

УДК: 631.4+631.8

## **ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИЙ СВИНОГО НАВОЗА НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОГО ЗВЕНА СЕВООБОРОТА**

**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 со свинокомплекса ЗАО «Заволжское», внесенных в чистом виде и совместно с соломой, на питательный режим дерново-подзолистой супесчаной почвы и продуктивность зернотравяного звена севооборота.

**Ключевые слова:** *питательный режим, дерново-подзолистая почва, плодородие, продуктивность сельскохозяйственных культур, элементы питания, жидкая и твердая фракции.*

В Российской Федерации дерново-подзолистые почвы занимают более 17 млн. га пахотных земель [3]. На территории Тверской области их доля составляет около 90 %. Для данного типа почв характерен низкий уровень природного плодородия, промывной тип водного режима, недостаточное содержание усвояемых соединений питательных веществ, повышенная кислотность и слабая гумусированность, неблагоприятные физико-химические и биологические свойства [1; 4]. С целью поддержания на дерново-подзолистых почвах необходимого уровня плодородия и ведения на них прибыльного земледелия требуется применение комплексных агрохимических средств [2], прежде всего внесение органических удобрений. Ценность последних состоит в том, что помимо макроэлементов они содержат микроэлементы, обогащают почву микрофлорой, снижают ее кислотность, потребление элементов питания из них в течение всего вегетационного периода происходит более равномерно.

Использование необходимых доз органических удобрений – мероприятие весьма затратное. Поэтому многие сельскохозяйственные предприятия АПК страны в настоящее время не способны позволить себе их применение в требуемом объеме. Во многом это связано с тем, что за последние годы произошло резкое сокращение численности поголовья скота и соответственно снизился выход навоза.

В то же время на современных крупных агрофирмах животноводческого направления ежегодно накапливается очень большое количество так называемого органического сырья в виде бесподстильного навоза. Для них возникает проблема его утилизации, поскольку использовать только на собственных земельных площадях не представляется

возможным. Бесподстилочный навоз рациональнее перерабатывать, разделяя его на отдельные фракции, что позволяет уменьшить потери в процессе внесения в почву и соответственно снизить экологическую нагрузку на природную среду. Одним из предприятий, где внедрена голландская технология утилизации получаемого органического сырья от свиней, является ЗАО «Заволжское». Жидкий навоз от свинарников поступает на сепаратор, где разделяется на твердую и жидкую фракции.

Твердая фракция идеально подходит для ее компостирования в чистом виде, и она быстро реализуется на рынке органических удобрений. Жидкая фракция из сепаратора перекачивается в лагуны (навозо-накопители). В них происходит ее дегельминтизация путем выдерживания в течение 6 месяцев в весенне-летний период и 8 месяцев в осенне-зимний. Выход твердой фракции от исходного навоза составляет около 8 %, остальная часть приходится на жидкую фракцию. Обычно возникают затруднения в использовании жидкой фракции, поскольку она накапливается в больших объемах и неудобна для транспортировки потенциальным потребителям.

**Методика исследования:** В 2010 году на опытном поле кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Тверской ГСХА был заложен полевой опыт по изучению влияния различных фракций свиного навоза на плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы и продуктивность зернотравяного звена севооборота.

Схема опыта включала следующие варианты: 1-й контроль (без удобрений); 2–13 – варианты, на них вносились разные дозы исходного навоза (поступающего непосредственно со свинокомплекса), а также жидкая и твердая фракции, полученные после сепарирования, как в чистом виде, так и совместно с соломой. Дозы навоза выравнивали по содержанию в них азота –  $N_{100}$  и  $N_{200}$ . Площадь опытной делянки составляла 6 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. Смещение делянки по повторениям – в шахматном порядке. На опыте в первый год возделывали вико-овсяную смесь, на второй год – озимую рожь и на третий год – ячмень. Почва имела следующие агрохимические показатели: гумус – 2,20 %;  $pH_{\text{сол}}$  – 5,9;  $P_2O_5$  – 240-250,  $K_2O$  – 96-102 мг/кг почвы, степень насыщенности основаниями 79 %, содержание физической глины 19,2 %. Для определения питательного режима в течение вегетационного периода три раза отбирались почвенные образцы, которые подвергались соответствующим анализам.

