

БИОХИМИЯ

УДК: (131.44+631.86)470.331

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИЙ СВИНОГО НАВОЗА НА СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

И.Н. Барановский, М.В. Бабенко

*Тверская государственная сельскохозяйственная академия
Кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии*

Приведены результаты исследований по влиянию жидкой и твердой фракций навоза свиней, внесенных в чистом виде и совместно с соломой, на содержание органического вещества и гумусовый режим почвы. Показано, что наибольшее влияние на формирование перегноя в почве оказала твердая фракция навоза.

***Ключевые слова:** органическое вещество, дерново-подзолистая почва, плодородие, гумусовые соединения, жидкая и твердая фракции.*

Общеизвестно, что дерново-подзолистые почвы в соответствии со своим генезисом обладают низким уровнем плодородия. Для них характерно невысокое содержание основного показателя плодородия – гумуса, они имеют кислую реакцию почвенной среды и низкую обеспеченность подвижными формами элементов питания. Это хорошо видно на примере почвенного покрова Тверской области, являющейся самой крупной среди областей Центрального федерального округа. Примерно 90% пахотных угодий представлены дерново-подзолистыми почвами. Согласно данным агрохимической службы области, большая часть из них содержит меньше оптимального количества гумуса, а в пополнении подвижных форм фосфора и калия нуждается соответственно 31 и 82 % почв [1;2].

Причин, приведших к такому состоянию, множество, но одной из главных является резкое снижение вносимых в почву удобрений и средств химической мелиорации. Если в 1980-х гг. в области на 1 га пашни приходилось около 5 т. органических удобрений и 110–120 кг/га д.в. минеральных, то в настоящее время это составляет соответственно примерно 0,6 т/га и 8 кг/га д.в. [3;4].

Проблема предотвращения снижения плодородия почвы остается одной из основных, поскольку от этого зависит продуктивность земель и экономическое благополучие хозяйств. Особое значение для почв Нечерноземной зоны имеют органические удобрения. Они способствуют обогащению почвы органическим веществом, которое является основой плодородия, улучшают физические, агрохимические, водные и биологические свойства [5].

К сожалению, в целом по Нечерноземной зоне накопление основного вида органического удобрений – навоза резко сократилось. В то же время на крупных животноводческих комплексах жидкого органического сырья в виде навоза накапливается свыше 200 тыс. т. в год. Одним из таких предприятий является ЗАО «Заволжское», специализирующееся на производстве свинины.

Начиная с 2008 г. в хозяйстве внедряют голландскую технологию утилизации получаемого со свинарников навоза. Животные содержатся на щелевых полах, а их экскременты в виде жидкого навоза продавливаются через щели в полу и сосредоточиваются в специальных навозо-накопителях. Через 14 дней навозные стоки по самотечному коллектору поступают в бетонный резервуар.

В нем они подвергаются гомогенизации и усреднению по концентрации посредством механической мешалки, после чего погружным насосом с измельчающим механизмом подаются в сепаратор. В сепараторе происходит разделение поступающего исходного жидкого навоза на твердую и жидкую фракции.

Твердая фракция представляет собой пористую, рассыпчатую биомассу с низкой адгезией, которая идеально подходит для ее компостирования в чистом виде. Жидкая фракция непосредственно из сепаратора самотеком поступает в приемный резервуар, а оттуда перекачивается в лагуны (навозонакопители). В них происходит ее дегельминтизация путем выдерживания в течение 6 месяцев в весенне-летний период и 8 месяцев в осенне-зимний. Объем каждой лагуны около 30 тыс. м³. На данный момент такая технология переработки жидкого навоза с разделением его на собственно жидкую и твердую фракции считается достаточно прогрессивной в развитых странах. Выход твердой фракции от исходного навоза составляет около 8 %, остальная часть приходится на жидкую фракцию. Твердая фракция ввиду удобства ее использования весьма востребована и быстро реализуется. Возникают затруднения в использовании жидкой фракции, которая накапливается в очень больших объемах в лагунах. Собственных земель в хозяйстве, на которые ее можно вносить, очень мало, а для потенциальных потребителей она не удобна в части транспортировки.

