

# УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В СЕВООБОРОТЕ И ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

*А.В. Козлова, Г.Е. Мерзлая, Г.А. Зябкина, Т.П. Фомкина, ВНИИА,  
И.В. Понкратенкова, Смоленский НИИСХ*

*В длительном полевом опыте изучено действие различных доз и сочетаний органических и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна овса сорта Скакун, возделываемого в зернотравяном севообороте. Показано, что для получения урожайности овса 33 ц/га с высоким качеством зерна целесообразно применять органоминеральную систему.*

*Ключевые слова: органические и минеральные удобрения, дозы и сочетания, овес, урожайность, качество зерна.*

Овес – ценная продовольственная, диетическая и основная фуражная культура. Согласно многочисленным исследованиям [1-4], важным фактором роста продуктивности овса является применение удобрений. Однако эффективность различных систем удобрения под овес, их влияние на продуктивность культуры, особенно при использовании на диетические цели, недостаточно изучена.

Цель наших исследований – установить на основании стационарного полевого опыта оптимальные с агроэкологической точки зрения дозы и сочетания органических и минеральных удобрений, обеспечивающие повышение урожайности и качества овса, возделываемого в севообороте.

**Методика.** Опыт заложен в 1978 г. в поселке Олыша Смоленской области, развернут на трех полях, повторность трехкратная. Площадь опыта 10,5 га. Общая площадь делянки 112 м<sup>2</sup> (16 × 7 м), учетная – 48 м<sup>2</sup> (12 × 4 м). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая окультуренная, перед закладкой опыта в слое 0-20 см имела следующие агрохимические показатели: рН<sub>KCl</sub> 5,5-6,4, содержание гумуса 1,3-1,5% (по Тюрину), подвижных форм (по Кирсанову) фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 110-209 мг/кг, и калия (K<sub>2</sub>O) 115-146 мг/кг почвы.

Схема опыта – сокращенная факториальная, представлена выборкой 1/27 (6 × 6 × 6 × 6). Изучали четыре фактора: азотные, фосфорные, калийные минеральные удобрения и подстилочный навоз в шести грациях доз – 0, 1, 2, 3, 4, 5. Подстилочный навоз крупного рогатого скота влажностью 70% содержал в среднем общего азота 0,46%, аммонийного азота – 0,08, фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 0,21 и калия (K<sub>2</sub>O) – 0,66%. Каждый вариант записан в виде четырехзначного числа, где первая цифра – количество азота, вторая – фосфора, третья – калия и четвертая – навоза. Факториальная схема, представленная 16 вариантами, была заложена на трех фонах 0000, 1111, 2222, что в совокупности составляет 48 вариантов опыта.

За тридцатилетний период проведения опыта прошло четыре ротации севооборота. Чередуемость культур в первой ротации (1979-1989 гг.): картофель – ячмень – озимая рожь – овес – горохоовсяная смесь – озимая пшеница – ячмень – многолетние травы 1-го и 2-го года пользования – озимая рожь – овес; во второй (1990-1995 гг.) и третьей (1996-2001 гг.) ротациях: картофель – ячмень – многолетние травы 1-го и 2-го года пользования – озимая пшеница – овес; в четвертой ротации (2002-2008 гг.): однолетние травы (овес на зеленый корм) – озимая рожь – ячмень – многолетние травы 1-го и 2-го года пользования – яровая пшеница – овес.

В данной работе представлены результаты исследований по возделыванию овса в 1982, 1989, 1995, 2001 и 2008 гг. на первом поле и в 1992, 2009 гг. – на втором поле в контрастных вариантах опыта.

Единичная доза минеральных удобрений под овес на зерно составила 30 кг/га во всех ротациях севооборота, навоза в последствии – 3 т/га севооборотной площади. Перед первой

и второй ротациями севооборота проводили известкование почвы по полной гидролитической кислотности.

Закладку и проведение опыта выполняли в соответствии с методикой исследований, принятой в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. Повторность в опыте трехкратная. Площадь делянки 112 м<sup>2</sup> (7 × 16). Агротехника общепринятая. Норма высева семян овса – 180-200 кг/га.

