

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛОМЫ И СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

С.А. Новиков, к.э.н., Агропромкомплектация, В.А. Шевченко, д.с.-х.н., А.М. Соловьев, д.с.-х.н., И.П. Фирсов, д.с.-х.н., РГАУ – МСХА

Изложены технологические приемы использования животноводческих стоков и измельченной соломы для улучшения физико-химических и биологических свойств почвы.

Ключевые слова: стоки животноводческих комплексов, солома на удобрение, приемы их использования.

Возделывание сельскохозяйственных культур в мировом земледелии в настоящее время развивается с применением различных агротехнологий: интенсивных, альтернативных и биологических. Интенсивные технологии предусматривают широкое использование минеральных удобрений (700-800 кг д.в./га) и высокую пестицидную нагрузку. Это направление характерно для стран Западной Европы, Китая, Японии и США. Однако, применение средств химизации в таких объемах оказывает резко негативное влияние как на окружающую среду, так и на качество продукции.

В альтернативном земледелии средства химизации практически не применяют, при этом урожайность снижается на 30-40%.

Биологические технологии основаны на максимальном использовании дешевых удобрений: биологического азота, всех видов органических удобрений (навоз, торф, навозная жижа, компосты, сидераты, солома, сапропель и др.).

Вблизи крупных животноводческих комплексов в качестве удобрений целесообразно использовать навозные стоки, содержащие около 3% сухого вещества [5]. Они накапливаются в больших количествах на крупных животноводческих комплексах и фермах при бесподстилочном стойловом содержании скота и применении гидравлической системы уборки экскрементов. Животноводческие стоки представляет собой смесь кала, мочи, воды и газообразных веществ.

В качестве удобрения используют около 60% животноводческих стоков, остальная часть круглогодично сбрасывается на пониженные места рельефа местности, а также во временные навозохранилища, представляющие собой обвалованные земляным валом площадки.

Нерациональное использование стоков наносит значительный экологический ущерб. Поэтому важнейшее условие использования стоков животноводческих комплексов в качестве основного удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур – предотвращение загрязнения окружающей среды при одновременном производстве экологически безопасных продуктов питания.

Бесподстилочный навоз желательно вносить весной перед посевом, равномерно распределять по полю и быстро заделывать на глубину 10-12 см. В этом случае его эффективно используют растения при минимальных потерях аммонийного азота. При теплой и сухой погоде, а также недостаточной заделке навоза в почву потери азота за счет улетучивания его в воздух могут быть значительными. Опасность усиления потерь азота от вымывания особенно велика на легких почвах, а при обильных осадках и на связных почвах.

Цель исследований – разработать агротехнические приемы сокращения потерь азота при внесении животноводческих стоков и провести расчет доз внесения извести, органических и минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на планируемую урожайность при разных уровнях естественного плодородия почвы.

Методика. Исследования проводили в 2012–2013 гг. на землях ОАО «Агрофирма Дмитрова гора» в Конаковском и Ржевском районах Тверской области.

Почва Конаковского района – дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая хорошо окультуренная. Мощность пахотного слоя почвы 20-22 см, содержание гумуса 1,62-1,78%, легкогидролизуемого азота 72-78 мг/кг; P_2O_5 -158-182, K_2O 93-104 мг/кг почвы, $pH_{\text{кол}}$ 5,8-5,9.

Почва Ржевского района – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Мощность пахотного слоя 16-18 см, основные площади пашни (96,5%) имеют очень низкое и низкое содержание гумуса. Содержание P_2O_5 на 22% пашни очень низкое и низкое (до 50 мг/кг почвы), 43,8% площади со средним содержанием (51-100 мг/кг) и 34,2% с повышенным и высоким содержанием подвижных форм фосфора (101-250 мг/кг почвы).

Содержание K_2O на 82,7% площади пашни очень низкое и низкое – до 40 мг/кг почвы, на площади 17,3% среднее и повышенное (81-170 мг/кг почвы).

По степени кислотности 22% площади пашни очень сильнонокислые и сильнонокислые ($pH_{\text{кол}}$ до 4,5), 78,0% площади среднекислые и слабокислые ($pH_{\text{кол}}$ от 4,6 до 5,5).

Расчеты доз внесения минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на планируемую урожайность производили балансовым методом с учетом разного уровня естественного плодородия дерново-подзолистой почвы [2].

Поправочные коэффициенты на внесение минеральных удобрений в зависимости от кислотности почвы: при pH до 4,0 составляют 1,13, при pH 4,1-4,5 – 1,11, при pH 4,6-5,0 – 1,09, при pH 5,1-5,5 – 1,06, при pH 5,6 и более – 1,0 [3].