Мы исследовали удобрительное действие исходного навоза, поступающего непосредственно со свинарника, а также твердой и жидкой фракций, получаемых при его сепарировании.

Таблица 1

Химический состав исследуемых фракций свиного навоза,
числитель – % на сухую массу, знаменатель – кг/т физической массы

| Фракции навоза | Влажность, % | pH _{сол} | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | C- орган. вещ-ва | Зольность, % |
|----------------------------|--------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| Исходный со свинокомплекса | 98,3 | 8,20 | $\frac{3,83}{0,65}$ | $\frac{4,04}{0,69}$ | $\frac{6,30}{1,07}$ | 37,10 | 24,07 |
| Жидкая | 98,6 | 8,07 | $\frac{4,42}{0,62}$ | $\frac{3,95}{0,55}$ | $\frac{9,24}{1,29}$ | 35,10 | 29,97 |
| Твердая | 57,1 | 8,10 | $\frac{1,54}{6,60}$ | $\frac{1,20}{5,14}$ | $\frac{0,23}{0,97}$ | 46,57 | 6,85 |

При закладке опыта мы определяли химический состав исходного навоза и полученных при сепарировании его фракций со свинокомплекса ЗАО «Заволжский» (табл. 1). Показатели исходного навоза имели промежуточное значение между жидкой и твердой фракциями. Можно отметить более высокое содержание калия в жидкой фракции, как с учетом процентного количества, так и на единицу физической массы.

Методика исследования. Опыт по сравнительному изучению влияния исходного жидкого навоза и его фракций на плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы был заложен в 2010 г. на опытном поле кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Тверской ГСХА.

Схема опыта включала варианты: 1-й контроль; 2-й и 3-й – исходный навоз от свиней, по содержанию азота соответственно N₁₀₀ и N₂₀₀; 4-й и 5-й – твердая фракция по N₁₀₀ и N₂₀₀; 6-й и 7-й – жидкая фракция по N₁₀₀ по N₂₀₀; 8-й и 9-й – исходный навоз N₁₀₀ и N₂₀₀ + солома; 10-й и 11-й – твердая фракция N₁₀₀ и N₂₀₀ + солома; 12-й и 13-й – жидкая фракция N₁₀₀ и N₂₀₀ + солома. Доза соломы составляла 4 т/га. Площадь опытной делянки составляла 4 м², повторность 4-кратная. Смещение делянки по повторениям в шахматном порядке.

Почва имела следующие агрохимические показатели: гумус – 2,20 %; pH_{сол} – 5,9; P₂O₅ – 240-250, K₂O – 96–102 мг/кг почвы, степень насыщенности основаниями – 79%, содержание физической глины 19,2%.

На опыте в первый год возделывали вико-овсяную смесь (сорт вики – Людмила; овеса – Буг), на второй год озимую рожь (сорт Татьяна). Агротехника культур соответствовала общепринятой для Нечерноземной зоны.

Результаты исследований. В табл. 2 представлены данные о влиянии исследуемых удобрений на содержание органического вещества почвы опытного участка. Рассчитана его прибавка в процентах и физической массе, выявлено формирование перегноя от 1 т. физической массы вносимых удобрений.

