

## 2. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

УДК 631.86:631.872:631.47

doi 10.47612/0130-8475-2022-2(69)-37-56

### ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИХ ПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗДЕФИЦИТНОГО БАЛАНСА ГУМУСА В ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ

Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, Т. М. Кирдун, Н. Ю. Жабровская

*Институт почвоведения и агрохимии,  
г. Минск, Беларусь*

Важнейшей проблемой современного агропромышленного комплекса остается поиск путей получения стабильно высоких урожаев возделываемых сельскохозяйственных культур при одновременном сохранении плодородия почв. Реализация поставленных задач возможна на основе использования современных технологий ведения аграрного производства. Многолетние исследования, проведенные сотрудниками Института почвоведения и агрохимии совместно с учеными из профильных организаций республики, позволили установить высокий положительный эффект действия органических удобрений и необходимость их использования в научно обоснованной системе удобрения. Авторами статьи систематизированы результаты по химическому составу различных видов органических удобрений, полученных и применяемых в сельскохозяйственных организациях республики. Данная информация необходима для принятия эффективных управленческих решений по выбору и использованию различных видов органических удобрений, моделированию и прогнозированию урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Республики Беларусь.

Органические удобрения – удобрения, содержащие элементы питания растений преимущественно в форме органических соединений животного и растительного происхождения, которые, разлагаясь, образуют минеральные вещества, при этом в приземный слой выделяется диоксид углерода, необходимый для фотосинтеза растений. Применение органических удобрений оказывает многостороннее действие на все агрономически важные функции почвы и позволяет вовлечь в хозяйственно-биологический круговорот элементы минерального питания, отчуждаемые с урожаем.

Систематическое применение органических удобрений способствует накоплению гумуса, улучшает физико-химические свойства почвы: увеличивает запас питательных веществ; понижает кислотность; повышает содержание поглощенных оснований, поглонительную способность и буферность, влагоемкость, скважность и водопрони-

цаемость; 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 растениеводства к неблагоприятным погодным условиям.

В общем балансе элементов питания, вносимых ежегодно под сельскохозяйственные культуры, на долю органических удобрений приходится около 30 % азота и калия и 50 % фосфора. Около 75 % органических удобрений от внесенного количества минерализуется и участвует в питании растений, а 25 % гумифицируется и восполняет потери гумуса при возделывании сельскохозяйственных культур. На скорость минерализации гумуса влияют почвенные условия, интенсивность обработки, особенности севооборота, уровень внесения удобрений и др. При сложившейся структуре посевных площадей за счет растительных остатков восстанавливается около 55 % потерь гумуса; остальное количество должно быть восполнено за счет органических удобрений.

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

В сельскохозяйственных организациях цены на приготовление, доработку и внесение органических удобрений существенно отличаются в зависимости от степени механизации конкретных технологических операций, дальности перевозки и качества органических удобрений.

К наиболее распространенным органическим удобрениям в Республике Беларусь относятся подстилочный и бесподстилочный навоз, птичий помет, сапрпель, торф, зеленое удобрение, компосты (торфонавозные, торфопометные, вермикомпосты и др.).

Все виды работ с органическими удобрениями должны осуществляться согласно действующему законодательству по охране природы, санитарным нормам, требованиям техники безопасности и правилам личной гигиены.

## **Виды органических удобрений, их характеристика**

### Подстилочный навоз

Подстилочный навоз представляет собой смесь подстилки, остатков корма, твердых и жидких выделений животных. Качество подстилочного навоза зависит от вида животных, типа кормления, количества и вида подстилки, способов хранения. Средний состав подстилочного навоза приведен в таблице 1 и 2.

В качестве подстилки используется солома, торф, опилки, лиственной опад (табл. 3). Одна весовая часть соломы поглощает 3 части воды, верхового торфа – 10–15 частей, опилок – 4–4,5 части.

Для хранения подстилочного навоза используют горячий, холодный и горячепрессованный способы. При *горячем* или *рыхлом* хранении навоз укладывают в узкие, не шире 3 м, штабеля без уплотнения. При *холодном* или *плотном* способе хранения навоз складывают в штабель шириной около 5–6 м и высотой около 1 м, сразу же утрамбовывая; далее настилают новые слои навоза, пока высота уплотненного штабеля не достигнет 2,5–3 м; затем штабель накрывают резаной соломой или торфом. При *горячепрессованном* или *рыхло-плотном* способе хра-

нения навоз вначале укладывают рыхло слоями 80–100 см и после повышения температуры в слое до 60–70 °С (на 3–5 день) сильно уплотняют; штабель после уплотнения накрывают соломой или торфом.

Таблица 1

**Средний состав подстилочного навоза**

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т						
		Органическое вещество	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>
Соломистый навоз								
КРС	75	200	5,0	3,0	6,0	2,0	1,5	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
Торфяной 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

Таблица 2

**Среднее содержание микроэлементов в подстилочном навозе, г/т (влажность навоза 75 %)**

Подстилочный навоз	Mn	Zn	Cu	B	Mo	Co
Крупного рогатого скота	42,1	19,1	4,6	3,8	0,2	0,3
Свиной	102,6	68,7	12,7	3,1	0,2	0,3
Конский	91,5	36,0	6,2	3,1	0,2	0,3

Таблица 3

**Средний состав подстилки, кг/т**

Вид подстилки	Влажность, %	Азот	Фосфор	Калий
Солома зерновых культур	16,0	4,0	1,5	10,0
Торф верховой	60,0	4,0	0,4	0,3
Торф переходный	60,0	6,5	0,6	0,5
Торф низинный	60,0	10,0	1,2	0,7
Опилки	25,0	2,0	3,0	7,0
Листовой опад	14,0	10,0	2,5	3,0

Разложение навоза при холодном способе хранения происходит в анаэробных условиях (за исключением поверхности штабеля), при этом сохраняется постоянное увлажнение. Температура в штабеле зимой не поднимается выше 20–25 °С, летом – 30–35 °С. Холодный способ хранения рассчитан на приготовление полуперепревшего навоза, который в зимний период образуется через 3–4 месяца после закладки штабеля. Перепревший навоз при таком хранении получается через 7–8 месяцев.

Горячий и горячепрессованный способы хранения, при которых навоз разогревается до 70 °С, применяют при обнаружении возбудителей желудочно-кишечных

заболеваний и необходимости биотермического обеззараживания навоза. Горячепрессованный способ хранения применяется также для уничтожения семян сорняков и при необходимости ускорить разложение навоза, содержащего большое количество соломенной или торфяной подстилки. При горячепрессованном способе хранения полуперепревший навоз образуется через 1,5–2 месяца, перепревший – через 4–5 месяцев после закладки штабеля.

