

В.В. Лапа, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В.Н. Босак, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

О.Ф. Смянович, научный сотрудник

Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси

УДК 631.8:633.13

Влияние удобрений на урожайность и качество овса на окультуренной дерново- подзолистой легкосуглинистой почве

При возделывании овса Асілак на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия оптимальной системой удобрения следует признать внесение под предпосевную культивацию $N_{60}P_{35}K_{60}$, которое обеспечило получение зерна 40,9 ц/га. Прибавка урожая зерна от внесения азотного удобрения в этом варианте составила 15,9 ц/га, полного минерального удобрения – 18,3 ц/га при окупаемости 1 кг N и 1 кг NPK соответственно 26,5 и 11,8 кг зерна.

While cultivating oats (variety Asilak) on high-cultivated sod-podzolic light loamy soil with the high contents of the mobile forms of phosphorous and potassium, it should be recognized that the optimal system of fertilization is $N_{60}P_{35}K_{60}$ under presowing cultivation, which has ensured the grain yield of 4,09t/ha. Additional application of nitrogen fertilizer in this option has raised the grain yield by 1,59t/ha, of complete mineral fertilizer – by 1,83 t/ha, while the payback of 1kg of N and 1 kg of NPK was 26,5 and 11,8 kilos pf grain respectively.

Введение

Овес относится к ценным продовольственным и фуражным культурам. Он по сравнению с другими зерновыми культурами менее требователен к плодородию почвы и предшественнику. Поэтому в севообороте его обычно размещают в последнем поле, определяя на роль фитосанитара. По сравнению с другими зерновыми культурами овес лучше усваивает элементы питания из почвы и переносит кислую реакцию почвенного раствора, хорошо использует последствие удобрений. Однако высокие урожаи овса с хорошим качеством зерна можно получить лишь на почвах с благоприятным содержанием питательных веществ, при достаточной влагообеспеченности и применении оптимальных доз минеральных удобрений [1-4]. Поэтому система удобрения овса на окультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах вызывает значительный научный и практический интерес.

Методика исследований

Исследования по изучению влияния удобрений на урожайность и качество зерна овса Асілак на окульту-

ренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве проводились в длительном полевом опыте в э/б "Кура-совщина" Минского района на протяжении 2000-2002 гг. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта опытного участка имела следующие показатели: pH_{KCl} – 5,8-6,0, содержание P_2O_5 (0,2 н HCl) – 341-381 мг/кг; K_2O (0,2 н HCl) – 265-322 мг/кг; гумуса ($0,4$ н $K_2Cr_2O_7$) – 2,0%, общего азота – 0,11-0,13%, меди (1 н HCl) – 1,69-2,01 мг/кг почвы.

Овес размещался последней культурой в зернотравном севообороте: вико-овсяная смесь – озимая рожь – клевер луговой – яровая пшеница – овес. Схема опыта предусматривала внесение возрастающих доз азотных удобрений N_{30} , N_{60} и N_{90} на фоне трех уровней фосфорного и калийного питания: только за счет почвенных запасов фосфора и калия, а также из расчета 50 и 100% выноса фосфора и калия планируемым урожаем (табл. 1). Минеральные удобрения вносили весной под предпосевную культивацию. Кроме того, в исследованиях предусматривалось дробное внесение азотных удобрений (N_{60} весной под предпосевную культивацию + N_{30} в стадии первого узла) и некорневая обработка посевов сульфатом меди (120 г/га) в начале трубкования. Органические удобрения

(40 т/га сололистого навоза КРС) в севообороте применяли в занятом пару под озимую рожь.

Агротехника возделывания овса – общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Учет урожая – сплошной поделочный (зерноуборочный комбайн Сампо). Определение качественных показателей зерна овса (содержание белка и основных элементов питания) проводилось по общепринятым методикам [5]. Энергетический и экономический анализ применения минеральных удобрений – по методикам БелНИИПА по ценам на момент уборки урожая [6, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

Удобрения оказали неоднозначное влияние на урожайность овса Асілак (табл. 1). При этом определенное влияние на продуктивность овса по годам исследований оказали погодные условия. В 2000 г. урожайность овса по удобренным вариантам составила от 27,2 до 43,9 ц/га, в 2001 г. – от 25,7 до 42,9 и 2002 г. – от 22,2 до 44,8 ц/га.

