

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВООБОРОТА И ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

В.В. Лапа, М.М. Ломонос

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях ведения сельского хозяйства при высокой стоимости удобрений особую значимость приобретает сохранение, поддержание и воспроизводство плодородия пахотных почв. Интенсификация сельскохозяйственного производства, увеличение в структуре посевных площадей доли пропашных культур на фоне снижения объемов применения органических удобрений являются серьезными факторами агрохимической деградации почв пахотных земель [1-5].

Содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия являются важными диагностическими показателями плодородия почв, которые широко используются для прогноза урожайности сельскохозяйственных культур, определения необходимых доз органических и минеральных удобрений [6-8].

Система применения удобрений должна предусматривать получение требуемого уровня урожайности сельскохозяйственных культур высокого качества, сохранение и повышение плодородия почв, охрану окружающей среды от загрязнения [9].

Оценить правильность систем удобрения можно только в условиях их длительного применения в севооборотах. Уровень применения удобрений в севооборотах, обеспечивающий их максимальную продуктивность и благоприятный баланс элементов питания, может быть важным нормативным материалом при разработке мероприятий по сохранению или повышению плодородия почвы [10].

Основной научно обоснованный прием, позволяющий получать планируемую урожайность сельскохозяйственных культур за счет повышения окупаемости удобрений и более эффективного использования достигнутого потенциала плодородия окультуренных дерново-подзолистых почв, должно быть поддержание за ротацию севооборота бездефицитного баланса фосфора, калия и гумуса и получение экономически обоснованной продуктивности сельскохозяйственных культур с благоприятным качеством товарной продукции [11].

Цель исследований – установить влияние удобрений на продуктивность зерноотраважного севооборота и динамику изменения агрохимических показателей (рН, фосфор, калий, гумус) при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эффективность применения органических и минеральных удобрений (систему удобрения) изучали в длительном полевом опыте в зерноотраважном севообороте (пелюшко-овсяная смесь – озимое тритикале сорта Михась с подсевом клевера – клевер луговой сорта Слуцкі ранні 1 г.п. – клевер луговой сорта Слуцкі ранні 2 г.п. – яровая пшеница сорта Рассвет) на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на мощном лессовидном суглинке, в СПК «Щемяслица» Минского района Минской области. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта следующая: рН_{KCl} 5,8-6,0, содержание гумуса 1,73-1,98%, подвижных: P₂O₅ – 400-420, K₂O – 300-320 мг/кг почвы, СаО – 1285-1360 и MgO – 271-300 мг/кг почвы (индекс агрохимической окультуренности 0,92), гидролитическая кислотность – 1,08-1,24 мг·экв./100 г, сумма поглощенных оснований – 5,42-6,15 мг·экв./100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями – 82,0-84,8%. Схема опыта в зерноотраважном севообороте предусматривала внесение возрастающих доз азотных удобрений на фоне органических (8 т/га севооборотной площади навоза КРС), на фоне различных уровней фосфорного и калийного питания: только за счет почвенных запасов фосфора и калия, на дефицитный и поддерживающий баланс фосфора и калия.

Анализ почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с ГОСТ: обменную кислотность рН_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85), гидролитическую кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-84), сумму поглощенных оснований – по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88), подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91), обменные кальций и магний – методом ЦИНАО (ГОСТ 26487-85), гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91) [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Во второй ротации (2000-2002–2005-2007 гг.) изучали влияние сельскохозяйственных культур и минеральных удобрений на продуктивность зерноотраважного севооборота (пелюшко-овсяная смесь –

озимое тритикале – клевер луговой 1 года – клевер луговой 2 года – яровая пшеница) и плодородие дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы.

В целом, получена высокая продуктивность зернотравяного севооборота, которая в удобренных вариантах составила 103,9-126,3 ц/га к.ед., в контрольном варианте без удобрений – 93,4 ц/га к.ед. (табл. 1).