Результаты и их обсуждение. До недавнего времени стоки вносили с помощью прицепов-цистерн, оборудованных центробежными распределителями с компрессорами или насосами, что не всегда обеспечивало их равномерное распределение по полю. Кроме того, при поверхностном внесении стоков весной под предпосевную культивацию из-за переувлажнения почвы невозможно заделать их на необходимую глубину, что приводит к существенным потерям аммонийного азота после их внесения.

Для утилизации стоков мы рекомендуем технологию шланговых систем [8]. С экологической точки зрения слабым звеном в системе утилизации стоков животноводческих комплексов при использовании технологий мягких шлангов и поверхностном распределении стоков с помощью аппликатора являются потери физической массы за счет стекания их на соседние участки, особенно на полях с неровным рельефом местности. Азот теряется также от вымывания при выпадении осадков, а при сухой и теплой погоде – за счет улетучивания в воздух в форме аммиака. Общие потери аммонийного азота могут достигать 40% и более, в то время как фосфор и калий практически полностью используются растениями [9].

Для снижения потерь азота при использовании стоков животноводческих комплексов, их необходимо заделать в почву в течение 2-3 ч после внесения [6].

Имеются несколько путей снижения потерь азота в зависимости от гранулометрического состава почв и различной экспозиции склонов полей (4):

1. На равных полях непосредственно перед внесением стоков проводят сплошное безотвальное рыхление с помощью безотвальных плугов со стойками обтекаемой формы или противоэрозионных культиваторов КПЭ-3,8А на глубину 15-16 см. Уже через 1,5-2 ч стоки полностью впитываются в почву и поле готово для предпосевной обработки.

2. На легких почвах с крутизной 2-3° перед внесением стоков следует проводить шелевание почвы на глубину 30-50 см; расстояние между щелями 1,4 м; ширина щелей 3-5 см. Для этого следует использовать шелеватель ШП-000 или ШП-3-70. При нарезке щели обычно быстро заполняются и эффективно впитывают стоки.

3. На тяжелых глинистых эродированных почвах при склоне 2-3° для улучшения водопоглотительной способности стоков целесообразно проводить кротование почвы. Сущность приема заключается в создании непосредственно перед поверхностным внесением стоков кротовых дрен или кротовин в виде цилиндрических ходов через 70-140 см друг от друга. Для прокладки кротовых дрен используют рыхлитель-кротователь РК-1,2. Оптимальная глубина прокладки дрен 40-50 см; диаметр дрены в зависимости от гранулометрического состава почвы изменяется от 9,5 до 20 см.

Предложенная технология внесения стоков в качестве основного удобрения положительно влияет на плодородие почвы, атмосферный воздух, грунтовые и поверхностные воды, а также увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур.

Экономический анализ позволяет заключить, что эффективность внесения стоков по технологии шланговых систем зависит в основном от расстояния их транспортировки. Если навозные стоки выкачивают из лагуны (навозохранилища) и вносят на поля, расположенные на расстоянии до 4 км от лагуны, себестоимость внесения 1 т стоков, включая все расходы, составляет 32 руб. 68 коп. Если же длина системы превышает 4 км, то для поддержания необходимой производительности комплекса по утилизации животноводческих стоков и компенсации гидравлических потерь в мягких шлангах, устанавливают дополнительную дизельную насосную станцию. При этом расходы на утилизацию 1 т жидких стоков резко возрастают и составляют уже 49 руб. (табл. 1).

Таким образом, транспортировка навозных стоков на расстоянии до 8 км на удаленные от животноводческих комплексов поля с помощью дополнительной насосной станции при-

водит к увеличению затрат на их внесение за счет резкого увеличения расходов на ТСМ, амортизацию и живой труд.

Следует также отметить, что дополнительная станция не обеспечивает необходимой производительности комплекса по внесению стоков с помощью системы мягких шлангов из-за сложности поддержания нужного давления на всем 8-километровом пути транспортировки навозной жижи.

1. Эффективность использования жидких животноводческих стоков в зависимости от длины шланговой системы

Показатель	Расстояние от лагуны до поля	
	до 4 км	до 8 км
Объем внесения стоков, тыс. т	201 000	201 000
Себестоимость внесения 1 т, руб.	32,68	49,00
Себестоимость внесения всего объема, руб.	6 568 680	9 849 000
Чистый доход, руб.	+2 106 294	-1 174 026
Рентабельность, %	+32,07	-19,20

Следовательно, при возделывании полевых культур с использованием в качестве основного удобрения стоков на расстоянии более 4 км от животноводческих комплексов необходимо строить промежуточные лагуны, которые позволяют в условиях положительных температур накапливать навозную массу, а при необходимости вносить ее на поля в требуемом объеме.

