в сыпучую массу влажностью около 50%. В зависимости от места добычи сапропели могут содержать от 0,6 до 2,6% общего азота, от 0,14 до 0,19 — фосфора, от 2,5 до 43,8 — кальция, от 0,3 до 2,3% — магния. Почти не содержат калия (сле-

ды). Доступного азота и фосфора в сапропеле в 3 раза меньше, чем в навозе. Содержание органического вещества колеблется от 12 до 80%, золы — от 19 до 88% (в сухом веществе), в том числе до 20–30% углекислого кальция и магния.

В зависимости от содержания кремнезема (SiO_2) и оксида кальция (CaO) сапропели подразделяют на *кремнеземистые, известковистые и смешанного состава*. Известковистые сапропели в качестве известкового удобрения не хуже мела и доломитовой муки. Целесообразнее использовать сапропель на песчаных и супесчаных почвах. Заделывают сапропель спустя неделю после распределения по полю. Доза внесения сапропеля в два раза больше, чем навоза. По удобрительной ценности 1 т сапропелей равноценна 0,6–0,7 т торфянонавозных компостов. Экономически оправдана перевозка сапропелей на расстояние до 20 км. Кремнеземистые сапропели не имеют удобрительной ценности.

В качестве удобрений используют также ил *пресных вод* (землистая масса). Различные виды ила содержат от 6 до 30% перегноя, 0,25–2% азота, 0,25–0,5% фосфора и 0,2–0,8% — калия. Дозы ила под озимые — 30 т на 1 га, овощные, картофель, корнеплоды — 70 т и более. В почву ил заделывают после проветривания. Его можно использовать также как компонент при приготовлении компостов.

12.9. ЗЕЛЕНЕЕ УДОБРЕНИЕ

Зеленое удобрение — это снежная растительная масса, запахищаемая в почву для обогащения ее органическим веществом, азотом и другими элементами питания. Этот прием называют еще *сидерацией*, а растения, выращиваемые на удобрение, — *сидератами*. Запахишивание сидератов, как и любых других органических удобрений, снижает кислотность почвы, засоренность полей, повышает ее буферность, улучшает структуру, жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Велико значение зеленых удобрений при рекультивации выработанных карьеров нарушенных ископаемых. Вследствие эрозии и миграции почв ежегодно теряется 70 тыс. т азота, 96 — калия, 130 тыс. т — кальция и магния. Только посев промежуточных культур может предотвратить эту утрату.

На зеленое удобрение обычно возделывают бобовые культуры (люпин, донник, горох, сераделла), которые на-

капливают большое количество — до 150–200 кг/га — азота, что равноценно 30–40 т/га навоза. Небобовые сидераты — рапс, горчица, сурепица — имеют значение как почвозащитные культуры, препятствующие вымыванию нитратов в осенний период. Под них и под следующую за ними культуру необходимо вносить минеральный азот.

В единице растительной массы бобовых сидератов находится примерно такое же количество (иногда и больше) азота, как и в единице навоза, но фосфора и калия меньше, поэтому последние восполняют, внося соответствующие удобрения. Например, зеленая масса люпина содержит 0,45% азота, 0,10 — фосфора и 0,17% — калия. Разложение зеленого удобрения в почве происходит значительно быстрее, чем других органических удобрений.

Сидераты могут возделываться как самостоятельная культура (занимает поле нескольких лет) и в смеси с другой (основной) культурой (уплотненные посевы). В уплотненных посевах сидераты (люпин, донник, сераделла и др.) могут возделываться одновременно с основной культурой (подсеивая культуру сидератов) или высеваться после уборки основной культуры (позднивные посевы сидератов). Характеристика сидератов в промежуточных посевах приведена в табл. 12.8.

12.8. Характеристика сидератов в промежуточных посевах

Культура	Урожайность		Содержание NPK в 1 т, кг
	Количество дней вегетации	биомасса (включая корни), т/га	
Ранс озимый	65	46	10,1
Ранс яровой	60	39	10,5
Люпин многолетний	116	63	9,2
Люпин однолетний	70	62	7,2
Клевер луговой	116	41	14,6
Вика + овес	50	30	14,3

Различают три основные *формы зеленого удобрения: полное, укисное и отавное*. Полное — когда в почву запахивают всю зеленую массу и корни, отавное — когда запахивают стержневые остатки и корни растений, укисное — когда зеленую массу для заправки перевозят на другой участок. В условиях Беларуси можно широко применять все три формы зеленого удобрения, используя в качестве сидеральной культуры преимущественно люпин.

Алкалоидный люпин (однолетний и многолетний) возделывают лишь на удобрение, безалкалоидный используют комбинированно: надземную часть на корм, а корни с пожнивными остатками как зеленое удобрение. Однолетний алкалоидный люпин запахивают в фазе образования блестящих бобиков на главном стебле (к этому времени он накапливает максимальное количество азота). На паровых полях его запахивают за 2—3 недели до посева озимых. Многолетний алкалоидный люпин наибольшее количество зеленой массы образует на третий-четвертый год жизни. При однолетнем использовании его подсевают под яровые зерновые и запахивают на второй год жизни на паровом поле в период массового цветения. На корм люпин скашивают в фазе бутонизации — цветения на высоте 8—10 см — так лучше отрастает отава. На силос его убирают в период от цветения до образования бобиков.