Удобрение лучшего качества получают при хранении холодным способом, при котором меньше потери азота и органического вещества, больше накапливается и сохраняется аммонийного азота. При горячем способе хранения из навоза с соломенной подстилкой в среднем теряется 33 % органического вещества и 31 % азота, при горячепрессованном – 25 и 22 %, при холодном – 12 и 11 %. Из навоза на торфяной подстилке потери органического вещества и азота при горячем способе составляют 40 и 25%, горячепрессованном – 33 и 17 %, холодном – 7 и 1 %.

Самый лучший навоз получается при содержании скота на глубокой подстилке. В начале стойлового периода в помещение завозят и расстилают тонким слоем торфокрошку или солому (в среднем 300 кг на одну корову). Через 10 дней добавляют новый слой торфокрошки или соломы. Аналогично навоз готовят на выгульных площадках и полевых загонах. Убирают его один-два раза в год и укладывают на площадке у фермы в типовых навозохранилищах или в поле в уплотненные штабеля. Штабеля делают шириной 4 м и более и высотой 1,5–2,0 м. Их размещают так, чтобы при внесении навоза холостые проезды навозоразбрасывателей были минимальными. В зимний период каждый штабель укладывают не больше чем за 1–2 дня и укрывают слоем торфа или резаной соломы (до 25 см).

Выход навоза зависит от вида животных, количества подстилки и продолжительности стойлового периода (табл. 4).

Таблица 4

Примерные нормы подстилки для животных, кг/сутки

Вид животных	Солома зерновых культур	Торф	Опилки
Крупный рогатый скот	4–6	6–8	3–4
Молодняк КРС	2–3	3–4	2–4
Лошади	3–5	5–6	2–3
Свиньи	2–3	3–4	2–3
Овцы, козы	0,5–1	0,8–1	1,5–2

Для расчета выхода экскрементов все поголовье скота переводится в условные головы по коэффициентам: коровы и быки – 1,0; прочий крупный рогатый скот – 0,6; свиньи – 0,3; овцы и козы – 0,1; лошади – 1,0; птица – 0,01.

В сутки от одной условной головы выход экскрементов составляет 40 кг. В качестве годового 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 м<sup>3</sup>). 1 м<sup>3</sup> свежего навоза весит 400 кг, уплотненного – 700, полуперепревшего – 800, сильно разложившегося – 900 кг.

В процессе хранения и разложения подстилочного навоза из него выделяется **навозная жижа**, которую необходимо собирать в жижесборники. Объем

жижесборника составляет 1,3 м<sup>3</sup> на каждые 100 т навоза. Вместимость его должна быть не менее 3–4 м<sup>3</sup>. Навозная жижа жижесборников при скотных дворах содержит 0,1 % азота, 0,03 % фосфора и 0,28 % калия; жижесборников при навозохранилищах – 0,26; 0,06 и 0,58 % соответственно. Собранную навозную жижу используют в первую очередь для приготовления компостов, а также непосредственно на удобрение в основное внесение или подкормку.

#### Бесподстилочный навоз

Бесподстилочный навоз представляет собой смесь жидких и твердых экскрементов животных с примесями воды и корма. В общей структуре органических удобрений в Республике Беларусь бесподстилочный навоз занимает более 40 %. Образуется бесподстилочный навоз на животноводческих фермах и комплексах, где технологией не предусмотрено использование подстилки.

Бесподстилочный навоз в зависимости от соотношения жидкой и твердой фракций подразделяют на полужидкий (более 8 % сухого вещества), жидкий (3–8 % сухого вещества) и навозные стоки (менее 3 % сухого вещества).

Для расчета количества органических удобрений бесподстилочный навоз с помощью коэффициентов переводят в условный навоз влажностью 75 % (25 % сухого вещества). Коэффициент пересчета (**К**) устанавливается по формуле:

$$K = (100 - V_{\text{факт}}) : (100 - V_{\text{усл}}),$$

где **V<sub>факт</sub>** – фактическая влажность, %;

**V<sub>усл</sub>** – условная влажность (75 %).

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.

Количество бесподстилочного полужидкого навоза на животноводческом комплексе (**H<sub>бп</sub>**) в тоннах за стойловый период рассчитывают по формуле:

$$H_{\text{бп}} = [(K + M) \times D_{\text{с}} \times Ч_{\text{с}}] : 1000,$$

где **K** и **M** – масса кала и мочи от одной головы скота в сутки, кг;

**D<sub>с</sub>** – продолжительность стойлового периода, дней;

**Ч<sub>с</sub>** – число голов скота;

**1000** – коэффициент пересчета кг в тонны.

При расчете выхода жидкого навоза к количеству экскрементов добавляют количество воды, используемой для гидросмыва. 1 м<sup>3</sup> жидкого навоза в среднем весит 0,95 т, полужидкого – 0,9 т. Средний выход экскрементов в сутки от разных видов животных приведен в таблице 5.

Для примерного расчета выхода бесподстилочного навоза применяют коэффициенты перевода в условные головы и нормативы выхода экскрементов, приведенные в разделе «Подстилочный навоз».

Количество элементов питания в бесподстилочном навозе в зависимости от технологии содержания животных и удаления навоза колеблется в очень широких пределах и должно определяться в агрохимических лабораториях. Средний состав бесподстилочного навоза приведен в таблицах 6 и 7.

Хранят бесподстилочный навоз в прифермских или полевых навозохранилищах. Прифермские навозохранилища строят на расстоянии не менее 300 м

от животноводческого комплекса. Полевые навозохранилища открытого котлованного типа размещаются на удобряемых полях. На одну условную голову при 6-месячном хранении бесподстилочного навоза (при слабом разбавлении его водой) требуется хранилище объемом 12 м<sup>3</sup>. Как прифермские, так и полевые навозохранилища должны иметь хорошую гидроизоляцию, иначе они будут являться очагами загрязнения грунтовых вод и водоемов.