Новым технологическим приемом использования животноводческих стоков может быть внесение их на измельченную солому, оставшуюся после уборки зерновых или зернобобовых культур. Это приводит к улучшению физико-химических и биологических свойств почвы и предохраняет ее от водной и ветровой эрозии.

Солома озимой пшеницы и озимой ржи, как менее ценная в кормовом отношении, более пригодна для использования на удобрительные цели – подстилку, компостирование и непосредственную запашку в качестве органического удобрения. Химический состав соломы зависит от вида культуры, условий и способов ее возделывания, сроков уборки и условий хранения (табл. 2).

2. Примерный химический состав соломы

Солома	Сухое вещество	Органическое вещество	Содержание в воздушно-сухой массе, %							C:N (N=1)
			%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	зола
Озимой пшеницы	86	81	0,50	0,20	0,90	0,28	0,11	0,04	4,86	80
Озимой ржи	86	82	0,45	0,26	1,00	0,29	0,09	0,16	3,93	85
Ячменя	86	81	0,50	0,20	1,00	0,33	0,09	0,15	4,49	80
Овсяная	86	79	0,65	0,35	1,60	0,38	0,12	0,17	6,45	60
Яровой пшеницы	86	82	0,60	0,20	0,75	0,26	0,09	0,05	3,48	65
Кукурузная	86	81	0,75	0,30	1,64	0,49	0,26	0,15	4,37	50
Рапсовая	85	80	0,70	0,25	1,00	2,00	0,21	0,30	4,77	55
Гречихи	86	80	0,80	0,60	2,40	0,95	0,19	0,13	5,25	50
Гороха	86	81	1,40	0,35	0,50	1,82	0,27	0,32	3,91	30
Люпина	86	81	1,00	0,25	1,75	0,97	0,34	0,40	4,06	40
Сои	86	82	1,20	0,30	0,50	1,46	0,50	0,33	3,23	30
Вики	86	81	1,40	0,27	0,65	0,56	0,37	0,50	4,43	30

Солома больше, чем другие органические удобрения содержит органическое вещество, причем очень ценное для повышения плодородия почвы: целлюлозу, пентозаны, гемицеллюлозу и лигнин, которые являются углеродистым энергетическим материалом для почвенных микроорганизмов. Это основной строительный материал для гумуса почвы. По содержанию органического вещества 1 т соломы эквивалентна 3,5-4 т навоза. В состав соломы входят все необходимые растениям питательные вещества, которые после минерализации легко доступны им. Микроэлементов в соломе больше, чем в зерне [1].

При оценке соломы как органического удобрения большое значение имеет соотношение между углеродом и азотом. Если оно больше чем 30:1 происходит иммобилизация подвижных форм азота почвы, и растения испытывают его недостаток. При соотношении 20-30:1 наблюдается энергичное раз-

ложение соломы и создаются благоприятные условия для питания растений. Если органическое вещество имеет более узкое отношение углерода к азоту, то преобладает мобилизация подвижных форм азота, и часть его вымывается или улетучивается при денитрификации.

Солому бобовых культур можно использовать для удобрения без дополнительного внесения азотных удобрений. Недостаток азота в злаковой соломе необходимо компенсировать до соотношения C:N – 25:1. Ввиду того, что хозяйства применяют на удобрение в основном солому озимых зерновых культур, компенсирующая добавка азота на 1 т соломы составляет в среднем 10 кг [7].

Солома озимых и яровых злаковых культур обладает высокой влагопоглощающей способностью – около 300%. Влагопоглощение соломы бобовых культур в 1,2-1,5 раза ниже. Соломенная резка (длина 10 см) поглощает влаги больше, чем

нерезанная. Поэтому соломенная резка злаковых культур – лучший компонент при внесении животноводческих стоков. При этом не следует проводить запашку соломы зерновых под зерновые культуры, соломы бобовых – под бобовые культуры.

Компенсирующие добавки азота лучше сочетать с применением в качестве основного удобрения животноводческих стоков. Солому и стоки заделывают в верхний слой почвы дисковой бороной. Для равномерного их распределения поля обрабатывают дважды – до и после внесения стоков. Спустя 3-4 нед солому запахивают.

При возделывании сельскохозяйственных культур большую роль играют применение удобрений и известкование почв с повышенной кислотностью. Известкование оказывает глубокое и многостороннее действие: почва становится более структурной, рыхлой, прочнее удерживает влагу, снижает растворимость вредного для растений алюминия и повышает жизнедеятельность полезных для них микроорганизмов. Оно экономически выгодно. За ротацию 6-8-польного севооборота 1 т CaCO_3 обеспечивает прибавку урожая сельскохозяйственных культур около 6-8 ц/га. Применение минеральных удобрений в Нечерноземной зоне приводит к увеличению потерь кальция из почвы за счет большого вымывания и подкисляющего действия главным образом азотных удобрений. Поэтому при интенсивном использовании минеральных удобрений потребность кислых почв в известковании возрастает. На кислых почвах темпы известкования должны опережать темпы роста применения минеральных удобрений.