**Результаты и их обсуждение.** Агроклиматические условия в годы проведения исследований в целом были типичными для зоны, но различались по температуре и количеству осадков. 1982 и 2001 г. характеризовались как засушливые. За апрель-сентябрь выпало всего 350 и 347 мм осадков соответственно при среднемноголетнем значении 419 мм. 1991 и 1995 г., наоборот, были наиболее влажными, и сумма осадков за этот период составила, соответственно, 506 и 601 мм. Однако в 1991 г. осадки выпадали неравномерно: в апреле-мае наблюдалась весенняя засуха, а с июля по сентябрь сумма осадков превышала норму. В мае 1989 г. выпало 32 мм осадков, что на 23 мм (42%) ниже нормы. Основная масса влаги пришлось в этом году на фазы кущение-выметывание – 311 мм. В 2008 г. выпало 462 мм осадков, а в 2009 г. – 491 мм, или, соответственно, на 10 и 17% выше нормы.

Гидротермический коэффициент во все годы исследований, за исключением 2001 г., в целом за апрель-сентябрь был выше среднемноголетних значений: от 1,9 до 2,4. Однако в отдельные месяцы ГТК резко изменялся. В мае 1982, 1989 и 1991 гг. он понижался до 1,3; 0,8 и 0,9.

Однако, несмотря на значительное варьирование погодных условий, применение удобрений положительно влияло на урожайность овса.

Зависимости продуктивности овса от различных видов и доз удобрений в отдельные годы и в среднем за 7 лет можно описать следующими уравнениями регрессии:

$$\begin{aligned} Y_{1982} &= 26,29 + 8,67N^{0,5} - 2,96P, \quad R=0,79; \\ Y_{1989} &= 17,07 + 2,2N^{0,5} + 2,1P^{0,5} + 1,63H^{0,5} - 1,0(P \cdot H)^{0,5}, \quad R=0,81; \\ Y_{1991} &= 25,66 + 9,28N^{0,5} - 2,66N + 0,76H - 1,62(N \cdot H)^{0,5}, \quad R=0,748; \\ Y_{1995} &= 26,12 + 6,64N^{0,5} - 2,04N - 4,14K^{0,5} + 1,37K + 1,56(N \cdot K)^{0,5}, \\ &\quad R=0,88; \\ Y_{2001} &= 19,03 + 1,90N^{0,5}, \quad R=0,35; \\ Y_{2008} &= 24,49 + 4,29N + 3,87P + 8,74K^{0,5} + 7,88H^{0,5} - 3,02(N \cdot P)^{0,5} - \\ &\quad - 2,97(N \cdot H)^{0,5}, \quad R=0,74; \\ Y_{2009} &= 29,56 + 1,55N + 3,38P^{0,5} - 2,13(P \cdot H)^{0,5}, \quad R=0,81; \\ Y(\text{в среднем за 7 лет}) &= 24,43 + 4,7N^{0,5} + 1,34P^{0,5} + 1,14H^{0,5} - \\ &\quad - 0,78(N \cdot P)^{0,5} - 1,05(N \cdot H)^{0,5}, \quad R=0,88, \end{aligned}$$

где у – продуктивность культуры, N – азот, P – фосфор, K – калий, H – навоз.

Анализ уравнений регрессии показал неоднозначность действия факторов. В 1982 и 2001 гг. действовали только азотные удобрения, в 1989 г. – азотные, фосфорные удобрения и навоз, в 1990 г. – азотные удобрения и навоз, в 1995 г. – азотные, калийные удобрения, а также азотные в сочетании с фосфорными. В благоприятных погодных условиях 2008 г. наблюдалось действие всех исследуемых видов удобрений, что, по всей видимости, свидетельствует об усилении роли внесенных питательных веществ с удобрениями ввиду истощения почвы к концу четвертой ротации. Во влажном 2009 г. на продуктивность овса повлияли главным образом азотные и фосфорные удобрения.

