

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ

**В.В. Окорков, д.с.-х.н., И.В. Семин, Владимирский НИИСХ**

Показано влияние различных систем удобрения на продуктивность культур севооборота на почве Владимирского ополя. Установлено достоверное повышение его продуктивности от полного минерального удобрения, от органических удобрений и от их сочетания с NK и NPK. В благоприятном году расход влаги в весенне-летний период на создание 1 ц зерна озимой пшеницы варьировал от 4,9 до 5,5 мм, а в неблагоприятном году для ячменя – от 10,9 до 17,4 мм. За 3 года по сравнению с органоминеральными и минеральными удобрениями окупаемость единицы д.в. органических удобрений прибавкой урожая составляла 46-52 %, увеличение сбора сырого белка – 27-59 %.

**Ключевые слова:** серая лесная почва, системы удобрения, урожайность зерновых культур, сбор сырого белка, окупаемость удобрений.

Из-за сокращения поголовья крупного рогатого скота и развития птицеводства широкомасштабное использование птичьего помета в сельскохозяйственном производстве приобрело особую актуальность. Установлено [1-3], что эффективность одних органических удобрений на серых лесных почвах может быть в 2 раза более низкой, чем эквивалентных доз минеральных удобрений, а их сочетание может повысить окупаемость местных удобрений. Из-за значительного варьирования агрохимического состава органогенных отходов их

эффективность может меняться в широких пределах [4] и зависеть от вида удобрений.

Цель исследований – провести сравнительное изучение минеральной, органической и органоминеральной систем удобрения на основе навоза КРС и помета птицы и установить их влияние на продуктивность зерновых культур.

**Методика.** Опыт был заложен в 2011 г. на участке чистого пара на серых лесных почвах. В звене севооборота: 1- чистый пар, 2 – озимая пшеница, 3 – ячмень, 4 – овес изучали влияние систем удобрения на его продуктивность.

В качестве местных органических удобрений использовали навоз КРС, помет кур и гусей предприятий района. Дозы органических удобрений рассчитывали исходя из внесения азота 200 кг/га. Они составили: навоз КРС – 28 и 14 т/га, соответственно, в вариантах с полными и половинными дозами; куриный помет, соответственно 29 и 15 т/га, гусиный помет – 50 т/га.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, простой суперфосфат и калийную соль. Органические удобрения под озимую пшеницу вносили в чистый пар под вспашку, фосфорно-калийные – под основную обработку почвы, азотные – весной в подкормку отрастающей озимой пшеницы и под культивацию перед посевом ячменя и овса.

### Система удобрения

#### *Озимая пшеница (2012 г.)*

1. Контроль
2. N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
3. N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>
4. Навоз КРС, 28 т/га
5. Навоз, 28 т/га + N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
6. Навоз, 14 т/га + N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
7. Помет кур, 29 т/га
8. Помет, 29 т/га + N<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
9. Помет, 15 т/га + N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
10. Помет гусей, 50 т/га
11. Помет, 50 т/га + N<sub>40</sub>K<sub>40</sub>

#### *Ячмень (2013 г.), овес (2014 г.)*

1. Контроль
2. N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
3. N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>
4. Последствие навоза КРС, 28 т/га
5. >> навоза, 28 т/га + N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
6. >> навоза, 14 т/га + N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
7. >> помета кур, 29 т/га
8. >> помета, 29 т/га + N<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
9. >> помета, 15 т/га + N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>
10. >> помета гусей, 50 т/га
11. >> помета, 50 т/га + N<sub>40</sub>K<sub>40</sub>

Повторность опыта 4-кратная. Расположение делянок рендомизированное. Площадь делянки 50 м<sup>2</sup> (5 м x 10 м). Отбор, подготовка и анализ почвенных и растительных образцов проводили по общепринятым методикам.

Температура воздуха в 2012 г. в течение весенне-летнего вегетационного периода озимой пшеницы была близка к среднемноголетним значениям. Во второй и третьей декадах мая осадков выпало меньше, чем по среднемноголетним данным, однако недостаток их активно отрастающие растения компенсировали за счет использования запасов накопленной за зиму почвенной влаги, в том числе из слоев почвы глубже 40 см. За первые 2 декады июня выпала основная масса летних осадков. Однако в третьей декаде июня – первой декаде июля эффективные осадки отсутствовали, что привело к ускорению созревания и снижению выполненности зерна. В целом условия увлажнения обеспечили получение урожая зерна озимой пшеницы более 45 ц/га. Расход влаги на создание 1 ц зерна был невысоким (4,9-5,5 мм).