Таблица 5

**Средний суточный выход экскрементов, кг на 1 голову**

Крупный рогатый скот			Свиньи		
Группа животных	Влажность, %	кг в сутки	Группа животных	Влажность, %	кг в сутки
Быки-производители	86,0	40,0	Хряки	89,4	11,1
Коровы	88,4	55,0	<u>Свиноматки:</u>		
Телята до 3 мес.	91,8	4,5	холостые	90,0	8,8
Телята до 6 мес.	87,4	7,5	супоросные	91,0	10,0
<u>На откорме:</u> до 4 мес.	87,4	7,5	подсосные	90,1	15,3
с 4 до 6 мес.	87,2	14,0	<u>Поросята:</u> 26–42 дней	90,0	0,4
с 6 до 12 мес.	86,2	26,0	43–60 дней	86,0	0,7
старше 12 мес.	84,9	35,0	61–106 дней	86,1	1,8
<u>Молодняк:</u> телки и нетели 6–12 мес.	87,2	14,0	<u>Свиньи на откорме:</u> до 70 кг	87,0	5,0
нетели 12–18 мес.	86,7	27,0	более 70 кг	87,5	6,5

Таблица 6

**Средний состав бесподстилочного навоза**

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т						
		Органическое вещество	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>
Полужидкий навоз								
КРС	90	80	2,5	1,5	3,5	0,8	0,6	0,3
свиньи	90	80	4,0	2,5	2,0	1,8	1,0	0,4
Жидкий навоз								
КРС	95	40	2,0	0,8	2,0	0,5	0,3	0,1
свиньи	95	40	2,5	1,2	1,2	0,6	0,4	0,1
Навозные стоки								
КРС	98	18	0,7	0,4	0,7	0,2	0,1	–
свиньи	98	14	1,5	0,8	0,7	0,3	0,2	–

Таблица 7

## Среднее содержание микроэлементов в бесподстилочном навозе, г/т

Удобрение	Влажность, %	Mn	Zn	Cu
Полужидкий навоз				
КРС	90	19,6	12,8	2,7
свиньи	90	37,0	131,0	53,0
Жидкий навоз КРС	95	6,1	5,9	1,4
Навозные стоки свиней	98	10,1	26,6	9,0

Бесподстилочный навоз при хранении расслаивается на три слоя: верхний – плотный плавающий (влажность 78–84 %), нижний – осадок (влажность 84–88 %), средний – жидкий (влажность 88–94 %). Чтобы обеспечить однородность навозной массы, в хранилище должно быть устройство для ее перемешивания. Перемешивание (гомогенизация) бесподстилочного навоза проводится не реже 1 раза в неделю, а в период внесения – несколько раз в день по 40–70 мин. Полужидкий бесподстилочный навоз используют главным образом для приготовления компостов с торфом, соломой, растительными, древесными и бытовыми отходами. Жидкий навоз применяют в основном внесение, в том числе совместно с соломой, и в подкормки. Навозные стоки, содержащие более 97 % влаги и небольшое количество элементов питания, целесообразно использовать для удобрительных поливов. Концентрация азота в навозных стоках при их внесении на посевах большинства сельскохозяйственных культур не должна превышать 1000 мг/л.

На животноводческих комплексах жидкий навоз может разделяться на твердую и жидкую фракции. Твердая фракция, которая по удобрительным свойствам близка к подстилочному навозу, используется для приготовления компостов или для непосредственного внесения под культуры обычной техникой, применяемой для подстилочного навоза или компостов. Жидкую фракцию применяют на удобрение дождеванием или с помощью цистерн-разбрасывателей. Рекомендуемая доза жидкой фракции навоза – 100 м<sup>3</sup>/га за один полив. Разделение бесподстилочного навоза на фракции может быть механическим или естественным (в отстойниках).

Птичий помет

Птичий помет – быстродействующее органическое удобрение с высоким содержанием питательных веществ. В зависимости от технологии выращивания птицы помет может быть подстилочным и бесподстилочным. В среднем за год от каждой курицы накапливается 70 кг, утки – 85, гуся – 170, индюка – 150 кг помета.

Состав помета зависит от вида и возраста птицы, типа кормления и содержания (табл. 8). В водорастворимых соединениях в помете содержится 50 % азота, 4 % фосфора и 60 % калия. Кроме макроэлементов, в состав птичьего помета входят микроэлементы. В 100 г сухого вещества содержится 15–38 мг марганца, 12–39 мг цинка, 1,0–1,3 мг кобальта, 0,5 мг меди, 367–900 мг железа. Сырой помет обладает неблагоприятными свойствами: имеет сильный неприятный запах, содержит семена сорняков, яиц и личинок гельминтов и насекомых, множество микроорганизмов. Помет лучше хранить холодным (плотным) способом с добавлением до 40 % соломы, сухого торфа или опилок.

Эффлюент

Биогазовые технологии являются относительным новшеством для Беларуси. В основе процесса производства биогаза из органических отходов животного и растительного происхождения лежит анаэробное (метановое) сбраживание, т. е. преобразование органических отходов в биогаз с помощью микроорганизмов. Метановое брожение представляет собой многоступенчатый процесс разложения смеси разных органических отходов в анаэробных условиях действием консорциума микроорганизмов с образованием метана и углекислоты в качестве конечных продуктов и сброженной навозной массы. Таким образом, в результате биохимических превращений из сбраживаемого субстрата образуются биогаз и переброженная навозная масса – эффлюент.

Расчеты показывают, что биогазовые комплексы не решают проблему утилизации жидкого навоза и навозных стоков, т. к. объем навоза после сбраживания уменьшается незначительно, однако органические удобрения, получаемые на выходе биогазовых установок, имеют другие качественные характеристики.

Состав эффлюента зависит от химического состава исходного навоза и другого используемого сырья (табл. 9). Во время брожения разлагается в среднем 30 % органического вещества, что составляет 1–2 % массы жидкого навоза. Азот, фосфор и калий практически полностью сохраняются в сброженной массе, однако в результате брожения существенно увеличивается содержание доступных для растений форм азота и фосфора по сравнению с исходным сырьем: до 50–75 % общего количества азота находится в аммонийной форме, фосфор находится в основном в форме фосфатов и нуклеопротеидов, что обеспечивает их лучшую усвояемость растениями по сравнению с нативным навозом.