Наибольшие урожаи зерна в 1982 г. (в первой ротации) были получены при использовании минеральной и органоминеральной систем удобрения в тройных дозах. Одностороннее же внесение фосфора, калия и навоза, а также применение органоминеральной системы в 5-кратных дозах отрицательно сказались на продуктивности культуры в засушливых условиях года. В 1989 г., как и в последующие годы, были получены прибавки урожая зерна относительно контроля по всем рассматриваемым вариантам опыта. Самые высокие прибавки в этом году наблюдались в вариантах с органоминеральной (4444) и минеральной (3330) системами удобрения – 48,9% и 43,7% соответственно. Существенное увеличение урожайности в 1991 г. отмечено от азотных удобрений в тройных дозах, а также от полного минерального удобрения. В 1995 и 2001 гг. лучше всего воздействовали на урожай азотные удобрения, полное минеральное удобрение и органоминеральная система в тройных дозах. Во всех вышеперечисленных вариантах прибавка была достоверна относительно контроля. Однако следует отметить, что данные варианты с учетом наименьшей существенной разницы относительно друг друга не имели достоверного различия, за исключением варианта с применением органоминеральных удобрений в 2001 г. Сочетание навоза и NPK в тройных дозах в 2008 г. позволило повысить урожайность зерна до 46,6 ц/га, или на 27 ц/га относительно контроля. В 2009 г. максимальный урожай овса в опыте – 37,3 ц/га был получен в варианте с односторонним внесением фосфорных удобрений (0300). Это вполне закономерно в неблагоприятных для овса условиях данного года, где азотные удобрения оказали слабое действие из-за недостаточной влагообеспеченности в начале вегетации культуры. В 2009 г. высокие достоверные прибавки урожая обеспечивали также минеральная и органоминеральные системы удобрения. У вариантов с возрастающими дозами удобрений прибавки были недостоверны.

Анализ данных урожайности в среднем за 7 лет выявил эффективность всех вариантов удобрений в опыте, кроме одностороннего применения калийных и органических удобрений в трехкратных дозах (табл. 1). Максимальные прибавки были получены в вариантах с минеральной (3330) и органоминеральной (3333) системами удобрения в тройных дозах – 45,1 и 46,0% соответственно относительно контроля (рис. 1).

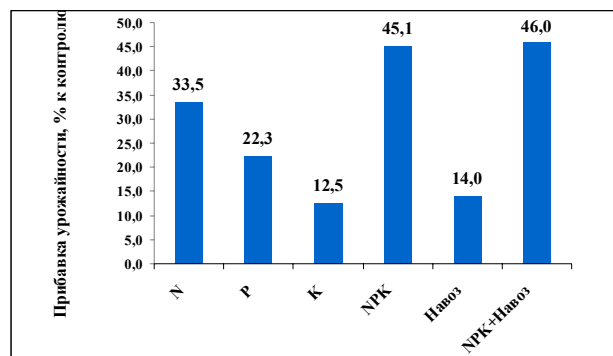


Рис. 1. Прибавки урожая зерна овса в зависимости от удобрений (среднее за 7 лет)

Рост доз удобрений в органоминеральных системах свыше трехкратных не оказывал достоверного влияния на повышение урожайности овса (рис. 2).

Окупаемость 1 кг питательных веществ удобрений в среднем за 2008-2009 гг. была наибольшей в варианте одностороннего применения фосфорных удобрений – 18,8 кг зерна. На одном уровне – 13,4-13,9 кг окупаемость отмечена в вариантах с калийными и азотными удобрениями, при применении минеральной системы она составила 6,8 кг, а в органоминеральных системах колебалась от 2,5 до 8 кг при снижении этого показателя с ростом доз удобрений (рис. 3).