### Результаты исследований

При закладке опыта мы определяли химический состав исходного и полученных при сепарировании фракций навоза (табл. 1). Представленные данные свидетельствуют, что по исследуемым элементам питания растений, содержанию органического вещества, зольности, все фракции заметно отличались между собой.

Таблица 1

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

Фракции навоза	Влажность, %	pH <sub>сол</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	C <sub>орг. в-ва</sub>	Зольность, %
Исходный навоз	98,3	8,20	<u>3,83</u> 0,65	<u>4,04</u> 0,69	<u>6,30</u> 1,07	37,10	24,07
Жидкая	98,6	8,07	<u>4,42</u> 0,62	<u>3,95</u> 0,55	<u>9,24</u> 1,29	35,10	29,97
Твердая	57,1	8,10	<u>1,54</u> 6,60	<u>1,20</u> 5,14	<u>0,23</u> 0,97	46,57	6,85

Усредненные показатели содержания подвижных форм азота, фосфора и калия в перегнойном слое почвы опытного участка по годам исследований представлены в табл. 2,3,4.

В первый год трансформации удобрений отмечено увеличение подвижных форм всех исследуемых макроэлементов. Максимально возрастание имело место на двойных дозах удобрений. Больше всего аммиачного азота обеспечила двойная доза твердой фракции в чистом виде – 12,7 мг/кг почвы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние различных фракций свиного навоза на питательный режим дерново-подзолистой почвы в среднем за вегетационный период 2011 г., мг/кг почвы

Вариант опыта	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Контроль	6,0	6,4	201,3	159,0
2. Исходный навоз на N <sub>100</sub> (153,8 т/га)	8,8	8,6	212,7	198,0
3. Исходный навоз на N <sub>200</sub> (307,6 т/га)	9,8	12,0	219,7	204,0
4. Твердая фракция на N <sub>100</sub> (15,2 т/га)	10,8	13,4	213,7	168,0
5. Твердая фракция на N <sub>200</sub> (30,4 т/га)	12,7	15,6	221,0	175,7
6. Жидкая фракция на N <sub>100</sub> (161,2 т/га)	9,3	7,6	210,3	186,0
7. Жидкая фракция на N <sub>200</sub> (322,4 т/га)	11,7	9,1	227,0	205,0
8. Исходный навоз на N <sub>100</sub> (153,8 т/га) + солома (4 т/га)	10,1	8,1	226,7	196,0
9. Исходный навоз на N <sub>200</sub> (307,6 т/га) + солома (4 т/га)	11,4	9,2	235,0	208,7
10. Твердая фракция на N <sub>100</sub> (15,2 т/га) + солома (4 т/га)	8,9	10,9	220,7	169,0
11. Твердая фракция на N <sub>200</sub> (30,4 т/га) + солома (4 т/га)	10,2	12,8	234,0	188,7
12. Жидкая фракция на N <sub>100</sub> (161,2 т/га) + солома (4 т/га)	8,5	7,7	210,3	195,0
13. Жидкая фракция на N <sub>200</sub> (322,4 т/га) + солома (4 т/га)	9,4	8,4	217,7	205,0

Что касается нитратной формы, то максимальное количество ее выявлено на вариантах с одинарной и двойной дозой твердой фракции в чистом виде – 13,4-15,6 мг/кг почвы. Значительное увеличение содержания подвижного фосфора и обменного калия прослеживалось на двойных дозах жидкой фракции и исходного навоза – 227,0–235,0 и 205–208,7 мг/кг почвы соответственно.