Таблица 8

Средний состав различных видов птичьего помета

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т						
		Органическое вещество	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>
Птичий помет								
куры	75	200	14,0	10,0	5,0	10,0	1,7	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
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	6,0	1,1	2,0
Птичий помет жидкий	95	35	3,0	2,5	1,0	2,0	0,6	0,7
Стоки птичьего помета	98	18	1,2	1,1	0,6	1,8	0,5	0,3
Сухой птичий помет	15	790	40,0	39,0	20,0	44,0	14,0	10,0

Средний состав различных видов эффлюента

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т					
		Органическое вещество	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Эффлюент на основе:							
птичьего помета	95	30	7,0	3,7	4,1	2,3	0,8
свиного навоза	95	40	4,0	1,7	2,0	0,8	0,4
навоза КРС	95	35	4,0	1,3	3,0	0,8	0,4

По утверждению многих исследователей важной особенностью эффлюента является значительное сокращение содержания в нем личинок и яиц глистов, а также других патогенов в результате воздействия мезофильного режима анаэробного брожения. Зарубежные исследования констатируют гибель 90 % патогенов животных в анаэробной системе, а также значительное или полное уничтожение патогенов растений. Отмечают уменьшение общего количества микробного загрязнения примерно на 50–65 %. Наличие поливирусов снижается на 98 %, яиц паразитов – на 90–100 %. Исследования по наличию жизнеспособных семян сорных растений показали, что таковые в эффлюенте отсутствуют.

В результате исследований, проведенных в Институте почвоведения и агрохимии, установлено, что применение эффлюента, аналогично по влиянию на урожайность традиционным видам органических удобрений, используемым для производства биогаза, и минеральным удобрениям, внесенным в дозах, эквивалентных по азоту.

В эффлюенте основное количество азота, фосфора и калия находится в форме, доступной для растений, удобрения гомогенизированы и соответственно технологичны в работе. Однако, в производственных условиях, в связи с отсутствием достаточного количества емкостей для хранения, машин для качественного внесения, данные удобрения вносятся неравномерно, бессистемно, в течение всего года (в т. ч. зимой и летом), поэтому на практике агроэкономический эффект от применения эффлюента ниже, чем в опытах. Рациональные дозы эффлюента под зерновые – 40 т/га, картофель – 40–50 т/га, кукурузу – 60 т/га.

#### Компосты

Ценными органическими удобрениями являются компосты, для приготовления которых используют навоз, птичий помет, торф, солому, растительные и древесные органические отходы. В компостную смесь могут добавляться и минеральные компоненты.

Высококачественный компост представляет собой однородную, темную, рассыпчатую массу влажностью не более 75 %, с реакцией среды близкой к нейтральной, и содержанием элементов питания в доступных для растений соединениях. При приготовлении компостов в результате биотермических процессов погибают патогенные микроорганизмы и теряют жизнеспособность семена сорных растений, а само удобрение становится более концентрированным и биологически активным.

Компост готовят очаговым, послойным, площадочным, цеховым и другими способами около животноводческих помещений на специально выделенных (стационарных или временных) площадках или непосредственно на краю поля. Место

для компостирования следует выбирать исходя из наименьших затрат на погрузку и перевозку используемых компонентов и приготовленного компоста на поля, а также в соответствии с действующим законодательством по охране природы, санитарными нормами, требованиями техники безопасности и правилами личной гигиены. Для получения высококачественного компоста необходимо выполнять требования технологии приготовления и управлять процессами, протекающими в компостных штабелях: температурой, влажностью, аэрацией, кислотностью среды и т. д. Существует связь между влажностью, температурой, доступом воздуха и размером штабеля.

Размер штабеля зависит от способности к разложению компостируемого материала и его рыхлости. Длина может быть произвольной, но не менее 6–8 м, высота – 2,5–3,0 м, ширина по основанию – 4–6 м. При малых размерах штабеля теряется много аммиака, недостаточна температура компостной массы, процессы разложения органического вещества заторможены, мобилизация азота протекает медленно. Большая высота штабеля также нежелательна, т. к. это может привести к переуплотнению компоста и сдерживанию процессов нитрификации, которые энергичнее протекают при достаточном доступе воздуха. Необходимая аэрация в компостируемой массе достигается ее ворошением во время созревания. При этом понижается влажность компоста, если она превышает оптимальную. Если увлажнение компостируемой массы недостаточно, ее необходимо поливать навозной жижей или водой.

При оптимальных условиях аэрации и увлажнения под влиянием микробиологических процессов температура в компосте повышается до 60–70 °С. При такой температуре семена сорных растений теряют всхожесть, погибают яйца гельминтов и другие болезнетворные начала, содержащиеся в свежем навозе, навозной жиже и птичьим помете, а процессы накопления легкоподвижных питательных веществ протекают наиболее энергично. Процесс компостирования идет более активно при положительной температуре окружающего воздуха.

**Торфонавозные компосты** получают перемешиванием торфа с навозом в различном соотношении в зависимости от влажности торфа и навоза (табл. 10).

Таблица 10

**Среднее соотношение торфа и бесподстильного навоза  
для приготовления торфонавозных компостов (по массе)**

Влажность компоста, %	Влажность торфа, %	Влажность навоза, %				
		80	85	88	90	92
70	50	0,5:1	0,75:1	0,9:1	1:1	1,1:1
	55	0,7:1	1:1	1,2:1	1,3:1	1,5:1
	60	1:1	1,5:1	1,8:1	2:1	2,2:1
75	50	0,2:1	0,4:1	0,5:1	0,6:1	0,7:1
	55	0,25:1	0,5:1	0,65:1	0,75:1	0,85:1
	60	0,3:1	0,7:1	0,9:1	1:1	1,1:1

Экономически целесообразным является приготовление торфонавозного компоста в соотношении 1:3, когда на 1 часть торфа (ГОСТ РБ СТБ 832-2001) приходится 3 части бесподстильного навоза. Средний состав торфонавозных и других видов компостов приведен в таблице 11. Более точно качество компостов перед их применением должно быть проверено агрохимической службой (кислотность, влажность, содержание основных элементов питания и т. д.).

Средний состав различных компостов

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т						
		Органическое вещество	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>
Торфонавозный компост 1:1	70	220	5,0	1,6	4,0	3,5	0,6	0,3
Торфонавозный компост 1:2	70	220	5,5	1,8	4,5	4,0	0,8	0,4
Торфонавозный компост 1:3	70	220	6,0	2,0	5,0	4,5	1,0	0,5
Торфопометный компост 1:1	70	250	10,0	8,0	3,0	9,0	3,0	1,5
Торфопометный компост 1:2	70	250	12,5	10,0	4,0	10,0	4,0	2,0
Вермикомпост	50	190	9,0	6,5	9,5	6,5	3,0	1,2

**Торфопометные** компосты готовят на птицефабрике или непосредственно в хозяйстве в соотношении 1:1 или 1:2. В качестве дополнительных компонентов могут использоваться опилки (3 части помета и 2 части опилок). Компост созревает от трех месяцев до двух лет в зависимости от компонентов, температуры, влажности, условий аэрации и др. Очень медленно разлагаются опилки, особенно хвойных деревьев.

