

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНаВОДСТВА

УДК 631.8:631.582:631.452

В. В. ЛАПА¹, В. Н. БОСАК², Н. А. БЛИЗНЮК³, М. М. ЛОМОНОС¹

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

¹Институт почвоведения и агрохимии,

²Полесский государственный университет,

³Белорусский государственный аграрный технический университет

(Поступила в редакцию 26.12.2006)

Важнейшей задачей в агропромышленном комплексе Республики Беларусь на современном этапе является агроэкономически обоснованное увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшение качества товарной продукции при снижении себестоимости производства, повышении окупаемости удобрений и воспроизводстве запасов элементов питания и гумуса в почвах. Решение этой задачи самым непосредственным образом связано с эффективным научно обоснованным использованием средств химизации.

Оценить действие удобрений на почву и растение наиболее полно можно в длительных полевых опытах, которые являются важной нормативной базой для решения вопросов применения удобрений, питания растений и воспроизводства плодородия почвы [2–4, 8, 9].

Зернотравяные севообороты относятся к наиболее распространенным в Беларуси. Введение в полевые севообороты многолетних бобовых трав обеспечивает получение высокой продуктивности, позволяет оптимизировать применение органических и минеральных, в первую очередь азотных, удобрений и позитивно воздействовать на важнейшие показатели почвенного плодородия.

Цель настоящих исследований – изучение влияния удобрений на продуктивность зернотравяного севооборота и плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

Объекты и методы исследований. Исследования по изучению эффективности применения удобрений проводили на протяжении 2001–2006 гг. в длительном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке, в СПК «Щемяслица» Минского района (pH_{KCl} 5,6–5,8, содержание фосфора (0,2 М HCl) – 310–320 мг/кг, калия (0,2 М HCl) – 220–240 мг/кг почвы, гумуса (0,4 М $K_2Cr_2O_7$) – 1,7–1,9%) в зернотравяном севообороте пелюшко-овсяная смесь – озимое тритикале – клевер луговой 1-го г. п. – клевер луговой 2-го г. п. – яровая пшеница.

Схема опыта предусматривала внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне различных уровней фосфорного и калийного питания: только за счет почвенных запасов фосфора и калия, на дефицитный и поддерживающий баланс фосфора и калия (табл. 1). Органические удобрения в севообороте вносили фоном в занятом пару под озимое тритикале (8 т/га севооборотной площади).

Таблица 1. Влияние удобрений на продуктивность зернотравяного севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант опыта	Урожайность товарной продукции, ц/га					Сбор к. ед., Ø ц/га	Прибавка, ц/га к. ед.	
	горох-овес (зеленая масса), 2001–2002 гг.	озимое тритикале (зерно), 2002–2003 гг.	клевер 1-го г. п. (сено), 2003–2004 гг.	клевер 2-го г. п. (сено), 2004–2005 гг.	яровая пшеница (зерно), 2005–2006 гг.		кон- троль	фон
Контроль (без удобрений)	352	43,7	149,8	117,5	43,5	64,7	–	–
Навоз КРС, 8 т/га (фон I)	411	57,1	158,4	127,4	47,3	73,5	8,8	–
Фон I + N ₁₈	474	74,5	155,3	124,0	57,7	82,9	18,2	9,4
Фон I + N ₃₆	512	82,7	151,8	122,1	60,1	86,7	22,0	13,2
Фон I + N ₅₄	526	84,3	143,5	112,4	60,8	85,9	21,2	12,4
Фон I + N ₃₆ P ₃₀	516	82,9	161,9	125,3	60,9	88,5	23,8	15,0
Фон I + N ₃₆ K ₆₅	522	84,0	168,2	129,6	61,0	90,1	25,4	16,6
Навоз + P ₃₀ K ₆₅ (фон II)	437	60,7	178,6	133,2	51,0	79,2	14,5	–
Фон II + N ₁₈	485	78,6	170,6	129,1	60,6	87,3	22,6	8,1
Фон II + N ₃₆	527	85,5	166,1	125,8	62,4	90,5	25,8	11,3
Фон II + N ₅₄	542	88,1	155,9	117,3	63,4	90,1	25,4	10,9
Навоз + P ₆₀ K ₁₃₀ (фон III)	453	64,5	180,6	134,5	53,7	81,9	17,2	–
Фон III + N ₁₈	513	81,5	171,4	130,8	62,5	89,9	25,2	8,0
Фон III + N ₃₆	540	87,7	167,2	129,6	65,6	93,1	28,4	11,2
Фон III + N ₅₄	548	89,8	160,4	120,6	66,1	92,3	27,6	10,4
Фон III + N ₅₄ *	549	93,1	168,7	124,9	67,0	94,8	30,1	12,9
Фон III + N ₇₂ *	554	92,1	161,3	121,1	67,0	93,6	28,9	11,7
НСР ₀₅	25	2,8	8,2	4,8	2,5	2,1		