Таблица 2

Влияние удобрений на содержание органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы и его формирование от единицы массы удобрений, осень 2012 г.

| № варианта | Варианты опыта | Содержание. % | | 2012 г. к исходному | | Формирование органического вещества от 1 т физической массы удобрений |
|------------|--|---------------|---------|---------------------|------|---|
| | | 2011 г. | 2012 г. | % | т/га | |
| 1. | 1. Контроль | 2,10* | 2,10 | +0,01 | 0,27 | - |
| 2. | 2. Исходный навоз на N ₁₀₀ (153 т/га) | 2,21 | 2,20 | +0,11 | 2,97 | 19,4 |
| 3. | 3. Исходный навоз на N ₂₀₀ (306 т/га) | 2,28 | 2,29 | +0,20 | 5,4 | 17,6 |
| 4. | 4. Твердая фракция на N ₁₀₀ (15,1 т/га) | 2,23 | 2,24 | +0,15 | 4,05 | 268,2 |
| 5. | 5. Твердая фракция на N ₂₀₀ (30,2 т/га) | 2,30 | 2,28 | +0,19 | 5,13 | 169,9 |
| 6. | 6. Жидкая фракция на N ₁₀₀ (161 т/га) | 2,19 | 2,17 | +0,08 | 2,16 | 13,4 |
| 7. | 7. Жидкая фракция на N ₂₀₀ (322 т/га) | 2,26 | 2,25 | +0,16 | 4,32 | 13,4 |
| 8. | 8. Исходный навоз на N ₁₀₀ + солома (153+4 т/га) | 2,25 | 2,23 | +0,14 | 3,78 | 24,1 |
| 9. | 9. Исходный навоз на N ₂₀₀ + солома (306+4 т/га) | 2,32 | 2,30 | +0,21 | 5,67 | 18,3 |
| 10. | 10. Твердая фракция на N ₁₀₀ + солома (15,1+4 т/га) | 2,28 | 2,26 | +0,17 | 4,59 | 240,3 |
| 11. | 11. Твердая фракция на N ₂₀₀ + солома (30,2+4 т/га) | 2,34 | 2,34 | +0,25 | 6,75 | 197,4 |
| 12. | 12. Жидкая фракция на N ₁₀₀ + солома (161+4 т/га) | 2,23 | 2,21 | +0,12 | 3,24 | 19,6 |
| 13. | 13. Жидкая фракция на N ₂₀₀ + солома (322+4 т/га) | 2,29 | 2,28 | +0,19 | 5,13 | 15,7 |

* Исходное содержание органического вещества на опыте участка составляло 2,09%.

В конце первого года их действия в почве всех удобренных вариантов выявлена прибавка органического вещества. Практически одинаковой она оказалась на вариантах с исходным навозом и его жидкой фракцией. На фоне двойных доз навоза (N₂₀₀) прибавка была выше (0,16–0,18%) по сравнению с одинарными дозами (0,09–0,11%), относительно контроля. Заметно большей оказалась прибавка перегноя от твердой фракции навоза (0,13–0,20%). Внесение соломы совместно с исследуемыми фракциями навоза позволило увеличить накопление в почве органического вещества примерно на 0,03–0,05%.

В конце второго года трансформации удобрений в целом отмечено некоторое снижение содержания органического вещества в почве по отношению к первому году, хотя на отдельных вариантах этого не наблюдалось. Мы рассчитали прибавку органического вещества в почве конца 2012 г. по отношению к исходному содержанию. На контроле, ввиду возделывания однолетних культур, его количество осталось практически неизменным (0,01%). Максимальную прибавку обеспечила двойная доза удобрений, составив 0,16–0,20% от использования фракций в чистом виде и 0,19–0,25% при их внесении совместно с соломой.

Заслуживает внимания формирование в почве перегноя от 1 т физической массы исследуемых фракций свиного навоза. Меньше всего его образовалось от жидкой фракции (13,4 кг при внесении в чистом виде и 15,7–19,6 кг совместно с соломой), несколько больше от исходного навоза (17,6–24,1 кг). Однако гораздо выше оказалась окупаемость 1 т физической массы твердой фракции дополнительно сформированным органическим веществом (169,9–240,3 кг). Полученные данные свидетельствуют о том, что для наиболее заметного накопления в дерново-подзолистых почвах органического вещества в них целесообразно вносить твердую фракцию свиного навоза. При необходимости использования жидкой фракции это лучше всего делать совместно с соломой либо с жидкими органическими субстратами, способными достаточно быстро трансформироваться в почве.