Высокая продуктивность зернотравяного севооборота в значительной степени обусловлена наличием двух полей клевера лугового, в которых сбор кормовых единиц составил 157,3-189,4 ц/га к.ед. в первом году и 127,9-155,1 ц/га к.ед. во втором году пользования. Кроме того, на продуктивности севооборота во многом сказались биологические особенности отдельных культур. Так, возрастающие дозы азотных удобрений способствовали росту урожайности пелюшко-овсяной смеси, озимого тритикале и яровой пшеницы. В то же время продуктивность клевера лугового в вариантах с возрастающими дозами азотных удобрений снижалась.

Таблица 1

Продуктивность зернотравяного севооборота в зависимости от систем удобрения

Среднегодовые дозы удобрений	Продуктивность, ц/га к.ед.	Прибавка ц/га к.ед.		Окупаемость 1 кг NPK кг к.ед.	
		N	NPK	N	NPK
Контроль	93,4	–	–	–	–
Навоз 8 т/га	103,9	–	–	–	–
N ₁₈	113,6	9,7	–	53,9	–
N ₃₆	116,3	12,4	–	34,4	–
N ₅₄	115,0	11,1	–	20,6	–
N ₃₆ P ₃₀	119,1	–	–	–	–
N ₃₆ K ₆₆	120,7	–	–	–	–
P ₃₀ K ₆₆	113,0	–	–	–	–
N ₁₈ P ₃₀ K ₆₆	120,1	7,1	16,2	39,4	14,2
N ₃₆ P ₃₀ K ₆₆	123,4	10,4	19,5	28,9	14,8
N ₅₄ P ₃₀ K ₆₆	121,7	8,7	17,8	16,1	11,9
P ₆₀ K ₁₃₂	118,1	–	–	–	–
N ₁₈ P ₆₀ K ₁₃₂	123,8	5,7	19,9	31,7	9,5
N ₃₆ P ₆₀ K ₁₃₂	126,2	8,1	22,3	22,5	9,8
N ₅₄ P ₆₀ K ₁₃₂	123,8	5,7	19,9	10,6	8,1
N ₅₄ *P ₆₀ K ₁₃₂	126,2	8,1	22,3	15,0	9,1
N ₇₂ *P ₆₀ K ₁₃₂	124,5	6,4	20,6	8,9	7,8
НСР ₀₅	2,4				

В вариантах с внесением только одних азотных удобрений N₁₈₋₅₄ продуктивность севооборота составила 113,6-116,3 ц/га к.ед. при прибавке от внесения азота 9,7-12,4 ц/га к.ед.

Введение в систему удобрения фосфора и калия повысило продуктивность в фоновых вариантах на 9,1 (P₃₀K₆₆) и 14,2 (P₆₀K₁₃₂) ц/га к.ед. В вариантах с внесением NP и NK-удобрений продуктивность севооборота повысилась на 15,2 и 116,8 ц/га к.ед.

Внесение 8 т/га севооборотной площади солоमистого навоза КРС (40 т/га в занятом пару под озимое тритикале) увеличило продуктивность севооборота на 10,5 ц/га к.ед.

В вариантах с полным минеральным удобрением на фоне P₃₀K₆₆ применение N₁₈₋₅₄ повысило продуктивность севооборота на 7,1-10,4 ц/га к.ед. при общей продуктивности 120,5-123,4 ц/га к.ед.

Внесение N₁₈₋₇₂ на фоне P₆₀K₁₃₂ обеспечило продуктивность зернотравяного севооборота 123,8-126,2 ц/га к.ед. Прибавка от внесения азотных удобрений составила 5,7-8,1 ц/га к.ед., полного минерального удобрения – 14,2-22,3 ц/га к.ед.

Максимальная продуктивность зернотравяного севооборота 126,2 ц/га к.ед. получена при внесении N₃₆P₆₀K₁₃₂ на фоне 8 т/га соломистого навоза КРС. Прибавка от внесения азота составила 8,1 ц/га к.ед., NPK-удобрения – 22,3. В сравнении с отдельным внесением N₃₆ продуктивность севооборота в данном варианте увеличилась на 9,9 ц/га к.ед., с применением N₃₆P₃₀K₆₆ – на 2,8 ц/га к.ед. Равную продуктивность севооборота (126,1 ц/га к.ед.) обеспечило внесение N₅₄P₆₀K₁₃₂.