**Вермикомпост** – темно-коричневая или темно-серая сыпучая однородная масса, полученная в результате переработки органического субстрата красным калифорнийским червем. Для приготовления вермикомпоста используют различные органические отходы: навоз, бытовые отходы, растительные остатки и др. В организме червей исходный субстрат измельчается, химически трансформируется. Вермикомпост, благодаря высокой концентрации элементов питания, агрономически полезных групп микроорганизмов и биологически активных веществ положительно влияет на рост и развитие растений и оздоравливает почвенную биоту.

#### Сапропель

Сапропель – осадки пресноводных водоемов, образующиеся из отмерших растительных и животных организмов, минеральных веществ биогеохимического происхождения и принесенных минеральных компонентов, имеющие зольность не более 85 %. Органическое вещество сапропеля состоит не только из образований самого озера, но и пополняется за счет поступлений с водосбора в виде коллоидных растворов. Накопление минеральных веществ происходит также за счет выпадения из раствора солей под влиянием геохимических процессов и в результате жизнедеятельности водных организмов. В итоге сложных физических, химических и биологических процессов сапропель обогащается, помимо органического вещества, кальцием, фосфором, серой, микроэлементами и другими биологически активными веществами. Общие запасы озерного сапропеля в Республике Беларусь оцениваются в 263,45 млн м<sup>3</sup>, ресурсы сапропеля на выработанных и разрабатываемых торфяных месторождениях – в 574,1 млн м<sup>3</sup>.

Согласно республиканскому стандарту СТБ 17.04.02-01-2010 выделено 4 типа сапропеля: *органический*, *кремнеземистый*, *карбонатный* и *смешанный*. Органический сапропель в сухом веществе в среднем содержит 76 % органического вещества (верхний предел зольности – 30 %), 3,3 % общего азота, 0,4 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,2 % K<sub>2</sub>O, 0,5 % MgO, 2,6 % CaO, 0,8 % SO<sub>3</sub>, 13,1 % SiO<sub>2</sub>. Органический сапропель

по соотношению гуминовых кислот (ГК) и легкогидролизуемых веществ (ЛГ) разделяется на торфосапрпель (ГК/ЛГ > 3), высокогумусный (ГК/ЛГ = 1–3), среднегумусный (ГК/ЛГ = 0,5–1,0) и низкогумусный (ГК/ЛГ < 0,5).

Кремнеземистый сапрпель содержит 43 % органического вещества; 2,1 % общего азота; 0,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 1,5 % K<sub>2</sub>O; 1,3 % MgO; 4,6 % CaO; 0,7 % SO<sub>3</sub>; 36 % SiO<sub>2</sub>. Кремнеземистый сапрпель наиболее широко представлен в озерных осадках Беларуси и составляет около 70 % разведанных запасов.

Свежедобытые сапрпели не применяют как удобрение, так как в них содержится много закисных токсичных соединений, низкая биологическая активность. Применение органических удобрений из сапрпеля предусматривает проветривание и промораживание, в результате чего активизируется микробиологическая деятельность, происходит детоксикация и улучшается структура.

Для производства сапрпелевых удобрений используется органический, органо-кремнеземистый и органо-известковистый сапрпель. Качество сапрпелевых удобрений регламентируется техническими условиями ТУ РБ 03535026.287-97 «Удобрения сапрпелевые» (Извещение № 2 об изменении) (табл. 12).

Сапрпель добывают гидромеханизированным, экскаваторным, ковшово-элеваторным и канатно-скреперными способами из открытых водоемов, а также из-под слоя торфа после его разработки. В первый год сапрпель обезвоживается, а на второй год после промораживания сапрпель сушат, измельчают и складывают в штабеля. Полученные в процессе добычи и переработки органические и органо-кремнеземистые сапрпелевые удобрения должны иметь влажность не более 60 %, органо-известковистые – не более 50 %.

Таблица 12

#### Физические и химические показатели сапрпелевых удобрений

Наименование показателя	Нормы по видам удобрений		
	органические	органо-кремнеземистые	органо-известковистые
Массовая доля частиц крупнее 10 мм, %, не более	20	20	20
Массовая доля влаги, %, не более	60	60	50
Зольность, %, не более	50	70	65
Массовая доля общего азота, % на сухой продукт, не менее	1,5	1,0	не регламентируется
Обменная кислотность, рН, не менее	5,0	5,0	не регламентируется
Массовая доля оксида кальция, %, не менее	–	–	17
Удельная активность радионуклидов (цезий 137), Бк/кг, не более	300		

Сапрпелевые удобрения на основе органического или смешанного сапрпеля в чистом виде рекомендуется применять при возделывании картофеля, кукурузы, кормовых корнеплодов, однолетних и многолетних трав, а также при коренном улучшении и перезалужении сенокосов и пастбищ. В среднем 1 т сапрпелевых удобрений

равноценна 0,6–0,8 т подстилочного навоза или торфонавозных компостов. Целесообразнее использовать органические, органо-кремнеземистые и органо-известковистые виды сапропелевых удобрений на почвах легкого гранулометрического состава. Дозы внесения сапропелевых удобрений определяются для каждого конкретного случая с учетом их вида и свойств, условий и технологии добычи сапропеля, характеристики почв и требований возделываемой культуры. Повышенные дозы сапропелевых удобрений в чистом виде могут применяться для рекультивации бросовых земель.

Использование высоких доз органических и органо-кремнеземистых сапропелевых удобрений под посев требовательных к реакции почвенной среды культур целесообразно совмещать с известкованием почвы.

Карбонатный (известковистый) сапропель применяется в качестве известковых удобрений для нейтрализации избыточной кислотности почвы; по эффективности карбонатный сапропель не уступает мелу и доломитовой муке.

Сапропель может применяться также для приготовления различных удобрительных смесей и компостов, мелиорантов, сапропелевых субстратов, растительных грунтов, а также в кормлении животных в качестве ингредиента комбикормов, различных белково-витаминно-минеральных добавок и премиксов.