Известь следует вносить до экологического оптимума реакции почвенного раствора (до pH 6). Это связано с тем, что при резком снижении кислотности до биологического уровня (для пшеницы это pH 6,5-7,0) могут возникнуть болезни растений, характерные для этой среды, а также снизиться доступность азота, фосфора, калия и микроэлементов от известкования и раскисления почвы.

При расчете дозы известки следует исходить из того, что 1 т CaCO_3 сдвигает $\text{pH}_{\text{сол.}}$ дерново-подзолистой почвы на 0,1 единицы. Следовательно, для изменения $\text{pH}_{\text{сол.}}$ с 4,5 до 6,0 необходимо внести 15 т известки на 1 га, а с учетом примесей и влажности известковых материалов доза может быть выше (табл. 3).

3. Дозы известки (т/га CaCO_3) для достижения экологического оптимума кислотности (до pH 6,0)

USE OF STRAW AND LIVESTOCK COMPLEX WASTE AT THE GROWING OF CEREAL CROPS

S.A. Novikov¹, V.A. Shevchenko², A.M. Solov'ev², I.P. Firsov²

¹ООО Agropromkomplektatsiya, ul. Yablonevaya 313B, Zelenograd, Moscow, 124482 Russia

²Russian State Agrarian University–Moscow Agricultural Academy, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia

Technological measures for the application of livestock waste and straw to improve the physicochemical and biological properties of soils have been described.

Key words: livestock complex waste, straw fertilizer, application methods.

$\text{pH}_{\text{КСЛ}}$	До 4	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0
Доза внесения, CaCO_3 , т/га	10,5	9,5	7,5	7,0	4,0

При известковании почвы надо учитывать, что эффективность его зависит от полноты взаимодействия с почвой известняковой муки, т. е. от тонины размола. Чем тоньше размол, тем быстрее взаимодействие ее с почвой. Частицы крупнее 1 мм из-за слабой растворимости практически не оказывают действия ни на почву, ни на растение. Поэтому при окончательном уточнении дозы известняковой муки их в расчет не принимают, а считают балластом. Наиболее эффективна известняковая мука с тониной размола 0,25 мм.

Выводы. 1. Вблизи крупных животноводческих комплексов целесообразно использовать в качестве удобрений животноводческие стоки. При этом экономически выгодно поля располагать не далее 4 км от животноводческих комплексов. При большем расстоянии увеличиваются затраты на ТСМ, амортизацию и живой труд. 2. Поверхностное внесение стоков животноводческих комплексов в качестве удобрения без немедленной заделки их в почву вследствие потерь аммонийного азота, эмиссии диоксида углерода в атмосферу, потерь физической массы за счет стекания их на соседние участки ухудшает экологическую обстановку. 3. Эффективным технологическим приемом использования жидких животноводческих стоков может быть внесение их на измельченную солому, оставшуюся после уборки зерновых или зернобобовых культур. Это приводит к улучшению физико-химических и биологических свойств почвы и предохраняет ее от водной и ветровой эрозии.

Литература

1. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье/В.Е. Шевченко [и др.]. Воронежский ГАУ им. К.Д. Глинки, 2000.- 305 с.
2. Каюмов М.К. Программирование урожая.- М.: Московский рабочий, 1981.- С. 7-98.
3. Клечковский В.М. Агрохимия.- М.: Колос.- 1967.- С. 351.
4. Комбинированный агрегат для обработки почвы и внесения жидких органических удобрений на склонах. /Шевченко В.А., Просвирик П.Н., Соловьев А.М., Фирсов И.П.// № 2012151929; заявл. 04.12. 2012 г. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 ноября 2013 г.
5. Мальцев В.Ф., Торилов В.Е., Белоус Н.М. Словарь агрономических терминов.- Брянск, 2006.- 158 с.
6. Ревякин Е.Л., Антышев Н.М. Технологические требования к новым техническим средствам в растениеводстве.-М.: Росинформагротех, 2008.- 60 с.
7. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне: рекомендации/М.Н. Новиков, В.М. Тужилин, О.А. Самохина, И.И. Лисятник, В.И. Комаров.- М.: Росинформагротех, 2007.- 295 с.
8. Шевченко В.А., Просвирик П.Н., Цыбизов В.А. Технология использования жидких стоков свиноводческих комплексов при возделывании кукурузы в условиях Верхневолжья.-М. Плодородие.- 2011.- № 6.- С. 39-41.
9. Шпаар Д., Гибельхаузен Х., Гинанн Х. Производство грубых кормов. Кн. 1, Торжок: Вариант., 2002.- С. 277-291.