* Дробное внесение азотных удобрений. То же для табл. 2, 3.

Агротехника возделывания изучаемых сельскохозяйственных культур – общепринятая для Республики Беларусь. Схема опыта была реализована на фоне интегрированной системы защиты растений. Учет урожая – сплошной поделяночный. Агротехнические показатели пахотного горизонта (рН_{KCl}, содержание P₂O₅, K₂O, гумус) определяли по общепринятым методикам [7]; балансовые расчеты – согласно методикам Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси с учетом пожнивных и корневых остатков [1, 5, 6].

Результаты и их обсуждение. Применение органических и минеральных удобрений оказало значительное влияние как на урожайность отдельных сельскохозяйственных культур, так и на продуктивность зернотравяного севооборота.

При возделывании пелюшко-овсяной смеси (пелюшка Устьянская, овес Асілак) рекомендуемая доза азота составила N₆₀ в предпосевную культивацию на всех фонах фосфорного и калийного питания. Для поддержания почвенного плодородия целесообразно дополнительное внесение P₃₀K₆₀.

В исследованиях с озимым тритикале Міхась лучшие показатели урожайности 93,1 ц/га получены при дробном внесении 90 кг/га д. в. азота (N₆₀ в ранневесеннюю подкормку в сочетании с N₃₀ в стадии первого узла) на фоне предпосевого применения P₆₀K₁₂₀ и внесения в занятом пару 40 т/га подстилочного навоза КРС. Применение азотных удобрений в данном варианте обеспечило дополнительный сбор 28,6 ц/га, органических удобрений – 13,4 ц/га, фосфорных и калийных удобрений – 7,4 ц/га зерна.

При возделывании клевера лугового Цудоўны благоприятное влияние на продуктивность оказало внесение фосфорных и калийных удобрений, а также последствие соломистого навоза КРС. Применение возрастающих доз азотных удобрений под покровную культуру озимое тритикале, наоборот, снижало урожайность сена клевера лугового как в первый, так и во второй год исследований. Учитывая необходимость удобрения покровной культуры и полученную продуктивность клевера лугового, рекомендуемая доза минеральных удобрений под покровную культуру составила N₆₀PK, фосфорных и калийных удобрений под клевер луговой – P₃₀K₆₅.

Внесение $N_{60-90}P_{60}K_{120}$ в исследованиях с яровой пшеницей Рассвет обеспечило урожайность зерна 65,6–67,0 ц/га при прибавке от внесения азотных удобрений 11,9–13,3 ц/га, фосфорных и калийных удобрений – 6,4 ц/га. Лучшие показатели качества урожая обеспечило дробное внесение 90 кг/га д. в. азота (N_{60} в предпосевную культивацию в сочетании с N_{30} в стадии первого узла) на фоне $P_{60}K_{120}$: содержание сырого белка – 14,0%, сырой клейковины – 33,2%, что соответствует продовольственному зерну пшеницы I класса [2, 4].

В целом по зернотравяному севообороту действие и последствие органических удобрений обеспечило прибавку продуктивности 8,8 ц/га к. ед., применение фосфорных и калийных удобрений – 3,8–8,4 ц/га к. ед., азотных удобрений – 8,0–13,2 ц/га к. ед.

Среднегодовая доза азота N_{36} обеспечила лучшие показатели продуктивности зернотравяного севооборота на всех фонах фосфорного и калийного питания при чистом доходе 138,1–195,6 тыс. руб/га (рис. 1).