В первый год после внесения удобрений на всех удобренных вариантах также наблюдалась тенденция увеличения содержания элементов питания по сравнению с контрольным вариантом (табл. 3). Количе-

ство аммиачного азота по сравнению с вегетационным периодом 2011 года, возросло на 9,5–17,0 мг/кг почвы. Это может быть связано с продолжительным благоприятным осенне-весенним периодом трансформации органического вещества без использования полученных соединений азота растениями и устойчивостью аммиачной формы азота к вымыванию из пахотного слоя в нижележащие горизонты. Аналогично предыдущему году, максимальное содержание нитратной формы азота оказалось на вариантах с двойными дозами твердой фракции 5,7–6,8 мг/кг почвы. Двойные дозы твердой фракции способствовали большему накоплению подвижного фосфора среди удобренных вариантов – 208,0–221,0 мг/кг почвы. Применительно к обменному калию больше всего его выявлено на делянке с двойной дозой твердой фракции совместно с соломой – 192,3 мг/кг почвы.

Т а б л и ц а 3

Влияние различных фракций свиного навоза на питательный режим дерново-подзолистой почвы в среднем за вегетационный период 2012 г., мг/кг почвы

Вариант опыта	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
1. Контроль	13,3	4,1	189,3	137,3
2. Исходный навоз на $\text{N}_{100}$ (153,8 т/га)	18,5	5,2	198,7	173,3
3. Исходный навоз на $\text{N}_{200}$ (307,6 т/га)	20,7	5,7	205,3	183,0
4. Твердая фракция на $\text{N}_{100}$ (15,2 т/га)	20,5	4,9	200,7	159,7
5. Твердая фракция на $\text{N}_{200}$ (30,4 т/га)	25,0	5,9	208,0	167,7
6. Жидкая фракция на $\text{N}_{100}$ (161,2 т/га)	18,6	4,7	197,0	162,3
7. Жидкая фракция на $\text{N}_{200}$ (322,4 т/га)	22,7	5,5	213,0	178,3
8. Исходный навоз на $\text{N}_{100}$ (153,8 т/га) + солома (4 т/га)	27,8	5,6	211,3	176,7
9. Исходный навоз на $\text{N}_{200}$ (307,6 т/га) + солома (4 т/га)	29,6	6,5	215,3	185,7
10. Твердая фракция на $\text{N}_{100}$ (15,2 т/га) + солома (4 т/га)	22,3	5,0	210,0	174,3
11. Твердая фракция на $\text{N}_{200}$ (30,4 т/га) + солома (4 т/га)	29,7	6,8	221,0	192,3
12. Жидкая фракция на $\text{N}_{100}$ (161,2 т/га) + солома (4 т/га)	20,0	5,4	202,7	179,3
13. Жидкая фракция на $\text{N}_{200}$ (322,4 т/га) + солома (4 т/га)	25,3	6,3	208,3	187,3

Во второй год последствий удобрений (табл. 4) наблюдалось снижение аммиачной формы азота (9,7–17,1 мг/кг почвы) и повышение его нитратной формы (4,0–4,1 мг/кг почвы). Данные изменения связаны в основном с температурным режимом и количеством выпадавших осадков. Выявлено увеличение подвижных форм фосфора, что, по видимому, связано с его мобилизацией из почвенных запасов. В свое время на опытном участке проводилось фосфоритование почвы и лишь спустя 25 лет фосфор фосфоритной муки начал приобретать свою подвижность под действием внесенного навоза. Более высокое содержание

обменного калия выявлено на вариантах с двойной дозой жидкой фракции свиного навоза (160–180 мг/кг почвы).

Т а б л и ц а 4

Влияние различных фракций свиного навоза на питательный режим дерново-подзолистой почвы в среднем за вегетационный период 2013 г., мг/кг почвы