#### 1. Влияние длительного применения удобрений на урожайность зерна овса

Вариант опыта	Урожайность, ц/га							В среднем за 7 лет		
	1982 г.	1989 г.	1991 г.	1995 г.	2001 г.	2008 г.	2009 г.	урожайность, ц/га	прибавка ц/га	%
0000	28,4	17,4	25,5	25,4	17,9	19,6	25,4	22,8	-	-
3000	30,2	22,1	35,0	30,8	25,0	38,7	31,3	30,4	7,6	33,5
0300	25,4	19,5	26,9	29,0	15,6	41,5	37,3	27,9	5,1	22,3
0030	25,4	18,9	27,4	24,5	14,3	38,4	30,7	25,7	2,9	12,5
0003	25,9	20,0	25,6	27,0	16,7	34,5	32,3	26,0	3,2	14,0
3330	32,4	25,0	35,6	32,1	25,0	44,9	36,5	33,1	10,3	45,1
1111	30,8	21,5	29,1	26,0	17,9	32,3	33,6	27,3	4,5	19,8
2222	31,4	23,5	29,7	31,2	22,5	39,7	34,2	30,3	7,5	33,0
3333	33,7	24,0	30,0	34,1	30,1	46,6	34,5	33,3	10,5	46,0
4444	31,2	25,9	31,2	32,6	18,5	44,8	31,4	30,8	8,0	35,1
5555	27,2	23,3	26,4	35,4	18,5	42,8	34,7	29,8	7,0	30,5
НСР <sub>05</sub>								3,4		

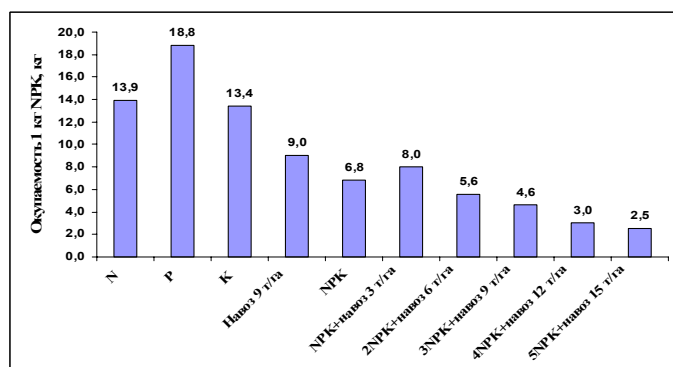


Рис. 3. Окупаемость удобрений прибавкой урожая зерна овса

Важно отметить, что в год с высокой урожайностью культуры (2008 г.), оплата удобрений была выше и в вариантах органоминеральной системы составляла от 3,6 до 9,7 кг. В варианте минеральной системы она достигала 9,4 кг.

Исследования показали, что качество зерна зависело не только от различных доз, но и от вида вносимых под овес удобрений.

Содержание сырого белка во всех вариантах (в среднем за 1982, 1989, 1991, 2008 и 2009 гг.) было выше, чем на контроле. Одностороннее применение фосфорных, калийных, а также органических удобрений повышало белковость зерна, но в меньшей мере, чем азотные удобрения. Наибольшее в опыте содержание сырого белка в зерне овса (свыше 10%) отмечено при внесении полного минерального удобрения (3330), а также использовании органоминеральной системы в 3-5-кратных дозах (табл. 2).

Содержание фосфора в зерне овса практически не изменялось от вносимых удобрений.

На содержание калия в зерне больше влияли калийные удобрения.

## 2. Содержание белка, фосфора и калия в зерне овса (в среднем за 5 лет)

Вариант опыта	Белок	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	%		
0000	8,2	0,72	0,55
3000	9,7	0,72	0,51
0300	9,2	0,76	0,46
0030	8,9	0,72	0,58
0003	9,1	0,69	0,54
3330	10,3	0,74	0,47
1111	8,7	0,68	0,54
2222	9,4	0,69	0,50
3333	10,6	0,74	0,49
4444	10,8	0,70	0,52
5555	10,6	0,73	0,50

Анализ технологических показателей качества овса, проведенный в 2008 – 2009 гг., показал, что на массу 1000 зерен положительно влияет в большей степени органоминеральная система удобрения в 4-кратных дозах. В этом варианте она составила 42,3 г (табл. 3).

Пленчатость овса, которая, с одной стороны, является сортовым признаком, а с другой, – результатом воздействия почвенно-климатических условий и технологических приемов возделывания культуры составляла по вариантам от 21 до 29%, т.е. находилась в пределах сортовой нормы.