### Торф

Торф – это растительная масса, разложившаяся в разной степени в условиях избыточного увлажнения и недостатка воздуха, которая состоит из негумифицированных растительных остатков, перегноя и минеральных соединений.

Тип торфа определяется условиями его образования. По условиям образования торфяных болот добываемый торф делится на три типа: верховой, низинный переходный. Верховой торф образовался на возвышенных элементах рельефа из сфагновых мхов, пушицы, багульников и других растений, которые отличаются малой требовательностью к условиям питания и увлажнения. Низинный торф возник в пониженных участках рельефа под влиянием грунтовых вод. В его образовании участвуют гипновые мхи, травянистые растения (осоки, тростники, вейники, хвощи), древесные растения (ольха, береза, ель, сосна, ива) и другие влаголюбивые и требовательные к питательным веществам растения.

Вид торфа определяется в основном по растительным остаткам, входящим в его состав. В название вида торфа входят названия растений-торфообразователей, содержание малоразложившихся остатков которых в торфе составляет не менее 20 % от веса сухого вещества. Название преобладающего вида растения-торфообразователя ставят в конце слова, а название второстепенных – в начало. Так, если преобладающими торфообразователями являются осоки (например, на 60 %), а кроме них в торфе присутствуют также древесные остатки, но в меньшем количестве (например, 25 %), то такой торф называют древесно-осоковым.

При агрономической оценке различных типов и видов торфов большое значение имеют их ботанический состав, степень разложения, зольность, содержание питательных веществ, кислотность, влагоемкость.

По степени разложения торф делится на *слаборазложившийся* (содержит 5–25 % гумифицированных веществ), *среднеразложившийся* (25–40 % гумифицированных веществ), *сильноразложившийся* (более 40 % гумифицированных веществ). Слаборазложившийся торф целесообразно применять на подстилку, пропуская через скотный двор; средне-разложившийся – для компостирования; сильноразложившийся – для приготовления специальных питательных смесей.

Моховой торф всех типов (верховой, переходный, низинный) обладает наименьшей степенью разложения (5–25 %); травянистый торф имеет большую степень разложения (20–40 %), а древесный – максимальную (35–70 %).

По зольности торф бывает нормальнозольным (содержание золы до 12 %) и высокозольным (содержание золы более 12 %). В верховом торфе содержится до 5 % золы, в переходном – 5–10 %, в нормальнозольном низинном – 8–12 % и более.

Содержание питательных веществ в торфе зависит от его вида и типа. Торф содержит все необходимые для растений питательные элементы, однако большая часть из них (в первую очередь азот) становится доступной только после минерализации. Поэтому торф становится источником питания для растений лишь после биологического на него воздействия, что может быть осуществлено при компостировании его с навозом, навозной жижей и пометом.

Важными показателями при определении способов использования торфа в сельском хозяйстве являются кислотность, влагоемкость и поглотительная способность торфа. В Республике Беларусь основным способом использования торфа в сельском хозяйстве является его компостирование. В небольших количествах торф 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.

Средний состав нормальнозольного торфа при влажности 60 % приведен в таблице 13.

Таблица 13

Средний состав нормальнозольного торфа

Тип торфа	рН	Влажность, %	Содержание, кг/т				
			органическое вещество	Нобщ.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Низинный	4,7–5,5	60	350	10,0	1,2	0,7	15,0
Переходный	3,5–4,7	60	370	6,5	0,6	0,5	4,8
Верховой	2,8–3,5	60	385	4,0	0,4	0,3	1,2

#### Зеленое удобрение

Зеленое удобрение – это свежая растительная масса, запахиваемая в почву для обогащения ее органическим веществом, азотом и другими элементами питания. Часто этот прием называют сидерацией, а растения, выращиваемые на удобрение, – сидератами. Сидераты в отличие от других видов органических удобрений являются неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником обеспечения сельскохозяйственных земель органическим веществом, а за счет бобовых сидератов – и биологическим азотом.

На зеленое удобрение возделывают бобовые культуры (люпин однолетний и многолетний, донник белый и желтый, горох, пелюшка (кормовой горох), сераделла, вика озимая и яровая, кормовые бобы, клевер, люцерна, лядвенец, галега восточная (козлятник) и др.); крестоцветные культуры (озимый и яровой рапс, редька масличная, горчица белая, сурепица озимая и яровая); злаковые культуры (озимая рожь, райграс однолетний); водолистниковые культуры (фацелия); гречишные культуры (гречиха). Широко практикуется также использование

сидератов в составе различных смесей, когда высевается не один вид сидератов, а их комбинация в самом разнообразном соотношении.

Использование того или иного вида сидерата зависит от погодно-климатических условий, количества тепла, осадков, условий местности, гранулометрического состава почвы, наличия удобрений и семян.

Различают три основные формы зеленого удобрения: полное, укосное и отавное. *Полное* – когда в почву запахивают всю зеленую массу и корни растений; *укосное* – когда зеленую массу для заправки перевозят на другой участок; *отавное* – когда запахивают отаву, стерневые остатки и корни растений. В крупнотоварном производстве агроэкономически наиболее целесообразно отавное применение зеленого удобрения; зеленая масса в этом случае используется на корм животным.

На зеленое удобрение используются также две формы сидератов – в качестве самостоятельной и промежуточной культуры. Как самостоятельная культура, сидераты занимают поле весь вегетационный период. При промежуточном использовании сидеральные культуры высеваются в промежутке между основными культурами. Промежуточные культуры в свою очередь подразделяются на следующие группы: подсевные, пожнивные, поукосные и озимые.

*Подсевные* сидераты высевают ранней весной под однолетние травы, озимые и яровые зерновые (донник белый и желтый, сераделла, райграс однолетний, клевер, люцерна, лядвенец, галега восточная).

*Поживные* сидераты высевают после уборки раносозревающих зерновых и зернобобовых культур в срок до 15 августа. В качестве поживных сидеральных культур рекомендуются быстрорастущие сидераты с коротким вегетационным периодом (узколистный сидеральный люпин, вика, пелюшка и их смеси, горчица белая, редька масличная, рапс яровой, фацелия). Промедление с посевом приводит к недобору урожая зеленой массы, а при наступлении ранних заморозков растения погибают, не нарастив массу.

*Поукосные* сидераты (могут высеваться те же культуры, что и в поживных посевах) высевают на участках после озимой ржи на зеленый корм или после первого укоса многолетних трав, после скашивания однолетних бобово-злаковых смесей на зеленую массу и других культур, убираемых на силос и сенаж.