Исследуемые фракции свиного навоза заметно улучшают групповой и фракционный состав органического вещества почвы (табл. 3). Исходный состав перегноя почвы опытного участка имел гуматно-фульватный тип, отношение ГК:ФК составляло 0,84. В составе фульвокислот на агрессивную фракцию 1а приходилось 6,2. За 2 года проведения исследований состав органического вещества на контрольных вариантах почти не изменился и сохранил свой исходный тип.

Таблица 3

Влияние удобрений на групповой и фракционный состав углерода органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0–20 см

| Вариант | С гк | | | | С фк | | | | | Сгк+ Сфк | Сгк/Сфк | С негидр. |
|--------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|-------------|---------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | Σ | 1а | 1 | 2 | 3 | Σ | | | |
| Исходные данные, осень 2010 г. | | | | | | | | | | | | |
| | 12,8 | 7,4 | 11,1 | 31,3 | 6,2 | 11,2 | 12,7 | 7,0 | 37,1 | 64,4 | 0,84 | 31,6 |
| Осень, 2011г. | | | | | | | | | | | | |
| 1. | 12,5 | 7,2 | 11,7 | 31,4 | 6,3 | 11,0 | 12,9 | 7,1 | 37,3 | 68,7 | 0,84 | 31,3 |
| 2. | 13,4 | 7,9 | 11,9 | 33,2 | 7,4 | 9,5 | 12,2 | 7,7 | 36,8 | 70,0 | 0,90 | 30,0 |
| 3. | 14,6 | 8,9 | 12,3 | 35,8 | 7,7 | 9,8 | 13,1 | 7,4 | 38,0 | 73,8 | 0,94 | 26,2 |
| 4. | 15,8 | 8,9 | 11,8 | 36,5 | 7,3 | 11,2 | 13,4 | 7,8 | 39,7 | 76,2 | 0,92 | 23,8 |
| 5. | 16,4 | 7,9 | 12,5 | 36,8 | 6,6 | 10,7 | 13,7 | 7,3 | 38,3 | 75,1 | 0,96 | 24,9 |
| 6. | 13,7 | 7,0 | 12,4 | 33,1 | 6,1 | 11,3 | 13,9 | 6,7 | 38,0 | 71,1 | 0,87 | 28,9 |
| 7. | 14,3 | 7,2 | 13,1 | 34,6 | 6,0 | 11,9 | 13,2 | 6,9 | 38,0 | 72,6 | 0,91 | 27,4 |
| 8. | 14,5 | 7,0 | 12,3 | 33,8 | 6,6 | 10,2 | 12,7 | 7,2 | 36,7 | 70,5 | 0,92 | 29,5 |
| 9. | 16,6 | 7,4 | 12,4 | 36,4 | 7,1 | 9,4 | 14,3 | 6,3 | 37,1 | 73,5 | 0,98 | 26,5 |
| 10. | 16,0 | 8,7 | 12,2 | 36,9 | 6,4 | 10,9 | 12,9 | 6,7 | 36,9 | 73,8 | 1,00 | 26,2 |
| 11. | 16,8 | 7,1 | 13,4 | 37,3 | 6,3 | 8,6 | 13,7 | 7,2 | 35,8 | 73,1 | 1,04 | 26,9 |
| 12. | 13,7 | 8,1 | 12,4 | 34,2 | 7,2 | 9,7 | 12,7 | 8,0 | 37,6 | 71,8 | 0,91 | 28,2 |
| 13. | 15,1 | 8,8 | 12,7 | 36,6 | 6,4 | 11,2 | 13,3 | 7,6 | 38,5 | 75,1 | 0,95 | 24,9 |
| Осень, 2012г. | | | | | | | | | | | | |
| 1. | 12,4 | 8,5 | 10,6 | 31,5 | 6,9 | 10,4 | 12,7 | 7,5 | 37,5 | 69,0 | 0,84 | 31,0 |
| 2. | 13,0 | 9,2 | 11,2 | 33,4 | 7,4 | 9,9 | 12,4 | 7,8 | 37,5 | 70,9 | 0,89 | 29,1 |
| 3. | 14,2 | 8,8 | 12,0 | 35,0 | 7,7 | 9,3 | 12,7 | 7,4 | 36,8 | 71,8 | 0,95 | 28,2 |
| 4. | 14,2 | 9,4 | 12,6 | 36,2 | 6,8 | 10,8 | 15,1 | 7,6 | 40,3 | 76,5 | 0,90 | 23,5 |
| 5. | 16,0 | 9,3 | 11,7 | 37,0 | 7,1 | 10,9 | 13,5 | 7,4 | 38,9 | 75,9 | 0,95 | 24,1 |
| 6. | 13,2 | 6,6 | 13,2 | 33,0 | 5,9 | 11,8 | 14,1 | 6,5 | 38,3 | 71,3 | 0,86 | 28,7 |
| 7. | 13,9 | 8,5 | 12,6 | 35,0 | 6,3 | 12,1 | 13,7 | 6,8 | 38,9 | 73,9 | 0,90 | 26,1 |
| 8. | 14,2 | 5,8 | 14,0 | 34,0 | 6,7 | 9,5 | 12,9 | 7,5 | 36,6 | 70,6 | 0,93 | 29,4 |
| 9. | 14,7 | 5,1 | 15,8 | 35,6 | 6,8 | 8,9 | 13,8 | 6,1 | 35,6 | 71,2 | 1,00 | 28,8 |
| 10. | 15,4 | 8,8 | 12,0 | 36,2 | 5,6 | 9,2 | 11,9 | 6,2 | 32,9 | 69,1 | 1,10 | 30,9 |
| 11. | 16,5 | 6,7 | 13,8 | 37,0 | 6,1 | 8,8 | 13,4 | 6,9 | 35,2 | 72,2 | 1,05 | 27,8 |
| 12. | 13,8 | 8,0 | 11,8 | 33,6 | 7,1 | 9,5 | 12,9 | 7,8 | 37,3 | 70,9 | 0,90 | 29,1 |
| 13. | 14,7 | 8,9 | 12,5 | 36,1 | 6,7 | 11,1 | 13,5 | 7,5 | 38,8 | 74,9 | 0,93 | 25,1 |