В среднем за три года исследований прибавка урожая зерна от внесения азотных удобрений составила 12,0–17,1 ц/га, полного минерального удобрения – 14,5–20,9 ц/га. Оптимальной дозой азота на всех фонах фосфорно-калийного питания оказалось внесение под предпосевную культивацию N_{60} , которое обеспечило достоверную прибавку урожая зерна в сравнении с N_{30} 3,1–4,0 ц/га при общей урожайности 38,6–41,9 ц/га. При этом лучшей системой

удобрения следует признать внесение под предпосевную культивацию $N_{60}P_{35}K_{60}$, которое увеличивало урожайность зерна в сравнении с применением N_{60} на 2,3 ц/га. Окупаемость 1 кг азота в этом варианте была одной из самых высоких в опыте и составила 26,5 кг зерна при максимальной окупаемости полного минерального удобрения – 11,8 кг зерна (табл. 2). Энергоотдача применения азотного удобрения при этом составила 1,4 ед., полного минерального удобрения – 1,3 ед. при удельных энергозатратах соответственно 674 и 733 МДж/ц.

Повышение дозы удобрений до $N_{60}P_{70}K_{120}$ не привело к достоверному увеличению урожайности овса по отношению к $N_{60}P_{35}K_{60}$. Дальнейшее возрастание дозы азота до N_{90} при разовом внесении также не способствовало дальнейшему росту урожайности овса на всех фонах фосфорного и калийного питания. Лишь при дробном внесении N_{90} (N_{60} весной под предпосевную культивацию + N_{30} в стадии первого узла) получена прибавка урожая 1,6 ц/га. Однако дробное применение указанной дозы азота не имело преимуществ перед ее разовым внесением под предпосевную культивацию, а окупаемость 1 кг азотного удобрения при внесении N_{90} снизилась до 18,3–19,0 кг зерна.

Внесение под предпосевную культивацию фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{35}K_{60}$ способствовало дополнительному сбору зерна 2,3–2,5 ц/га во всех опытных вариантах. Увеличение дозы фосфора и калия до $P_{70}K_{120}$ повышало урожайность овса в сравнении с $P_{35}K_{60}$ лишь в фоновом варианте. При этом окупаемость 1 кг НРК снизилась с 10,5–11,8 кг до 7,3–7,7 кг зерна.

Таблица 1. Влияние удобрений на урожайность овса Асілак на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Урожайность зерна, ц/га				Прибавка, ц/га	
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	Ø	N	НРК
1 Без удобрений	21,9	20,7	15,8	20,0	-	-
2 Последствие навоза* – фон 1	24,1	23,9	19,8	22,6	-	-
3 N_{30}	35,2	34,7	33,9	34,6	12,0	-
4 N_{60}	40,3	39,6	36,0	38,6	16,0	-
5 N_{90}	41,1	40,9	37,1	39,7	17,1	-
6 $N_{60}P_{35}$	41,9	39,9	36,3	39,4	-	-
7 $N_{60}K_{60}$	42,0	40,1	36,9	39,7	-	-
8 Навоз* + $P_{35}K_{60}$ – фон 2	27,2	25,7	22,2	25,0	-	(2,4)
9 $N_{30}P_{35}K_{60}$	37,9	36,4	36,9	37,1	12,1	14,5
10 $N_{60}P_{35}K_{60}$	42,4	40,9	39,4	40,9	15,9	18,3
11 $N_{90}P_{35}K_{60}$	43,1	42,1	40,8	42,0	17,0	19,4
12 Навоз* + $P_{70}K_{120}$ – фон 3	29,6	26,8	23,4	26,6	-	(4,0)
13 $N_{30}P_{70}K_{120}$	39,7	37,6	39,1	38,8	12,2	16,2
14 $N_{60}P_{70}K_{120}$	42,8	41,2	41,7	41,9	15,3	19,3
15 $N_{90}P_{70}K_{120}$	43,7	42,8	42,8	43,1	16,5	20,5
16 $N_{60+30}P_{70}K_{120}$	43,9	42,9	43,6	43,5	16,9	20,9
17 $N_{60}P_{70}K_{120}$ + $CuSO_4$ (120 г/га)	43,1	42,0	44,8	43,3	-	-
НСР ₀₅	1,9	2,2	2,0	1,3		

Примечание. * – 40 т/га в севообороте в занятом пару под озимую рожь

Таблица 2. Агроэнергетическая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании овса Асілак на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Зерно, ц/га	Оплата, кг зерна		Энергоотдача, ед.		Удельные энергозатраты, МДж/ц	
		кг N	кг NPK	N	NPK	N	NPK
1	Без удобрений	20,0	-	-	-	-	-
2	Навоз*	22,6	-	-	-	-	-
3	N ₃₀	34,6	40,0	1,7	-	546	-
4	N ₆₀	38,6	26,7	1,4	-	672	-
5	N ₉₀	39,7	19,0	1,1	-	825	-
8	P ₃₅ K ₆₀	25,0	-	-	-	-	-
9	N ₃₀ P ₃₅ K ₆₀	37,1	40,3	1,7	1,4	543	640
10	N ₆₀ P ₃₅ K ₆₀	40,9	26,5	1,4	1,3	674	733
11	N ₉₀ P ₃₅ K ₆₀	42,0	18,9	1,1	1,1	828	865
12	P ₇₀ K ₁₂₀	26,6	-	-	-	-	-
13	N ₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	38,8	40,7	1,7	1,3	541	727
14	N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀	41,9	25,5	1,4	1,2	689	814
15	N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	43,1	18,3	1,1	1,0	844	932
16	N ₆₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	43,3	18,8	1,1	1,0	831	919