В целом различия в продуктивности зернотравяного севооборота на 76% обусловлены среднегодовыми дозами минеральных удобрений и описывались уравнением: $Y \text{ к.ед. ц/га} = 0,5451X^2 - 114,52X + 6020,2$, где X – среднегодовая доза NPK кг/га ($R^2 = 0,76$).

Изменения содержания гумуса в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Содержание гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в варианте с внесением органических удобрений увеличилось с 1,70% до 1,86 (на 0,16%) (табл. 2). Применение мине-

ральных удобрений на фоне применения 8 т/га севооборотной площади навоза обеспечили увеличение содержания гумуса на 0,05-0,24%.

Таблица 2

Накопление гумуса за ротацию зерноотраважного севооборота на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Продуктивность, ц/га к. ед.	Изменение содержания гумуса, %		Накопление гумуса, %
		2000-2002 гг.	2005-2007 гг.	
8 т/га навоз КРС – фон	103,9	1,70	1,86	0,16
Фон + N ₁₈₋₅₄	113,6-116,3	1,71-1,78	1,83-1,90	0,12
Фон + N ₃₆ P ₃₀	119,1	1,67	1,91	0,24
Фон + N ₃₆ K ₆₆	120,7	1,73	1,85	0,12
Фон + P ₃₀₋₆₀ K ₆₆₋₁₃₂	113,0-118,1	1,74	1,79	0,05
Фон + N ₁₈₋₅₄ P ₃₀ K ₆₆	120,1-123,4	1,74-1,77	1,83-1,98	0,09-0,21
Фон + N ₁₈₋₇₂ P ₆₀ K ₁₃₂	123,8-126,2	1,68-1,81	1,84-1,93	0,12-0,16

Органоминеральная система удобрения, предусматривающая внесение N₁₈₋₅₄P₃₀K₆₆ на фоне 8 т/га соломистого навоза КРС, обеспечила повышение в пахотном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы гумуса на 0,09-0,21%, а в вариантах с внесением органических и полного минерального удобрения (N₁₈₋₇₂P₆₀K₁₃₂), рассчитанного на поддерживающий баланс фосфора и калия, содержание гумуса увеличилось с 1,68-1,81% до 1,84-1,93% (на 0,12-0,16%).

Изменение содержания подвижного фосфора и калия в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Среднегодовое внесение 8 т/га органических удобрений снизило содержание подвижного фосфора и калия на 5 и 40 мг/кг почвы соответственно. Система удобрения, рассчитанная на использование почвенных запасов фосфора, на фоне 8 т/га органических удобрений привела к снижению содержания подвижного фосфора с 295 до 282 мг/кг почвы (на 13 мг/кг почвы), а калия – с 207 до 150 мг/кг почвы (на 57 мг/кг почвы). Среднегодовое внесение фосфорных удобрений в дозах 30-60 кг/га д.в. обеспечило накопление в пахотном горизонте подвижного фосфора от 329 до 352 мг/кг почвы (6,6-10,6 мг/кг почвы в год) (табл. 3). На основании математической обработки прослеживается зависимость накопления в почве подвижного фосфора между уровнем продуктивности зерноотраважного севооборота и дозой внесения фосфорных удобрений. Данная зависимость описывается уравнением множественной линейной регрессии: $Y = -4,9349 - 0,0117x_1 + 0,9495x_2$ $R^2 = 0,85$ (x_1 – доза внесения фосфорных удобрений, x_2 – продуктивность севооборота).

Таблица 3

Изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы за ротацию зерноотраважного севооборота (2000/2002 – 2005/2007 гг.)