С учетом показателя натуре (см. табл. 3), было получено зерно различного качества. Заготавливаемый на продовольственные цели овёс должен соответствовать ГОСТу 28673-90. В вариантах с односторонним внесением навоза, с минеральной системой удобрения, а также органоминеральной системой с однократными дозами зерно соответствовало 3-му классу, а повышение доз до 4-кратных обеспечивало выход зерна 1-го класса.

Вместе с тем, для выработки крупы было пригодно зерно в вариантах с односторонним внесением калия (0030) и органоминеральной системой удобрения (4444).

## 3. Технологические показатели качества зерна овса, в среднем за 2 года

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Натура*, г/л
0000	38,7	26,5	452,0
3000	36,6	21,7	478,5
0300	36,5	20,6	470,5
0030	37,4	26,9	546,5

## YIELD AND GRAIN QUALITY OF OAT GROWN IN CROP ROTATION AT THE LONG-TERM APPLICATION OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS

A.V. Kozlova<sup>1</sup>, G.E. Merzlaya<sup>1</sup>, G.A. Zyabkina<sup>1</sup>, T.P. Fomkina<sup>1</sup>, I.V. Pokratenkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agricultural Chemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia, <sup>2</sup>Smolensk Research Institute of Agriculture, ul. Nakhimova 21, Smolensk, 214025 Russia

The effect of different rates and combinations of organic and mineral fertilizers on the grain yield and quality of oat cultivar Skakun in a grain-grass crop rotation has been studied. It has been shown that the organomineral fertilizing system is most suitable for obtaining a grain yield of 3.3 t/ha at high grain quality.

Keywords: organic and mineral fertilizers, rates and combinations, oat, yield, grain quality.

0003	37,3	23,7	491,5
3330	38,2	26,1	507,0
1111	37,1	28,9	491,0
2222	37,8	21,7	452,5
3333	39,8	23,6	452,0
4444	42,3	22,9	523,5
5555	38,0	25,9	476,5

\*Базисные нормы для заготавливаемого овса: 1-й класс – 520 г/л, 2-й класс – 520, 3-й класс – 490 г/л, 4-й класс – не ограничено; при использовании овса на крупу соответственно: 1-й класс – 550, 2-й класс – 540 и 3-й класс – 520 г/л (ГОСТ 28673-90).

**Закключение.** Результаты исследований в длительном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве показали, что внесение органических и минеральных удобрений является важнейшим фактором повышения урожайности и качества овса при возделывании в севообороте. Несбалансированное, одностороннее внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений, а также навоза было малоэффективным по сравнению с применением их в комплексе. Минеральная (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) и органоминеральная (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+навоз) системы удобрения отличались высокой эффективностью. Их применение позволяло поддерживать урожайность 33,1 и 33,3 ц/га соответственно, что на 45,1 и 46,0% выше контроля.

На белковость зерна овса большее влияние оказали минеральная и органоминеральная системы удобрения в тройных дозах, которые повышали содержание белка с 8 (на контроле) до 10,8 %.

Органоминеральная система позволяла получать зерно с более высокой массой 1000 зерен и низкой пленчатостью. Для улучшения натуре зерна целесообразно применение органоминеральной системы удобрения с повышением доз до четырехкратных.

## Литература

1. Кук Д.У. Системы удобрения для получения максимальных урожаев. – М.: Колос, 1975. – 416 с.
2. Шкарда М. Производство и применение органических удобрений. – М.: Агропромиздат, 1985. – 364 с.
3. Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания овса / Ю.А. Никитин, Б.П. Паршин, В.Г. Сорокин и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 44 с.
4. Шмырева Н.Я., Цуриков Л.Н., Ионычева Н.А., Макаров Н.Б. Влияние удобрений и способов обработки почвы на продуктивность звена зернового севооборота на дерново-подзолистой среднесмытой почве // Агрохимия. – 2006. – №4. – С. 15 – 23.
5. ГОСТ 28673-90 Овес. Требования при заготовках и поставках.