При запоздалой весне в 2013 г. средние температуры воздуха с мая по вторую декаду июля были выше на 3–5 °С. В первой декаде мая выпало недостаточное количество осадков (39 % от нормы), во второй – близкое к норме (114 %), а в третьей – в 3,6 раза выше. Кроме того, из-за обильно выпавших осадков в осенний период 2012 г. образовавшиеся нитраты активно вымывались из слоя почвы 0-40 см в более глубокие слои. В вариантах контроля и применения только органи-

ческих удобрений у зерновых культур в ранний период вегетации ощущался острый недостаток азота, что сдерживало кущение ячменя и закладку репродуктивных органов. Даже в вариантах с внесением азотных удобрений под культивацию обильные осадки третьей декады мая вызвали перемещение значительной части нитратного азота глубже 40 см, что привело к абсолютному снижению эффективности удобрений. За первую декаду и 9 дней второй декады июля сумма осадков составила, соответственно, 10,0 и 5,9 мм, т. е. они были малоэффективны. И лишь 20 июля количество осадков составило 16,4 мм. Отсутствие эффективных осадков в первой и второй декадах июля отрицательно влияло на формирование зерновок ячменя, вело к росту числа непродуктивных стеблей (около 20 % от общего количества); наблюдалось поражение растений листовой и стеблевой ржавчиной. Это привело к снижению его урожайности в 2 раза по сравнению с многолетними данными. Из-за низкого урожая ячменя использование влаги из слоя почвы 40-100 см в первой и второй декадах июля было невысоким (22–30 мм). Лишь при применении двойной дозы NPK оно достигало 49 мм. Однако, из-за большого числа непродуктивных стеблей это не обеспечило получение высокого урожая зерна ячменя и в этом варианте. В неблагоприятных условиях 2013 г. расход влаги на создание 1 ц зерна в удобренных вариантах составил 10,9–12,6 мм, на контроле – 17,4 мм.

Весна в 2014 г. была ранней. В апреле выпало 13,8 мм осадков, что составило около 40 % их количества за этот период. В первой декаде мая выпало 28,8 мм осадков (61 % месячной нормы). Во второй и третьей декадах мая эффективные осадки отсутствовали. Лишь в конце первой декады июня выпавшие обильные осадки (26,4 мм) в фазе трубкования – начала выметывания овса обеспечили образование вторичной корневой системы и подгона. В более поздние фазы роста и развития овса осадки выпадали относительно равномерно. Vegetацию этой культуры ускорило поражение стеблевой и листовой ржавчиной. В июле хорошо развитые растения овса активно использовали влагу из подпахотных горизонтов, в контрольном варианте из слоя почвы 40-100 см – 28,2 мм, в удобренных – 42,9-66,7 мм. В удобренных вариантах расход влаги на создание 1 ц зерн. ед. у овса варьировал от 7,5 до 8,2 мм, на контроле составил 9,5 мм.

Урожайность зерна озимой пшеницы в 2012 г. (табл. 1) по сравнению с контролем при применении всех удобрений увеличилась с 47,0 до 55,6 ц/га. Одинарная доза минеральных удобрений повысила ее до 55,6 ц/га, а двойная доза не имела преимуществ из-за более интенсивного полегания. От навоза КРС урожайность культуры возрастала до 51,0 ц/га, от сочетания разных доз этого удобрения с одинарной дозой NPK наблюдалась лишь тенденция к дальнейшему её повышению. Близкие закономерности отмечены и от разных способов

применения куриного помета. Использование гусиного помета обеспечило достоверную прибавку урожая по сравнению не только с контролем, но и с навозом КРС и пометом кур. На делянках с гусиным пометом полностью отсутствовало полегание озимых. На озимой пшенице при сравнительно благоприятных погодных условиях прибавка урожая варьировала от 8,5 до 18,3 %.

При неблагоприятных погодных условиях 2013 г. при применении удобрений достоверные прибавки урожая зерна ячменя варьировали от 2,8 до 10,5 ц/га. Они составили 15,6-58,3 % от контроля. Одинарная доза полного минерального удобрения повысила урожайность ячменя на 7,4 ц/га, или на 41 %. От внесения двойной дозы NPK дальнейшего достоверного роста урожайности этой культуры не наблюдалось (прибавка составила 9,4 ц/га, или 52 %). От последствия навоза КРС и помета кур относительный прирост урожая составлял, соответственно, 29,4 и 26,1 %. Последствие помета гусей было несколько ниже – 15,6 %. Органоминеральные удобрения обеспечили достоверное повышение урожая по сравнению с одними органическими. Сочетание разных доз навоза КРС и куриного помета с одинарной дозой NPK или NK обеспечивало урожайность зерна ячменя на уровне двойной дозы NPK, а помета гусей с NK – на уровне применения одинарной дозы NPK.