Вариант опыта	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Контроль	8,0	8,6	197,3	141,7
2. Исходный навоз на N <sub>100</sub> (153,8 т/га)	8,8	9,8	214,0	153,3
3. Исходный навоз на N <sub>200</sub> (307,6 т/га)	10,7	10,5	226,0	164,0
4. Твердая фракция на N <sub>100</sub> (15,2 т/га)	9,3	10,0	208,0	146,0
5. Твердая фракция на N <sub>200</sub> (30,4 т/га)	10,5	10,8	216,7	156,3
6. Жидкая фракция на N <sub>100</sub> (161,2 т/га)	9,8	9,0	208,0	160,7
7. Жидкая фракция на N <sub>200</sub> (322,4 т/га)	10,1	9,7	214,7	168,0
8. Исходный навоз на N <sub>100</sub> (153,8 т/га) + солома (4 т/га)	11,3	10,2	221,3	162,3
9. Исходный навоз на N <sub>200</sub> (307,6 т/га) + солома (4 т/га)	12,6	10,6	229,3	170,0
10. Твердая фракция на N <sub>100</sub> (15,2 т/га) + солома (4 т/га)	10,4	10,3	212,7	153,0
11. Твердая фракция на N <sub>200</sub> (30,4 т/га) + солома (4 т/га)	11,9	10,6	223,3	166,0
12. Жидкая фракция на N <sub>100</sub> (161,2 т/га) + солома (4 т/га)	10,3	9,2	212,3	158,0
13. Жидкая фракция на N <sub>200</sub> (322,4 т/га) + солома (4 т/га)	11,4	10,6	219,0	175,0

Все фракции свиного навоза обеспечили существенную прибавку урожайности возделываемых в опыте культур по отношению к контролю (табл. 5). В первый год их трансформации наиболее высокую прибавку урожая однолетних трав (74 ц/га з.м. или 10,4 ц/га зерн. ед.) обеспечила двойная доза жидкой фракции навоза, в которой питательные вещества содержатся в растворенной форме.

Таблица 5

Влияние различных фракций свиного навоза на урожайность зернотравяного звена севооборота, 2011-2013 гг.

Вариант опыта	Урожайность						В среднем за 3 года, ц/га зерн. ед.	± к контролю	
	Вико-овес, 2011 г.		Озимая рожь, 2012 г.		Ячмень, 2013 г.			ц/га зерн. ед.	%
	ц/га физ. масса	ц/га зерн. ед.	ц/га физ. масса	ц/га зерн. ед.	ц/га физ. масса	ц/га зерн. ед.			
1. Контроль	120,0	16,8	30,1	30,1	18,0	18,0	21,6	-	-
2. Исходный навоз на N <sub>100</sub> (153,8 т/га)	160,0	22,4	36,6	36,6	23,9	23,9	27,6	6,0	27,8
3. Исходный навоз на N <sub>200</sub> (307,6 т/га)	189,0	26,5	39,1	39,1	26,0	26,0	30,5	8,9	41,1
4. Твердая фракция на N <sub>100</sub> (15,2 т/га)	147,0	20,6	38,6	38,6	25,0	25,0	28,1	6,4	29,7
5. Твердая фракция на N <sub>200</sub> (30,4 т/га)	167,0	23,4	44,5	44,5	30,7	30,7	32,9	11,2	51,9
6. Жидкая фракция на N <sub>100</sub> (161,2 т/га)	180,0	25,2	35,2	35,2	22,9	22,9	27,8	6,1	28,4
7. Жидкая фракция на N <sub>200</sub> (322,4 т/га)	194,0	27,2	40,3	40,3	27,4	27,4	31,6	10,0	46,2
8. Исходный навоз на N <sub>100</sub> (153,8 т/га) + солома (4 т/га)	157,0	22,0	38,3	38,3	25,6	25,6	28,6	7,0	32,3
9. Исходный навоз на N <sub>200</sub> (307,6 т/га) + солома (4 т/га)	179,0	25,1	40,2	40,2	27,0	27,0	30,8	9,1	42,2
10. Твердая фракция на N <sub>100</sub> (15,2 т/га) + солома (4 т/га)	141,0	19,7	41,4	41,4	28,5	28,5	29,9	8,3	38,1
11. Твердая фракция на N <sub>200</sub> (30,4 т/га) + солома (4 т/га)	157,0	22,0	45,1	45,1	31,5	31,5	32,9	11,2	51,9
12. Жидкая фракция на N <sub>100</sub> (161,2 т/га) + солома (4 т/га)	172,0	24,1	36,7	36,7	24,2	24,2	28,3	6,7	31,0
13. Жидкая фракция на N <sub>200</sub> (322,4 т/га) + солома (4 т/га)	189,0	26,5	41,5	41,5	28,1	28,1	32,0	10,4	48,0
НСР <sub>0,5</sub>	16,3	-	2,0	-	1,7	-	-	-	-