Применение минеральных удобрений в рекомендуемом варианте (N₆₀P₃₅K₆₀) обеспечило также довольно высокие показатели экономической эффективности: при реализации зерна на продовольствие чистый доход составил 46,5 \$/га с рентабельностью внесения минеральных удобрений 72% (рис. 1). Использование зерна овса на фураж было менее экономически эффективно (чистый доход 5,1 \$/га при рентабельности 8%), что связано с существенной разницей в закупочных ценах для продовольственного и кормового зерна.

Некорневая обработка посевов овса Асілак в стадии первого узла сульфатом меди (120 г/га) обеспечила существенную прибавку урожайности (3,1 ц/га) только в 2002 г., который характеризовался засухливыми условиями периода вегетации (ГТК = 0,7). В 2000-2001 гг., когда условия вегетационного периода приближались к среднегодовым (ГТК 2000 г. – 1,3, 2001 г. – 1,7), внесение меди при возделывании овса было неэффективным. Это подтверждает данные других исследователей, которые отмечали, что подвижность и доступность меди в почве в условиях засухи зна-

чительно уменьшается, что и определяет более высокий эффект использования медных микроудобрений [8, 9].

Возрастающие дозы азотных удобрений способствовали увеличению содержания белка в зерне овса с 10,0-10,2% (фоновые варианты) до 10,9-11,0% (внесение N₉₀) (табл. 3). Сбор сырого белка с учетом соломы составил при этом соответственно 2,1-2,4 и 3,9-4,1 ц/га. Применение в системе удобрения фосфора и калия, а также некорневая обработка посевов сульфатом меди не оказали существенного влияния на содержание белка в зерне и его сбор. В то же время внесение фосфора и калия способствовало некоторому увеличению массы 1000 зерен при тенденции ее снижения в вариантах с внесением возрастающих доз азотных удобрений.

Наиболее лабильным показателем в зерне овса было содержание общего азота, которое возрастало в вариантах с внесением азотных удобрений. Содержание фосфора, кальция и магния в меньшей мере зависело от доз и видов минеральных удобрений. Содержание азота в зерне составило при этом 1,75-1,89%, фосфора – 0,51-0,55, калия – 0,33-0,36, кальция – 0,08-0,09 и магния – 0,18-0,19%.

Общий вынос элементов питания в опытных вариантах определялся продуктивностью овса, а также химическим составом зерна и соломы. Общий вынос азота по опытным вариантам находился в пределах 39-87 кг, фосфора – 15-33, калия – 44-112, кальция – 6-15 и магния – 6-12 кг/га. Удельный (нормативный) вынос азота в оптимальном варианте (внесение под предпосевную культивацию N₆₀P₃₅K₆₀), показатели которого применяются для расчета баланса элементов питания и доз удобрений в сельскохозяйственном производстве, составил 19,7 кг, фосфора – 7,4, калия – 24,4, кальция – 3,3 и магния – 2,5 кг.

Долевое участие удобрений в формировании урожайности овса составило в опыте 51%, почвенного плодородия (включая роль сорта и агротехники) – 49% (рис 2).

При этом применение азотных удобрений способствовало формированию 39% урожайности овса и уступало по эффективности лишь плодородию почвы.