1. Влияние удобрений на урожайность культур севооборота

Вариант опыта	Урожайность, ц зерн. ед/га			Средняя урожайность	Средняя прибавка	Сумма питательных веществ	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг зерн. ед.
	Озимая пшеница, 2012 г.	Ячмень, 2013 г.	Овес, 2014г.	ц/га			
1. Контроль	47,0	18,0	28,0	31,0	-	-	-
2. NPK	55,6	25,4	38,0	39,7	8,7	3,6	7,2
3. 2 NPK	53,8	27,4	41,4	40,9	9,9	7,2	4,1
4. Навоз КРС, 28 т/га	51,0	23,3	31,3	35,2	4,2	4,9	2,6
5. Н. КРС, 28 т/га + NPK	53,3	28,5	38,1	40,0	9,0	8,5	3,2
6. Н. КРС, 14 т/га +NPK	53,3	27,2	35,4	38,6	7,6	6,0	3,8
7. Помет кур, 29 т/га	51,5	22,7	31,7	35,3	4,3	5,1	2,5
8. П. кур, 29 т/га + NK	53,0	28,2	37,4	39,5	8,5	7,5	3,4
9. П. кур, 15 т/га+ NPK	54,3	28,5	36,8	39,9	8,9	6,2	4,3
10. Помет гусей, 50 т/га	55,2	20,8	31,7	35,9	4,9	7,1	2,1
11. П. гусей, 50 т/га + NK	52,7	25,1	39,4	39,1	8,1	9,5	2,6
НСР <sub>05</sub> , ц/га	3,7	2,2	3,2	3,0			

В 2014 г. в контрольном варианте урожайность овса составила 28,0 ц з.е/га (35 ц/га зерна овса). По сравнению с контролем от действия одинарной дозы NPK урожайность повысилась до 38 ц зерн. ед/га (на 36 %), от двойной дозы NPK – до 41,4 (на 48 %). Прибавка от последствия навоза КРС, помета кур и гусей составила, соответственно, 3,3 ц зерн. ед/га (12 %), 3,7 (13 %) и 3,7 ц зерн. ед/га (13 %). Сочетание последствия разных доз органических удобрений с полным минеральным и азотно-калийными удобрениями обеспечило по сравнению с контролем повышение урожайности до уровня применения одинарной дозы полного минерального удобрения.

За 3 года средняя прибавка продуктивности звена севооборота от одинарной дозы NPK составила 8,7 ц зерн. ед/га (28 %), от двойной дозы его – 9,9 (32 %), органических удобрений – 4,2-4,9 (13,5-15,8 %), сочетания органических удобрений с минеральными – 7,6-9,0 ц зерн. ед/га (24-29 %).

Окупаемость 1 кг д.в. удобрений была наиболее высокой при внесении одинарной дозы NPK (7,2 кг зерн. ед./кг д.в. Для двойной дозы NPK она снизилась до 4,1 кг зерн. ед./кг д.в. Минимальной она была для одних органических удобрений (2,1-2,6 кг зерн. ед./кг д.в.), промежуточной (2,6-4,3) – для сочетания органических удобрений с минеральными.

За 3 года взаимосвязь между окупаемостью 1 кг д.в. удобрений (у, кг зерн. ед./кг д.в.) и суммой питательных веществ за звено севооборота (х, ц д.в.) для вариантов с полным минеральным удобрением и сочетанием их с органическими подчинялась уравнению линейной регрессии (ур. 1, рис.):

$$y = 9,09 - 0,722x, n = 7, r = 0,928, r^2 = 0,862. \quad (1)$$

Такие взаимосвязи установлены одним из авторов ранее [5]. Более низкая окупаемость 1 кг д.в. получена для близких доз питательных веществ навоза (2,6 кг зерн. ед./кг д.в. по сравнению с теоретической величиной 5,6 при 4,9 ц д.в/га, рис.) и помета кур (2,5 – против теоретической 5,2 при 5,1 ц д.в/га). При увеличении суммы питательных веществ в гусином помете (до 7,1 ц д.в/га) происходило снижение как фактической (до 2,1 кг зерн. ед./кг д.в.) величины окупаемости, так и теоретической (до 4,0 кг зерн. ед./кг д.в.), рассчитанной по уравнению линейной регрессии (1).