В первый год трансформации удобрений, на всех вариантах с ними выявлено увеличение содержания гуминовых кислот (ГК) в составе перегноя, составившее 1,7–5,9 %. Более заметным оно оказалось на вариантах с внесением твердой фракции навоза, как в чистом виде, так и совместно с соломой. Минимальное возрастание гуминовых кислот отмечено в почве с жидкой фракцией навоза. Из рассмотрения отдельных фракций гуминовых кислот видно, что увеличение в основном касается 1-й фракции – свободный или слабо связанный с минеральной частью почвы. Внесенные удобрения меньше повлияли на изменение количества фульвокислот (ФК). На ряде вариантов они, как и ГК, несколько возросли, однако их увеличение оказалось незначительным. Что касается динамики отдельных фракций ФК, то она была примерно везде одинаковой. В результате произошедших изменений в содержании гумусовых кислот в почве удобренных вариантов выявлено расши-

решение отношения ГК:ФК с 0,84 на контроле до 1,00–1,04 в почве с твердой фракцией навоза совместно с соломой. На фоне внесенных удобрений органическое вещество почвы приобретает четкую тенденцию своего изменения к фульватно-гуматному типу.

По итогам первого года трансформации фракций свиного навоза в почве как в чистом виде, так и совместно с соломой видно, что улучшение состава органического вещества произошло в основном за счет повышения 1-й фракции ГК. К сожалению, данная фракция не очень прочная, она подвержена процессам минерализации. Поэтому следовало ждать, что в последующий период она будет минерализоваться. Действительно, по результатам второго года трансформации удобрений можно отметить тенденцию в ее снижении по сравнению с первым годом. Это объясняется слабым закреплением данной фракции минеральной частью почвы.