На фоне I (использование почвенных запасов фосфора и калия) продуктивность севооборота составила 86,7 ц/га к. ед., на фоне II ($P_{30}K_{65}$) – 90,5 ц/га к. ед., на фоне III ($P_{60}K_{130}$) – 93,1 ц/га к. ед.; при внесении $N_{36}P_{30}$ и $N_{36}K_{65}$ – 88,5 и 90,1 ц/га к. ед. соответственно.

Научные основы применения удобрений базируются на познании круговорота веществ и их баланса в земледелии. Дефицит элементов питания и, соответственно, возможное истощение почвенных запасов выясняется на основе балансовых расчетов (путем сопоставления статей прихода элементов питания с расходными статьями), которые являются одним из способов проверки предполагаемой системы удобрения.

В наших исследованиях в зернотравяном севообороте возделывание однолетних бобово-злаковых травосмесей и двух полей клевера лугового обеспечило благоприятный баланс азота с интенсивностью 93–109% во всех исследуемых вариантах (табл. 2).

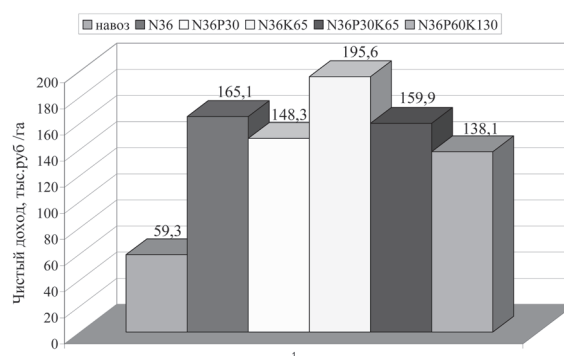


Рис. 1. Экономическая эффективность применения удобрений в зернотравяном севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Т а б л и ц а 2. Влияние удобрений на баланс элементов питания в зернотравяном севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант опыта	Азот		Фосфор		Калий	
	баланс, ± кг/га	ИБ*, %	баланс, ± кг/га	ИБ*, %	баланс, ± кг/га	ИБ*, %
Контроль (без удобрений)	-10	93	-37	33	-110	28
Навоз КРС, 8 т/га (фон I)	+ 11	106	-23	63	-76	56
Фон I + N_{18}	+ 2	101	-30	57	-92	53
Фон I + N_{36}	+ 7	103	-34	53	-99	51
Фон I + N_{54}	+ 16	108	-35	51	-97	52
Фон I + $N_{36}P_{30}$	+ 8	104	-5	93	-102	51
Фон I + $N_{36}K_{65}$	+ 11	105	-35	53	-39	81
Навоз + $P_{30}K_{65}$ (фон II)	+ 9	105	+ 5	108	-20	89
Фон II + N_{18}	+ 2	101	-3	96	-34	83
Фон II + N_{36}	+ 7	103	-5	93	-40	81
Фон II + N_{54}	+ 14	106	-7	91	-39	81
Навоз + $P_{60}K_{130}$ (фон III)	+ 4	102	+ 32	153	+ 40	121
Фон III + N_{18}	-4	98	+ 25	133	+ 26	112
Фон III + N_{36}	+ 2	101	+ 23	130	+ 21	110
Фон III + N_{54}	+ 12	105	+ 22	129	+ 22	110
Фон III + N_{54}^*	+ 12	105	+ 21	127	+ 17	108
Фон III + N_{72}^*	+ 23	109	+ 21	127	+ 20	109

Исключение из системы удобрения фосфора или калия способствовало отрицательному балансу этих элементов: интенсивность баланса фосфора составила 51–63%, калия – 51–56%. В вариантах со среднегодовым внесением $P_{30}K_{65}$ интенсивность баланса фосфора оказалась 91–108%, калия – 81–89%. Внесение фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{60}K_{130}$ обеспечило положительный баланс фосфора и калия в почве (интенсивность баланса – 127–153 и 108–121% соответственно).