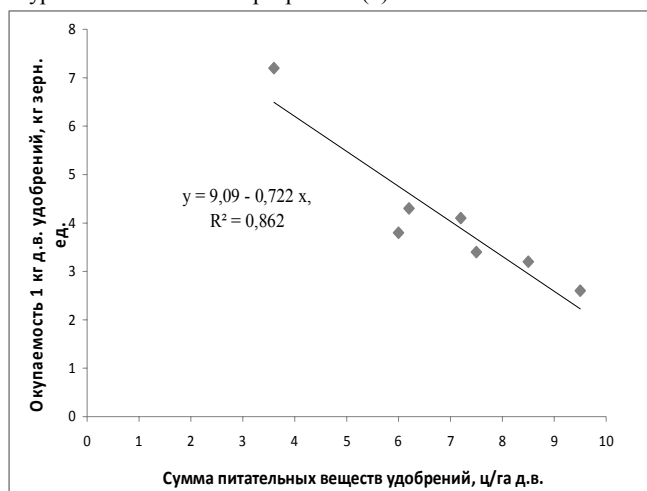


Рис. Взаимосвязь окупаемости 1 кг д.в. удобрений прибавкой зерна (зерн. ед.) за вено севооборота от суммы питательных веществ в вариантах минеральной и органоминеральной систем удобрения

Соотношение между фактической и теоретической величинами окупаемости единицы питательных веществ в органических удобрениях (табл. 2) показало, что окупаемость 1 кг д.в. органических удобрений колебалась от 46 до 52 % окупаемости 1 кг питательных веществ полного минерального удобрения и сочетания его с органическими.

## 2. Соотношение между теоретической и фактической окупаемостью органических удобрений за вено севооборота

Показатель	Органические удобрения		
	навоз крупного рогатого скота	куриный помет	гусиный помет
Фактическая окупаемость 1 кг д.в. органических удобрений прибавкой урожая, кг зерн. ед.	2,6	2,5	2,1
Теоретическая окупаемость 1 кг д.в. органических удобрений прибавкой урожая, кг зерн. ед.	5,6	5,2	4,0
Отношение фактической окупаемости к теоретической	0,46	0,48	0,52

Хотя окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая в вариантах применения полного минерального удобрения и его сочетания с органическими при одинаковых дозах внесения питательных веществ за 3 года была примерно в 2 раза более высокой, чем при применении одних органических удобрений, размеры прибавок урожая в вариантах внесения одинарной дозы NPK и сочетания ее с органическими удобрениями были близкими (табл. 1). Поэтому проведено сравнение окупаемости различных систем удобрения по сбору сырого белка зерном возделываемых культур (табл. 3).

## 3. Влияние удобрений на сбор сырого белка зерновой продукцией культур звена севооборота, кг/га

Вариант опыта	Сбор сырого белка			Суммарный сбор сырого белка (с.б.)	Увеличение сбора сырого белка	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений сырым белком, кг
	озимой пшеницей, 2012 г.	ячменем, 2013 г.	овсом, 2014 г.			
1. Контроль	525,0	202,4	403,0	1130,4	-	-
2. NPK	690,8	266,2	535,8	1492,8	362,4	1,01
3. 2 NPK	769,5	331,2	630,4	1731,1	600,7	0,83
4. Навоз КРС, 28 т/га	689,1	262,8	436,6	1388,5	258,1	0,53
5. Навоз, 28 т/га + NPK	747,3	310,1	580,8	1638,2	507,8	0,60
6. Навоз, 14 т/га + NPK	729,0	314,6	517,6	1561,2	430,8	0,72
7. Помет кур, 29 т/га	669,2	249,7	428,6	1347,5	217,1	0,43
8. Помет, 29 т/га+NK	809,4	324,9	564,3	1698,6	568,2	0,76
9. Помет, 15 т/га + NPK	770,6	294,1	547,8	1612,5	482,1	0,78
10. Помет гусей, 50 т/га	657,8	214,9	401,8	1274,5	144,1	0,20
11. Помет, 50 т/га + NK	738,7	261,6	598,5	1598,8	468,4	0,49

Видно, что прибавка сбора сырого белка от совместного применения полного минерального удобрения с органическими выше, чем от применения только одинарной дозы NPK. Однако она не достигает их аддитивного действия, за исклю-

чением варианта сочетания 15 т/га помета кур с одинарной дозой NPK. Это связано со снижением окупаемости удобрений прибавкой зерна (зерн. ед.) с ростом их доз (рис., уравнение 1). Эта закономерность наблюдалась и для изменения окупаемости их сбором сырого белка (уравнение 2):

$$y = 1,29 - 0,079x, n = 7, r = 0,911, r^2 = 0,830, \quad (2)$$

где  $y$  – окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой сбора сырого белка зерном, кг;  $x$  – сумма внесения элементов питания удобрений за 3 года для минеральной и органоминеральной систем удобрения.