Поскольку процентное количество ФК осталось почти без изменения, то также можно говорить лишь о тенденции в сужении отношения ГК:ФК.

Одним из показателей состава органического вещества почвы является содержание в нем негидролизованного остатка. В процессе окультуривания почв изменяется как относительное, так и абсолютное содержание негидролизованного остатка, который является стабильной частью гумуса. Увеличения негидролизованного остатка в проводимом нами опыте не выявлено. Это возможно связано с тем, что поступающие в почву в составе удобрений микроорганизмы подвергают разложению не только свежесформированные гумусовые соединения (ГК и ФК), но и негидролизующий остаток. Можно предположить, что сам негидролизующий остаток в дерново-подзолистых почвах представлен не очень устойчивыми фракциями гуминовых кислот из полугумифицированных веществ, подвергаемых минерализации.

Заключение. Таким образом, получаемые в процессе разделения исходного навоза твердая и жидкая фракции, а также сам исходный навоз существенно отличаются по химическому составу и в меньшей степени по выраженности реакции. Исследуемые фракции навоза обеспечивают накопление в почве органического вещества. Наиболее заметно это происходит при их совместном внесении с соломой. Формирование перегноя в почве от 1 т физической массы твердой фракции навоза в 15–19 раз превышает его образование от жидкой фракции.

Все фракции навоза благоприятно воздействуют на групповой и фракционный состав органического вещества почвы. Они обеспечивают дополнительное образование гуминовых кислот, что приводит к расширению отношения ГК:ФК с 0,81 до 1,04, в результате чего органическое вещество в значительной степени теряет фульватный характер. Однако

ввиду повышенной минерализации фракции 1 ГК уже на втором году трансформации удобрений в почве наблюдается тенденция возвращения состава почвенного перегноя к своему исходному состоянию. В результате подобных изменений, характерных для дерново-подзолистых почв, для поддержания как общего содержания перегноя в почве, так и его состава требуется регулярное внесение органических удобрений. Твердой фракции свиного навоза достаточно 15–30 т/га, при использовании жидкой фракции это должно быть 150–250 т /га.

Список литературы

1. Барановский И.Н., Сулягин В.П. Новые органические удобрения и биологические источники в земледелии Нечерноземья. Тверь: Агросфера, 2002. 146 с.
2. Мерзлая Г.Е. // Использование удобрений и биоресурсов в современном земледелии. Владимир:, 2002. С. 197-198.
3. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. / Министерство сельского хозяйства. М., 2010. 100 с.
4. Сычев В.Г. Тенденция изменения агрохимических показателей плодородия почв Европейской части России. М.: ЦИНАО, 2000. С. 33-35.
5. Чеботарев Н.Т., Булатова Н.В., Хомченко А.А. // Агротех. вестн. 2008. № 6. С. 34-35.

EFFECT OF FACTIONS PIG MANURE ON THE CONTENT AND COMPOSITION OF ORGANIC MATTER IN THE SOD-PODZOLIC

I.N. Baranovskiy, M.V. Babenko

Tver State Agricultural Academy

Department of Agricultural Chemistry, Soil Science and Agroecology

The results of studies on the effect of liquid and solid fractions of swine manure, made in pure form and in conjunction with straw on the content of organic matter and humus soil conditions. The greatest influence on the formation of humus in the soil has had a solid fraction of manure.

Keywords: *Organic matter, sod-podzolic soil fertility, humic compounds, liquid and solid fractions.*

Сведения об авторах:

БАРАНОВСКИЙ Иван Никитич – доктор с-х. наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии, Тверская ГСХА, e-mail: baranovskiy-i@mail.ru.

БАБЕНКО Михаил Владимирович – аспирант, Тверская ГСХА, e-mail: babenko_87@inbox.ru