Среднегодовые дозы удобрений	Изменение агрохимических показателей					
	P ₂ O ₅ , мг/кг		±	K ₂ O, мг/кг		±
	2000/2002	2005/2007		2000/2002	2005/2007	
8 т/га навоз КРС – фон	259	254	-5	167	127	-40
Фон + N ₁₈₋₅₄	295	282	-13	207	150	-57
Фон + N ₃₆ P ₃₀	329	333	4	197	154	-43
Фон + N ₃₆ K ₆₆	303	300	-3	242	223	-19
Фон + P ₃₀ K ₆₆	334	367	33	255	236	-19
Фон + N ₁₈₋₅₄ P ₃₀ K ₆₆	333	367	34	232	224	-8
Фон + P ₆₀ K ₁₃₂	352	398	46	283	312	29
Фон + N ₁₈₋₇₂ P ₆₀ K ₁₃₂	350	403	53	277	305	28

Внесение калийных удобрений в дозе 66 кг/га д.в. в год было недостаточным для поддержания бездефицитного баланса калия, т.е. содержание подвижных форм калия в почве уменьшилось на 8-19 мг/кг почвы за ротацию севооборота. Увеличение среднегодовой дозы калия в два раза обеспечило рост содержания подвижного калия в почве на 5,6-5,8 мг/кг почвы в год (табл. 3).

В отношении накопления в почве подвижного калия уравнение множественной регрессии имеет вид: $Y = -24,1231 - 0,2164x_1 + 0,5770x_2$ $R^2 = 0,96$ (x_1 – доза внесения калийных удобрений, x_2 – продуктивность севооборота).

Обменная кислотность почвы за ротацию зерноотраважного севооборота благодаря поддерживающему известкованию снизилась на 0,3-0,4 ед. (рис. 1).

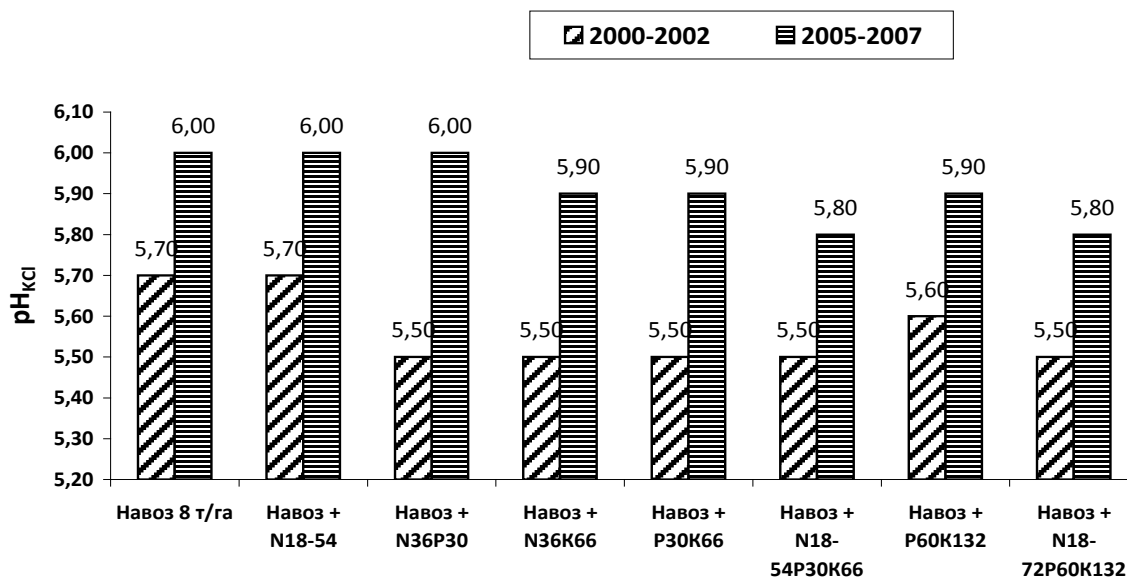


Рис. 1. Динамика изменения кислотности за ротацию севооборота

Гидролитическая кислотность находилась в пределах 1,08-1,22 мэкв./100 г почвы. Сумма поглощенных оснований увеличилась на 0,56-1,72 мэкв./100 г и составила в зависимости от системы удобрения 5,42-6,15 мэкв./100 г, при этом степень насыщенности почв основаниями изменялась по вариантам опыта от 81,8% до 84,8%.