Серделлу экономически выгодно возделывать как подсевающую культуру (весной под озимые или яровые). После уборки зерновой культуры серделла растет до глубокой осени и может быть использована на семена, на корм (укосная масса) и на зеленое удобрение (вся масса или только отава).

Надземную массу двулетнего *донника* скашивают до цветения, позже он грубеет. Отаву как зеленое удобрение запахивают осенью или весной.

Глубина заделки сидератов влияет на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление гумуса в почве. Мелкая их заделка существенно повышает урожайность, но оказывает незначительное воздействие на накопление гумуса в почве, глубокан — наоборот. Глубокая заделка сидератов особенно важна для легких почв. При запахивании вместе с сидератами торфа, соломы разложение первых замедляется, добавление к зеленому удобрению навоза, жижи, фекалий ускоряет его разложение.

Под бобовые сидераты обычно вносят фосфорные и калийные удобрения, а семена обрабатывают ризоторфином и молибденовыми удобрениями (соответственно 200 и 25—50 г на гектарную норму семян).

В опытах ВелНИИЗК в звене севооборота занятой пар — озимая рожь с подсевом многолетнего люпина — картофель с запашкой зеленой массы и корней многолетнего люпина в почву на 1 га накапчивалось 180 кг азота, 50 — фосфора и 70 кг — калия. Коэффициент использования азота зеленого удобрения в год после внесения часто выше, чем

навоза. В опытах Е. К. Алексеева посевы сидератов на паровых полях увеличивали урожайность зерновых более чем на 10 ц/га. По данным Подлесской опытной станции, внесение навоза в дозе 54 т/га повышало урожайность озимой ржи на 7,3 ц/га, а запашка 30 т/га зеленой массы люпина — на 7,5 ц/га.

12.10. СОЛОМА

Ежегодно в Беларуси убирают более 3 млн. т соломы озимых зерновых культур. На корм скоту, для укрытия буртов и других хозяйственных потребностей используется 50—60% соломы. Остальное ее количество может быть использовано в качестве органического удобрения. В среднем в соломе зерновых культур содержится 0,5% N, 0,25% P_2O_5 и 0,8% K_2O .

Во время уборки озимых культур солому измельчают на ИНК-30, равномерно распределяют по поверхности поля и заделывают на глубину 8—10 см. Целесообразно вносить солому одновременно с зеленым удобрением — в этом случае можно не вносить минеральный азот и, кроме того, создаются благоприятные условия для образования гумуса в почве. Лучше после заделки соломы сеять зернобобовые культуры, так как под другие, особенно зерновые, необходимо вносить по 10—12 кг азота на тонну запаханной соломы.

Вместо минеральных азотных удобрений можно использовать жидкий навоз (6—8 т на 1 т соломы). На глинистых и супглинистых почвах навоз вносят осенью или весной, на супесчаных и песчаных — только весной.

Предложена технология, в соответствии с которой по разбросанной по полю соломе равномерно вносят жидкий навоз и сразу же удобрения заделывают в почву, выпалывая лучшее стерни на глубину 8—10 см. Через три недели зббь вспахивают. Жидкий навоз можно вносить также весной, а солому по поверхности поля разбрасывать осенью.

При использовании соломы на удобрение улучшаются физико-химические свойства почвы, усиливается активность микроорганизмов, их азотфиксирующая способность, уменьшается потеря азота, повышается доступность фосфатов, увеличивается содержание гумуса в почве, практически так же, как при внесении навоза.

12.11. БАКТЕРИАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Бактериальные удобрения — это препараты высоксактивных микроорганизмов, улучшающих условия питания сельскохозяйственных культур. Наиболее широкое распространение получили препараты, содержащие азотфиксирующие микроорганизмы. Биологический азот в почве накапливается в результате симбиотической, несимбиотической, ассоциативной азотфиксации. Симбиотическую азотфиксацию осуществляют клубеньковые бактерии, локализованные в клубеньках на корнях бобовых культур. В симбиозе с клубеньковыми бактериями бобовые способны удовлетворять до 60–90% своей потребности в азоте за счет биологической азотфиксации.

Одноклеточные зернобобовые культуры (люпин, горох и др.) за сезон связывают на гектаре от 50 до 100 кг азота, примерно половина остается в почве, многолетние бобовые травы (клевер, люцерна) — 180–300 кг и больше, из которого с корнями и пожнивными остатками 70–100 кг остается в почве.