Но уже на следующий год в большей степени проявил удобрительные действия вариант с двойной дозой твердой фракции совместно с соломой (15,0 ц/га зерн. ед.), обеспечив максимальную урожайность озимой ржи по сравнению с аналогичными вариантами по азоту без ее внесения.

Во второй год последствия удобрений наибольшая урожайность ячменя получена на варианте с использованием твердой фракции в двойной дозе с внесением соломы (31,5 ц/га, прибавка составила 13,5 ц/га зерн. ед.).

В среднем за три года проведения опыта самая высокая урожайность отмечена на вариантах с двойными дозами (совместно с использованием соломы) твердой (32,9 ц/га зерн. ед.) и жидкой (32,0 ц/га зерн. ед.) фракций свиного навоза. Каждая из полученных фракций сепарированного навоза оказалась эффективнее его исходного состояния.

Получаемые в процессе разделения исходного навоза твердая и жидкая фракции, а также сам исходный навоз существенно отличаются между собой по химическому составу и в меньшей степени – по выраженности реакции. Исследуемые фракции навоза обеспечивают накопление в дерново-подзолистой почве доступных форм элементов питания. В среднем за три года содержание аммиачного азота по отношению к контролю возросло на 2,9-8,8 мг/кг почвы; нитратного – на 0,7-4,4; подвижного фосфора – на 9,1-30,6 и обменного калия – на 11,9-43,1 мг/кг почвы. Исследуемые фракции свиного навоза в разных дозах и сочетаниях позволили получить прибавку урожая в зернотравяном звене севооборота в пределах 6,0-11,2 ц/га зерн. ед., при урожайности на контроле 21,6 ц/га зерн. ед. Таким образом, осуществляемое на современных животноводческих комплексах разделение исходного навоза от животных на твердую и жидкую фракции способствует улучшению условий работы по внесению их в почву имеющимися машинами и механизмами, а также способствует снижению загрязнения окружающей природной среды. Получаемые фракции не уступают исходному навозу по своему влиянию на урожайность сельскохозяйственных культур.

#### Список литературы

1. Барановский И.Н., Дроздов И.А. Сапрпель в плодородии дерново-подзолистых почв. Тверь.: ТГСХА, 2012. 150 с.
2. Барановский И.Н., Павлоцкий А.В. // Плодородие. 2010. № 6. С. 24–26.
3. Гомонова Н.Ф. Эколого-агрохимические функции удобрений при их длительном применении (50 лет) в агроценозе на дерново-подзолистой почве: автореф. дис...д-ра биол. наук. М.: 2010. 46 с.
4. Ковалев Н.Г., Барановский И.Н. // Высокоэффективные системы использования органических удобрений и возобновляемых биологических ресурсов: сб. науч. тр. М.: Россельхозакадемия ГНУ ВНИИОУ. 2012. С. 69–76.

**INFLUENCE ON THE FRACTIONS PIG MANURE NUTRIENT  
REGIME OF SOD-PODZOLIC SOILS AND EFFICIENCY  
ZERNOTRAVJANOGO CROP ROTATION LINKS**

**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 from the pig farm of "Zavolzhskoye" made in pure form and in conjunction with straw on the nutrient status of sod-podzolic sandy loam soil and crop rotation productivity zernotravjanogo link.

**Keywords:** Feeding mode, sod-podzolic soil fertility, crop productivity, batteries, liquid and solid fractions.

*Об авторах:*

БАРАНОВСКИЙ Иван Никитич – доктор сельскохозяйственных 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