*Озимые* сидеральные культуры (озимый рапс, озимая сурепица и их смеси, озимая рожь + вика мохнатая) высевают после уборки ранних и среднеранних культур для использования в качестве зеленого удобрения весной будущего года.

Наращивание сидератами надземной растительной массы и корней в пахотном слое зависит от типа почв, их гранулометрического состава, уровня плодородия, погодно-климатических и других местных условий. Нарращивание растительной массы сидератов зависит также от биологических особенностей культуры, срока посева, внесения удобрений, а также от формы использования. В связи с этим может запахиваться от 6–7 до 25–50 т/га надземной зеленой массы и от 5 до 20 т/га корней. При заправке сидерата с нормальной густотой стояния растений вся надземная и корневая масса равномерно распределяется по полю, чего очень трудно добиться при внесении других видов органических удобрений. В среднем отавная форма зеленого удобрения с учетом заправки поживных и корневых остатков эквивалентна 4 т/га навоза, полная форма зеленого удобрения при урожайности сидератов 150–250 ц/га – 15 т/га, 250–350 т/га – 20 т/га подстилочного навоза.

Культуры, используемые в качестве сидератов, по-разному влияют на плодородие почвы, и, прежде всего, на накопление в почве гумуса. Это зависит от того, используется ли на удобрение только надземная масса сидерата, запахивается ли она полностью на месте роста совместно с корневой системой или заделываются в почву только отава с пожнивными и корневыми остатками. Отношение углерода к азоту в зеленой массе составляет 1:10–15, она быстро разлагается; коэффициент гумификации очень низкий. Поэтому запахивать зеленую массу рекомендуется только после ее подвяливания. Запашка надземной массы после подвяливания с корневыми остатками на месте роста или только отавы с пожнивными и корневыми остатками положительно влияет на накопление в почве гумуса. Отношение углерода к азоту увеличивается почти в два раза и в зависимости от культуры составляет 1:20–30, т. е. приближается к показателю классического органического вещества – подстилочного навоза.

Кроме прямого влияния на улучшение плодородия почвы и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, сидераты снижают переуплотнение почвы, улучшают ее структуру, предотвращают водную и ветровую эрозию, вымывание (миграцию) элементов питания за пределы корнеобитаемого слоя.

### Солома

Дополнительным резервом органических удобрений является солома, применение которой повышает плодородие пахотных земель и поддерживает бездефицитный баланс гумуса и питательных элементов. Традиционным способом использования зерновой соломы на удобрение является получение подстилочного навоза и производство компостов, где солома служит одним из компонентов и хорошим влагопоглощающим материалом.

Эффективным способом использования соломы является ее непосредственное применение на удобрение без отчуждения из агроценоза. Для этого используют солому рапса и других крестоцветных культур (горчица, сурепица, редька масличная), солому гречихи, кукурузы, люпина, кормовых бобов, сои, которые в чистом виде практически не используются на корм и подстилку. Для удобрения рекомендуется также солома озимой и яровой пшеницы, озимого и ярового тритикале, озимой ржи, а также излишки соломы других яровых (ячмень, просо, овес) и зернобобовых (горох, вика, пелюшка) культур.

Наряду с соломой в качестве дополнительного источника органического вещества может использоваться **ботва** картофеля, сахарной свеклы и кормовых корнеплодов. Средний состав ботвы при влажности 80 % приведен в таблице 15.

Таблица 15

#### Средний состав ботвы сельскохозяйственных культур

Культура	Влажность, %	Содержание, кг/т					
		Органическое вещество	N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Сахарная свекла	80	120	3,5	1,0	5,0	1,0	1,0
Кормовая свекла	80	120	4,0	1,0	6,0	2,0	1,0
Картофель	80	120	2,0	0,5	4,0	1,5	1,0

После уборки товарной части урожая ботва подвяливается, равномерно распределяется по полю и заделывается в почву.

Общее количество ботвы определяется по валовому сбору товарной продукции, умноженному на соответствующий коэффициент. По результатам обобщения полевых опытов и анализа производственных результатов приняты следующие коэффициенты пересчета корне- и клубнеплодов в ботву: сахарная свекла – 0,5; картофель – 0,2; кормовые корнеплоды – 0,25.

**Методика расчета потребности в органических удобрениях для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах**

При сложившейся структуре посевных площадей в общем объеме поступающего в почву органического вещества доля растительных остатков составляет в среднем по республике 55 %, доля органических удобрений – 45 %.

Максимальные объемы применения органических удобрений в Республике Беларусь были достигнуты в 1986–1990 гг., когда в среднем на 1 га пашни вносилось 14,4 т. С 1991 по 2006 гг. наблюдалось сокращение объемов внесения органических удобрений, так в среднем за 2001–2006 гг. внесено 6,3 т навоза на 1 га. Начиная с 2007 г., наметилась тенденция увеличения доз внесения органических удобрений. В 2016–2019 гг. объемы их применения составили 47,8 млн т в год, или 9,6 т/га (табл. 16).

Таблица 16

**Динамика применения органических удобрений на пахотных землях в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь**

Годы	Внесено млн т в год	Внесено т/га в год	Доля торфа в органических удобрениях, %
1981–1985	75,2	13,3	47
1986–1990	81,4	14,4	37
1991–1995	61,1	11,6	5
1996–2000	40,7	8,1	3
2001–2005	28,7	6,3	2
2006–2010	36,8	8,0	1
2011–2015	48,6	10,2	<1
2016–2020	48,4	9,8	<1

При недостаточных объемах навоза для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель возрастает роль структуры посевных площадей. По количеству органического вещества, поступающего в почву в виде послеуборочных растительных остатков, сельскохозяйственные культуры делятся на три группы:

- многолетние злаковые и бобово-злаковые травы;
- однолетние культуры сплошного сева: зерновые, зернобобовые, рапс, гречиха, лен;
- однолетние пропашные культуры: картофель, свекла, кукуруза, овощи.

Пропашные культуры характеризуются, с одной стороны, высоким выносом элементов питания с урожаем, с другой стороны, оставляют в почве небольшое

количество пожнивно-корневых остатков. Культуры сплошного сева по количеству оставляемых растительных остатков занимают промежуточное положение между многолетними травами и пропашными культурами. Многолетние травы, оставляя в почве наибольшее количество растительных остатков, обогащают почву органическим веществом. Особенно высокий положительный эффект характерен для бобовых трав благодаря их способности фиксировать атмосферный азот и вовлекать его в биологический круговорот.