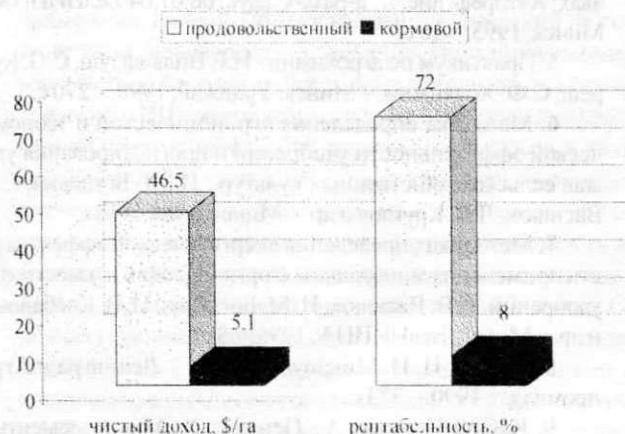


Рис. 1. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Таблица 3. Влияние удобрений на качество зерна овса Асілак на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Белок, %	Сбор сырого белка, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Элементы питания, % на сухое вещество				
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1 Без удобрений	10,1	2,3	42,8	1,78	0,53	0,35	0,08	0,18
2 Навоз*	10,2	2,7	43,7	1,79	0,54	0,37	0,08	0,18
3 N ₃₀	10,5	4,0	43,7	1,83	0,54	0,36	0,08	0,18
4 N ₆₀	10,8	4,7	44,0	1,86	0,52	0,34	0,08	0,18
5 N ₉₀	11,0	4,9	44,3	1,87	0,54	0,36	0,08	0,18
6 N ₆₀ P ₃₅	10,6	4,6	44,3	1,82	0,55	0,36	0,08	0,19
7 N ₆₀ K ₆₀	10,6	4,5	44,2	1,82	0,53	0,36	0,08	0,19
8 P ₃₅ K ₆₀	10,3	2,9	44,5	1,76	0,54	0,35	0,08	0,19
9 N ₃₀ P ₃₅ K ₆₀	10,9	4,3	43,4	1,89	0,54	0,36	0,08	0,18
10 N ₆₀ P ₃₅ K ₆₀	10,9	4,9	43,6	1,84	0,53	0,35	0,08	0,18
11 N ₉₀ P ₃₅ K ₆₀	11,0	5,0	43,7	1,87	0,54	0,35	0,08	0,19
12 P ₇₀ K ₁₂₀	10,0	2,9	44,2	1,74	0,53	0,35	0,08	0,19
13 N ₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	10,2	4,2	44,2	1,76	0,51	0,33	0,09	0,19
14 N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀	10,4	4,8	43,6	1,75	0,52	0,33	0,08	0,19
15 N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	10,9	5,3	44,0	1,84	0,52	0,33	0,08	0,19
16 N ₆₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀	11,0	5,3	43,5	1,86	0,51	0,33	0,09	0,19
17 N ₆₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + Cu HCP ₀₅	10,4	4,8	44,1	1,75	0,52	0,34	0,08	0,19
	0,3		1,4	0,08	0,01	0,01	0,01	0,01



Рис. 2. Долевое участие отдельных факторов в формировании урожая овса Асілак на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Доля фосфорных и калийных удобрений в оптимальном варианте – 6%, последствия внесения в севообороте органических удобрений – также 6%.

Выводы

1. При возделывании овса Асілак на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия оптимальной системой удобрения следует признать внесение под предпосевную культивацию N₆₀P₃₅K₆₀, которое обеспечило получение зерна 40,9 ц/га. Прибавка урожая зерна от внесения азотного удобрения в этом варианте составила 15,9 ц/га, полного минерального удобрения – 18,3 ц/га при окупаемости 1 кг N и 1 кг NPK соответственно 26,5 и 11,8 кг зерна.

2. Удельный (нормативный) вынос азота в оптимальном варианте составил 19,7 кг, фосфора – 7,4, калия – 24,4, кальция – 3,3 и магния – 2,5 кг.

Литература

1. Богдевич И.М., Очковская Л.В., Барашенко В.В. Эффективность применения минеральных удобрений под овес на дерново-подзолистых почвах Беларуси // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск: БелНИИПА, 2001. – Вып. 26. – С. 5-12.
2. Schellberg J., Hugging H. Die Entwicklung der Ertrage von Getreide, Hackfruchten und Klee im Dauerdüngungsversuch Dikopshof von 1906 bis 1996 // Arch. Acker-Pfl. Boden. – 1997. – Vol. 42. – S. 303-318.
3. Очковская Л.В., Барашенко В.В. Окупаемость и энергозатраты применения минеральных удобрений под овес на дерново-подзолистых почвах Беларуси // Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях. – Жодино, 2000. – С. 371-376.
4. Лапа В. В. Ресурсосберегающая система удобрений сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04/БелНИИПА. – Минск, 1995. – 36 с.
5. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш, С.Ф. Ходякова. – Минск: Ураджай, 1998. – 270 с.
6. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич, Г. В. Василюк, Л.В. Круглов и др. – Минск, 1988. – 30 с.
7. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений / Г.В. Василюк, И. М. Богдевич, Н. В. Клебанович и др. – Минск: БелНИИПА, 1996. – 52 с.
8. Анспок П. И. Микроудобрения. – Ленинград: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
9. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – Москва: Мир, 1989. – 439 с.