Различия между фактическим увеличением сбора сырого белка и аддитивной величиной его наиболее высокие при сочетании доз навоза КРС с полным минеральным удобрением (-60,6...-112,7 кг), незначительные – при сочетании куриного помета с NK и NPK (-11,2...+11,1 кг). Влияние сочетания минеральных удобрений с гусиным и куриным пометом на эти различия было наиболее близким.

Из органических удобрений более высокое увеличение сбора сырого белка наблюдали от применения навоза КРС (258,1 кг) и помета кур (217,1 кг), от гусиного помета – наиболее низкое (144,1 кг).

Расчет окупаемости 1 кг д.в. удобрений сбором сырого белка для вариантов применения одних органических удобрений по уравнению 2 и ее сравнение с фактической окупаемостью представлены в таблице 4. Видно, что окупаемость 1 кг д.в. органических удобрений увеличением сбора сырого белка закономерно повышается с долей содержания в них азота от суммы основных элементов питания.

## 4. Соотношение между теоретической и фактической окупаемостью сбором сырого белка органических удобрений за вено севооборота

Показатель	Органические удобрения		
	навоз крупного рогатого скота	куриный помет	гусиный помет
Фактическая окупаемость 1 кг д.в. органических удобрений прибавкой сбора сырого белка, кг	0,53	0,43	0,20
Теоретическая окупаемость 1 кг д.в. органических удобрений прибавкой сбора сырого белка, кг	0,90	0,89	0,73
Отношение фактической окупаемости к теоретической	0,59	0,48	0,27
Доля азота, д.в. органических удобрений	0,41	0,39	0,28

### Литература

- Мерзлая Г.Е. Агрохимические и агроэкологические аспекты применения органических и органоминеральных удобрений / Система использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии: Сб. докладов Всеросс. науч. практик. конф. с международным участием, посвященной 100 летию Судогодского опытного поля. В 2-х т. Т.1. – Владимир: ВНИИОУ, 2013. – 374 с.
- Окорков В.В., Семин И.В. Влияние удобрений на продуктивность и качество зерновых культур на серой лесной почве Ополья // Аграрный вестник Верхневолжья. – № 2. – 2014. – С. 21-28.
- Окорков В.В., Семин И.В., Окоркова Л.А., Карпова Д.В. Некоторые пути повышения эффективности местных органических удобрений на почвах Владимирского ополья // Достижения науки и техники АПК. – № 4. – 2014. – С. 25-29.
- Окорков В.В. Использование местных органических удобрений на серых лесных почвах Владимирского ополья / В.В. Окорков, Л.А. Окоркова, О.А. Фенова, И.В. Семин // Агрохимия. – 2013. – № 4. – С. 34-47.
- Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Эффективность систем удобрения на серых лесных почвах Ополья // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 4. – 2014. – С. 38-40.

## USE OF LOCAL ORGANIC FERTILIZERS ON THE GRAY FOREST SOIL OF THE VLADIMIR OPOL'E

V.V. Okorkov, I.V. Semin

Vladimir Research Institute of Agriculture

ul Tsentralnaya 3, Novyi, Suzdalskii raion, Vladimir oblast, 601261 Russia e-mail: okorkovvv@yandex.ru, adm@vnish.elcom.ru

The effect of different fertilizing systems on the productivity of winter wheat-barley-oat crop rotation on the gray forest soil in the Vladimir opol'e has been studied. A statistically significant increase of productivity by 1.28-1.32 times was obtained at the application of complete mineral fertilizer, by 1.14-1.16 times at the use of some organic fertilizers, and by 1.24-1.29 times at the application of their combination with NK and NPK. The loss of moisture during the spring-summer period necessary to obtain 100 kg of winter wheat grain ranged from 4.9 to 5.5 mm in the favorable year, and from 10.9 to 17.4

*mm in the unfavorable year for barley. The recoupment of organic fertilizers by yield gain was higher than that of organomineral and mineral fertilizers by 46-52% for 3 years; the increase in protein yield was 27-59%. The last values increased with the increase of nitrogen proportion.*

*Keywords: gray forest soil, fertilizing system, cereal yield, raw protein yield, recoupment of fertilizers.*