За период с 1995 по 2012 г. доля многолетних трав в структуре посевных площадей уменьшилась с 24,2 % до 12,7 %, в то время как доля пропашных культур увеличилась с 8,5 % до 23,8 % за счет расширения площадей под кукурузой и сахарной свеклой. Так, если в 1996 г. на 1 га пропашных культур приходилось 2,8 га многолетних трав, то к 2012 г. это соотношение в среднем по республике снизилось до 0,5 га. С 2013 г. наметилась обратная тенденция – площади под пропашными культурами начали несколько снижаться, а под многолетними травами – увеличиваться. В 2019 г. на 1 га пропашных культур приходилось 0,7 га трав (табл. 17).

Таблица 17

**Удельный вес многолетних трав и пропашных культур  
в структуре посевных площадей по областям**

Показатели	1995			2004			2012			2019		
	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные	Пропашные, %	Мн. травы, %	Мн. травы/ пропашные
Брестская	13,0	17,6	1,4	20,7	15,4	0,7	28,0	11,5	0,4	26,6	14,0	0,5
Витебская	2,7	32,7	12,1	7,8	26,5	3,4	12,3	13,8	1,1	10,5	21,2	2,0
Гомельская	11,9	19,2	1,6	16,2	19,3	1,2	34,4	8,5	0,3	36,5	11,7	0,3
Гродненская	10,3	19,6	1,9	17,7	20,3	1,1	23,5	15,0	0,6	22,4	18,4	0,8
Минская	9,9	23,6	2,4	14,1	18,7	1,3	23,2	13,4	0,6	22,8	19,5	0,9
Могилевская	5,1	29,1	5,7	14,5	26,5	1,8	19,9	14,9	0,8	19,1	19,9	1,0
Беларусь	8,5	24,2	2,8	15,1	20,9	1,4	23,8	12,7	0,5	23,4	17,4	0,7

Потребность в органических удобрениях для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель определяется на основании соотношения между пропашными культурами и многолетними травами: чем меньше многолетних трав приходится на 1 га пропашных культур, тем выше должны быть дозы применения органических удобрений.

Дозы органических удобрений, необходимые для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах рассчитываются по формуле:

$$D_{ou} = \frac{(S_1 \times 420 + S_2 \times 1200 - S_3 \times 200) : K}{S_{\text{мин.пашни}}},$$

где **Доу** – доза органических удобрений, необходимая для поддержания бездефицитного баланса гумуса, т/га;

**S<sub>1</sub>** – площадь культур сплошного сева на минеральных почвах (зерновые, зернобобовые, лен, рапс, гречиха, однолетние смеси);

**S<sub>2</sub>** – площадь пропашных культур на минеральных почвах;

**S<sub>3</sub>** – площадь многолетних трав на минеральных почвах;

**S<sub>мин.пашни</sub>** – посевная площадь (на минеральных почвах);

**420** – кг/га гумуса необходимо восполнить за счет внесения органических удобрений для поддержания его бездефицитного баланса под культурами сплошного сева;

**1200** – кг/га гумуса необходимо восполнить за счет внесения органических удобрений для поддержания его бездефицитного баланса под пропашными культурами;

**200** – кг/га гумуса накапливается под многолетними травами;

**K** – кг гумуса образуется из 1 т органических удобрений.

Для каждого конкретного хозяйства, района или области данный коэффициент рассчитывается следующим образом:

$$K = (S_{\text{сугл.}} \cdot 50 + S_{\text{супесч.}} \cdot 40 + S_{\text{песч.}} \cdot 30) : (S_{\text{сугл.}} + S_{\text{супесч.}} + S_{\text{песч.}}),$$

где **S<sub>сугл.</sub>**, **S<sub>супесч.</sub>**, **S<sub>песч.</sub>** – площади суглинистых супесчаных и песчаных почв, занятых под сельскохозяйственными культурами;

50 – кг гумуса образуется из 1 т условного навоза на суглинистых почвах;

40 кг – на супесчаных и 30 кг – на песчаных почвах.

Для Брестской области **K** = 35 кг, Витебской – 44, Гомельской 34, Гродненской – 39, Минской – 41, Могилевской области – 43 кг, в среднем по республике **K** = 40 кг.

С учетом сложившейся структуры посевных площадей для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель потребность в органических удобрениях составляет 62,0 млн т в год. На 1 га пашни необходимо применять ежегодно в среднем 12,5 т/га (табл. 18).

Таблица 18

**Потребность в органических удобрениях для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель по областям Республики Беларусь**

Область	Требуется в год	
	тыс. т	т/га
Брестская	10670,5	15,5
Витебская	6497,5	8,3
Гомельская	14728,4	18,3
Гродненская	8913,1	12,4
Минская	13548,3	11,7
Могилевская	7616,2	10,4
Беларусь	61973,9	12,5

Среднегодовые дозы органических удобрений в севооборотах для достижения положительного баланса гумуса зависят от типа и гранулометрического состава почвы, содержания гумуса (табл. 19).

**Нормативы дополнительной потребности в органических удобрениях  
для достижения положительного баланса гумуса, т/га**

Содержание гумуса, %	Гранулометрический состав почвы			
	суглинистые	супесчаные, подсти- лаемые мореной	супесчаные, подсти- лаемые песком	песчаные
до 1,50	3,0	3,4	3,8	4,3
1,51–2,00	2,0	2,3	2,6	3,0
2,01–2,50	1,0	1,2	1,4	1,7
более 2,50	0,5	0,6	–	–

**TYPES OF ORGANIC FERTILIZERS AND METHODS OF  
CALCULATING THEIR NEEDS TO ENSURE A DEFICIENCY-FREE  
BALANCE OF HUMUS IN ARABLE SOILS**

T. M. Seraya, E. N. Bogatyreva, T. M. Kirdun, N. Yu. Zhabrovskaya

**Summary**

Long-term comprehensive studies conducted by the staff of the Institute of Soil Science and Agrochemistry together with scientists from specialized organizations of the republic allowed to establish a high positive effect of organic fertilizers and the need for their use in scientifically based fertilizer systems. The authors of the article systematized the results on the chemical composition of various types of organic fertilizers obtained and used in agricultural production of the republic. This information is necessary for making effective management decisions on the selection and use of various types of organic fertilizers, modeling and forecasting crop yields in the conditions of the Republic of Belarus.

*Поступила 12.12.22*