Динамика основных агрохимических показателей почвенного плодородия в целом соответствовала полученным балансовым расчетам (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Влияние удобрений на динамику агрохимических показателей в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

Вариант опыта	рН _{KCl}		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг		Гумус, %	
	2000–2001 гг.	2005–2006 гг.	2000–2001 гг.	2005–2006 гг.	2000–2001 гг.	2005–2006 гг.	2000–2001 гг.	2005–2006 гг.
Контроль (без удобрений)	5,8	6,1	257	250	119	86	1,54	1,79
Навоз КРС, 8 т/га (фон I)	5,8	6,1	261	251	169	121	1,74	1,87
Фон I + N ₁₈	5,8	6,1	289	272	211	145	1,79	1,92
Фон I + N ₃₆	5,7	6,1	294	286	195	143	1,84	1,93
Фон I + N ₅₄	5,8	6,1	291	284	195	153	1,81	1,95
Фон I + N ₃₆ P ₃₀	5,7	6,1	316	322	194	154	1,80	1,99
Фон I + N ₃₆ K ₆₅	5,7	6,1	288	282	236	213	1,79	1,98
Навоз + P ₃₀ K ₆₅ (фон II)	5,7	6,0	329	357	259	223	1,78	1,90
Фон II + N ₁₈	5,7	6,1	328	357	245	222	1,75	1,95
Фон II + N ₃₆	5,7	5,9	327	360	234	205	1,79	1,92
Фон II + N ₅₄	5,7	6,0	317	354	212	199	1,85	1,96
Навоз + P ₆₀ K ₁₃₀ (фон III)	5,7	6,0	345	401	290	297	1,89	2,03
Фон III + N ₁₈	5,7	6,0	355	410	284	295	1,89	1,98
Фон III + N ₃₆	5,5	6,0	352	406	283	289	1,82	1,97
Фон III + N ₅₄	5,5	5,9	361	409	280	285	1,88	1,96
Фон III + N ₅₄ *	5,6	6,0	357	402	276	275	1,82	1,96
Фон III + N ₇₂ *	5,6	6,0	336	393	271	273	1,78	1,95
НСР ₀₅	0,3	0,3	16	17	12	11	0,09	0,10

Насыщение зернотравяного севооборота однолетними и многолетними травами (40% многолетних трав, 20% однолетних трав) обеспечило увеличение содержания гумуса от 1,54–1,89 до 1,75–2,03% во всех исследуемых вариантах.

Некоторое снижение содержания подвижных фосфатов (0,2 М HCl) на 6–17 мг/кг почвы отмечено в вариантах без применения минеральных фосфорных удобрений. Среднегодовое внесение P₃₀ способствовало увеличению содержания фосфора на 5,6–7,4 мг/кг в год; в вариантах с внесением P₆₀ содержание подвижного фосфора увеличилось за пятипольную ротацию севооборота на 45–57 мг/кг почвы.

Значительное снижение содержания подвижного калия (0,2 М HCl) в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы отмечено в вариантах без применения калийных

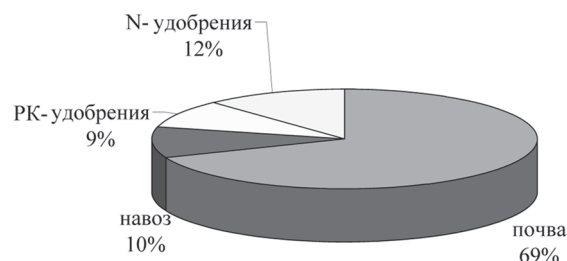


Рис. 2. Долевое участие отдельных факторов в формировании продуктивности зернотравяного севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

удобрений (на 33–66 мг/кг за ротацию севооборота), а также при среднегодовом внесении K₆₅ (на 13–29 мг/кг почвы). Увеличение среднегодовых доз калийных удобрений до K₁₃₀ обеспечило воспроизводство содержания калия в почве.

Кислотность почвы за ротацию зернотравяного севооборота снизилась на 0,3–0,5 ед., чему способствовало проведение поддерживающего известкования перед посевом пелюшко-овсяной смеси.

Плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы обеспечило 69%, применение минеральных и органических удобрений – 31% продук-

тивности зернотравяного севооборота пелюшко-овсяная смесь – озимое тритикале – клевер луговой 1-го г. п. – клевер луговой 2-го г. п. – яровая пшеница, что связано прежде всего с биологическими особенностями возделываемых культур (рис. 2). Внесение азотных удобрений увеличивало продуктивность зерновых культур и пелюшко-овсяной смеси, однако угнетало развитие клевера лугового. Среди удобрений доля азотных в формировании продуктивности севооборота составила 12%, подстильного навоза КРС – 10%, фосфорных и калийных удобрений – 9%.