ВЫВОДЫ

1. Максимальная продуктивность зернотравяного севооборота 126,2 ц/га к.ед. получена при внесении $N_{36}P_{60}K_{132}$ на фоне 8 т/га соломистого навоза КРС. Прибавка от внесения азота составила 8,1 ц/га к.ед., полного минерального удобрения – 22,3 ц/га к.ед. Различия в продуктивности зернотравяного севооборота на 76% обусловлены среднегодовыми дозами внесения минеральных удобрений.

2. Органоминеральная система удобрения, предусматривающая внесение $N_{18-54}P_{30}K_{66}$ на фоне 8 т/га соломистого навоза КРС обеспечила повышение в пахотном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы гумуса на 0,09-0,21%, а в вариантах с внесением органических и полного минерального удобрения ($N_{18-72}P_{60}K_{132}$), рассчитанного на поддерживающий баланс фосфора и калия, увеличилось с 1,68-1,81% до 1,84-1,93% (на 0,12-0,16%).

3. Среднегодовое внесение фосфорных удобрений в дозах 30-60 кг/га д.в. обеспечило накопление в пахотном горизонте подвижного фосфора от 329 до 352 мг/кг почвы (6,6-10,6 мг/кг почвы в год). Внесение калийных удобрений в дозе 66 кг/га д.в. в год способствовало уменьшению содержания подвижных форм калия в почве на 8-19 мг/кг почвы за ротацию севооборота. Увеличение среднегодовой дозы калия в два раза обеспечило рост содержания подвижного калия в почве на 5,6-5,8 мг/кг почвы в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические регламенты для повышения плодородия почв и эффективного использования удобрений / В.В. Лапа [и др.]. – Горки, 2002. – 48 с.
2. Привалов, Ф.И. Плодородие почв и применение удобрений в Республике Беларусь / Ф.И. Привалов, В.В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – № 2. – С. 7-14.
3. Богдевич, И.М. Агрохимические показатели плодородия почв и мероприятия по их улучшению // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2005. – №4. – С. 48-59.
4. Лапа, В.В., Изменение плодородия дерново-подзолистых почв при систематическом применении удобрений / В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, Е.М. Лимантова // Почвоведение. – 2000. – № 3. – С. 340-345.
5. Лапа, В.В. Параметры изменения агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от севооборотов и систем удобрения / В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 2. – С. 7-22.
6. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т.Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 328 с.

7. Вильдфлуш, И.Р. Фосфор в почвах и земледелии Беларуси / И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, В.В. Лапа. – Минск: Хата, 1999. – 196 с.
8. Богдевич, И.М. Концепция повышения плодородия почв Республики Беларусь / И.М. Богдевич, Н.И. Смяян, В.В. Лапа // Ахова раслін. – 2002. – №1. – С. 8-11.
9. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]. – Мн.: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
10. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В.В. Лапа и [др.]. – Белорусский научный центр информации и маркетинга АПК. – Мн.: 2001. – 20 с.
11. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск, 2002. – 181 с.
12. Практикум по агрохимии / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1998. – 270 с.

PRODUCTIVITY OF CEREAL-GRASS CROP ROTATION AS WELL AS VARIATION OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF LUVISOL LIGHT LOAMY SOIL

V.V Lapa, M.M. Lomonos

Summary

The influence of fertilizer systems on productivity of a cereal-grass crop rotation as well as variation of agrochemical properties (pH, humus content, mobile phosphorus and potassium content) of luvisol light loamy soil is presented.

Dependence of change of productivity of a cereal-grass crop rotation from doses of mineral fertilizers is established.

Поступила 10 марта 2010 г.