Наиболее эффективным бактериальным удобрением является ризоторфин. Он используется для повышения азотонакопительной способности бобовых культур. Ризоторфин — культура клубеньковых бактерий, размноженных в стерильном торфе с частицами 0,25 мм. Мелкие частицы способствуют лучшей прилипаемости к семенам бобовых культур. Ризоторфин выпускается в полиэтиленовых пакетах, которые не рекомендуется открывать до применения. В грамме ризоторфина должно содержаться не менее 2,5 млрд. клубеньковых бактерий. При меньшем содержании он не пригоден для применения. Доза внесения ризоторфина 200 г/га. Ризоторфин изготавливается для люпина, гороха, вики, кормовых бобов, фасоли, сераделлы, клевера, люцерны. Применяют ризоторфин только под те культуры, для которых он приготовлен. Хранят бактериальные препараты при положительной температуре в сухом помещении отдельно от пестицидов. Для препарата, предназначенного под люпин и сераделлу, оптимальная температура хранения 12–14 °C, под горох, вику, кормовые бобы, клевер, люцерну — 3–5 °C, срок годности 6 мес.

При обработке семян ризоторфином следует применять растворы прилипающих веществ: латекс (42%-ный раствор синтетического каучука); гуммиарабик (40%-ный водный раствор); NaKМпI (1%-ный водный раствор натриевой соли

карбоксиметилцеллюлозы N); ПВС (22,2%-ный раствор поливинилового спирта); обрат, который получают в результате сепарации цельного молока. Обработку семян ризоторфином можно совмещать с обработкой микроудобрениями и пестицидами.

По данным ВелНИИЦА, обработка семян ризоторфином обеспечивает прибавку зерна бобовых культур (люпин, горох, кормовые бобы) — 1,5–3,0 ц/га, сена клевера — 2,0–5,0 ц/га, люцерны — 5,0–12,0 ц/га. Более высокая эффективность ризоторфина установлена на почвах легкого гранулометрического состава, что связано с меньшей активностью природной популяции азотфиксаторов.

Разработана также промышленная биотехнология получения гранулированного ризоторфина. На крупносемянных бобовых культурах его эффективность на 10–12% выше по сравнению с порошковой формой препарата. Доза его для мелкосемянных культур 1 кг/га, крупносемянных бобовых — 10 кг/га.

Разработана и проходит испытание и сапропелевая форма препарата (сапропелевый нитратин). Исследования показали, что в ряде случаев урожайность бобовых от его применения выше, чем от ризоторфина.

На основе азотобактера (свободноживущего азотфиксатора) методами тенной инженерии в ИГиЦ АН Беларуси создан бактериальный препарат **ризифил**. По результатам испытаний ризифил повышает урожайность томатов и огурцов в среднем на 25%, заменяя 20% азота минеральных удобрений биологически фиксированным.

Улучшить азотное питание небобовых культур способны ассоциативные азотфиксаторы. Размеры ассоциативной азотфиксации различны и, согласно литературным данным, в зависимости от вида растений и почвенно-климатической зоны колеблются от 3–50 кг азота за год в странах с умеренным климатом до 200–600 кг в странах с тропическим климатом.

Среди активных форм ассоциативных азотфиксаторов следует выделить азоспириллу. Эти микроорганизмы размещаются в верхних слоях растительной ткани корней и в благоприятных условиях могут обеспечивать до 40–50% потребности растений в азоте.

Перепективными является азотобактерин — бактериальное удобрение на основе азоспириллы, разработанное в Белорусском НИИ агрохимии и почвоведения. Азотобактерин на основе торфа содержит 10^9 – 10^{11} бактерий на 1 г

препарата. Семена, соответствующие норме высева, обрабатываются рабочей смесью, состоящей из тектарной порции биопрепарата 250 г и 1,0-1,5 л прилипателя (2%-ный раствор натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы технической). Для обработки можно использовать машины для протравливания семян (ПС-10 и другие).

Применение азотобактерина в опытах ВелНИИПА и кафедр агрохимии ВСХА обеспечило прибавку зерна ячменя в среднем за 3 года 6-9 ц/га, многолетних злаковых трав - 10 ц сена на гектар.

Обработка семян ячменя азоспирилом была эффективна действии 30-40 кг/га минерального азота и в отдельных случаях дает возможность снизить дозы азотных удобрений под ячмень наловину, поэтому планируется промышленное производство бактериальных удобрений на основе азоспирилы под небобовые культуры.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково значение органических удобрений?
2. Какие виды органических удобрений используются в Беларуси? Как можно увеличить их количество и улучшить качество?
3. Сравните химический состав (содержание питательных элементов) различных видов органических удобрений.
4. Какие Вы знаете способы хранения навоза? Их достоинства и недостатки.
5. Как рассчитываются дозы навоза?
6. Каковы особенности использования птичьего помета как удобрения?
7. Каковы условия эффективного использования сапропелей?
8. Сравните эффективность различных сидератов и назовите способы использования зеленого удобрения.
9. Как используется солома в качестве удобрения?
10. Какие требования предъявляются к торфу, используемому в качестве удобрения?
11. Как приготавливаются компосты и чем отличается зимнее компостирование от летнего? Виды компостов.
12. Что такое вермикомпосты? Дозы их внесения под сельскохозяйственные культуры.
13. Расскажите о бактериальных удобрениях.