Выводы

1. Среднегодовое применение азотных удобрений N_{18-54} на фоне 8 т/га подстильного навоза КРС обеспечило продуктивность зернотравяного севооборота 82,9–86,7 ц/га к. ед., однако привело к снижению содержания в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы подвижного фосфора на 7–17 мг/кг, калия – на 40–52 мг/кг почвы при интенсивности баланса фосфора 51–57%, калия – 51–53%.

2. Среднегодовое внесение $N_{18-54}P_{30}K_{65}$ увеличило продуктивность зернотравяного севооборота до 87,3–90,5 ц/га к. ед. при снижении содержания подвижного калия за пятипольную ротацию севооборота на 13–29 мг/кг почвы и повышении содержания подвижных фосфатов в пахотном горизонте при интенсивности баланса калия 81–83%, фосфора – 91–96%.

3. Увеличение среднегодовых доз фосфорных и калийных удобрений до $P_{60}K_{130}$ в сочетании с N_{18-54} способствовало повышению продуктивности зернотравяного севооборота до 89,9–94,8 ц/га к. ед. при возрастании содержания подвижных калия и фосфора в почве (интенсивность баланса фосфора составила 127–133%, калия – 108–112%).

4. Введение в севооборот клевера лугового и однолетних бобово-злаковых травосмесей способствовало благоприятному балансу азота с интенсивностью 93–109% и увеличению содержания гумуса во всех исследуемых вариантах.

5. Среднегодовое внесение $N_{36}P_{60}K_{130}$ на фоне 8 т/га подстильного навоза КРС обеспечило лучшую продуктивность зернотравяного севооборота пелюшко-овсяная смесь – озимое тритикале – клевер луговой 1-го г. п. – клевер луговой 2-го г. п. – яровая пшеница 93,1 ц/га к. ед. при повышении содержания гумуса, фосфора и калия в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Действие и последствие органических удобрений увеличивало продуктивность севооборота на 8,8 ц/га к. ед., фосфорных и калийных – на 8,4 ц/га к. ед., азотных удобрений – на 11,2 ц/га к. ед. при чистом доходе от внесения подстильного навоза КРС 59,3 тыс. руб/га, полного минерального удобрения – 138,1 тыс. руб/га.

Литература

1. Агрохимия: Учебник / И. Р. Вильдфлуш, С. П. Кукреш, В. А. Ионас и др. Минск: Ураджай, 2001. 488 с.
2. Босак В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах. Минск: БелНИИПА, 2003. 176 с.
3. Лапа В. В., Босак В. Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. Минск: БелНИИПА, 2002. 184 с.
4. Лапа В. В., Босак В. Н. Применение удобрений и качество урожая. Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2006. 120 с.
5. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа, И. М. Богдевич, Н. Н. Ивахненко и др. Минск.: Институт почвоведения и агрохимии, 2001. 20 с.
6. Методические указания по расчету баланса азота, фосфора, калия, кальция и магния в земледелии БССР / В. В. Лапа, Е. М. Лимантова, О. Ф. Рыбик и др. Минск: БелНИИПА, 1990. 20 с.
7. Практикум по агрохимии / И. Р. Вильдфлуш, С. П. Кукреш, С. Ф. Ходянова и др. Минск: Ураджай, 1998. 270 с.
8. Körschens M., Merbach I., Schulz E. 100 Jahre Statischer Düngungsversuch Bad Lauchstädt. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, 2002. 64 s.
9. Nutritional and Environmental Research in the 21st Century – the Value of Long-Term Field Experiments / F. Ellmer, M. Baumecker, I. Merbach et al. Halle-Wittenberg, 2002. 114 p.

V. V. LAPA, V. N. BOSAK, N. A. BLIZNYUK, M. M. LOMONOS

FERTILIZER INFLUENCE ON THE PRODUCTIVITY OF CEREAL-GRASS CROP ROTATION AND FERTILITY OF SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

Summary

The application of complete organic-mineral fertilizer ($N_{36}P_{60}K_{130}$ on the background of 8 t/ha manure) has provided a cereal-grass crop rotation productivity of 9.31 c/ha f. u. when the content of humus, phosphorus and potassium in the plough horizon on sod-podzolic light loamy soil is increased.

The removal of nitrogen, phosphorus or potassium reduced the crop rotation productivity when the content of mobile phosphorus and potassium compounds in soils was decreased.