

УДК 631.816:631.582:633.521

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ПЛОДРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНЯНОГО СЕВООБОРОТА

Н.Н. Кузьменко, к.с.-х.н., Всероссийский НИИ льна

На базе длительного стационарного опыта установлено, что насыщенность севооборота удобрениями в 230 и 280 кг д.в./га севооборотной площади обеспечивает сохранение плодородия дерново-подзолистой почвы и продуктивность льняного севооборота на уровне 33,7-35,7 ц з.ед./га.

Ключевые слова: система удобрения, гумус, льняной севооборот, продуктивность.

За последние годы в земледелии России произошло резкое сокращение вносимых в почву удобрений и мелиорантов. Большая часть урожаев сельскохозяйственных культур формируется за счет не пополняемых потерь гумуса и питательных веществ почвы, что приводит к снижению естественного плодородия почв. Для сохранения плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур необходима разработка сбалансированных систем удобрения [2, 5-7].

Цель исследований – установить наиболее эффективные системы удобрения, обеспечивающие бездефицитный баланс питательных веществ и гумуса почвы, сохранение ее плодородия и высокую продуктивность льняного севооборота.

Методика. Исследования выполнены в длительном опыте ВНИИЛ, заложенном в 1948 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в полевом специализированном льняном севообороте в Тверской области.

В течение 1948-1995 гг. ответственными исполнителями опыта были Костюченко А.Д. и Петрова Л.И., с 1996 г. – автор статьи. В статье использованы данные Костюченко А.Д. и Петровой Л.И. за прошлые ротации.

Чередование культур в севообороте следующее: 1 – пар чистый; 2 – озимая рожь с подсевом многолетних трав (клевер красный и тимофеевка); 3 – многолетние травы 1-го г.п.; 4

– многолетние травы 2-го г.п.; 5 – лен-долгунец; 6 – картофель; 7 – ячмень; 8 – овес.

В опыте с 1948 г. (вар. 1-4) изучали разные системы удобрения, эквивалентные по количеству элементов питания за севооборот: 1 и 2 – органическую (навоз, 5 и 10 т/га), 3 – минеральную (НПК 67,5 кг д.в./га, эквивалентно 5 т/га навоза), 4 – органоминеральную (навоз, 5 т + НПК 67,5 кг д.в./га, эквивалентно 10 т/га навоза = 135 кг д.в./га). В двух последних ротациях (1996-2011 гг.) изучали повышенную насыщенность севооборота удобрениями – 200-350 кг д.в./га (вар. 5-9) при разном сочетании навоза и минеральных удобрений (табл.).

Опыт заложен методом рандомизированного размещения вариантов. Повторность опыта четырехкратная, площадь опытной делянки 90 м², учетной – 50 м². В первой ротации севооборота опыт проводили на двух полях, в последующих ротациях – на одном [1]. В статье приведены данные по одному полю, которое сохранилось до сих пор.

Возделывание культур в севообороте осуществляли в соответствии с рекомендованной для данной зоны технологии. Навоз вносили равными дозами 2 раза за севооборот: в пару и под картофель, минеральные удобрения – под все культуры севооборота в рекомендованных дозах. Наблюдения и исследования в опыте проводили в соответствии с Методическими указаниями по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями (М., 1983). Агрохимические анализы почвы выполняли по ГОСТу (Почва. Методы анализа. - М., 1984). Содержание гумуса определяли методом Тюрина.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали, что применение в льняном севообороте на дерново-подзолистой почве разных систем удобрения (органической, минеральной и органоминеральной) при среднегодовых дозах

67,5 и 135 кг д.в./га севооборотной площади не возмещает вынос элементов питания с урожаем. Хозяйственный баланс азота и калия в 8-й ротации севооборота (2004-2011 гг.) был отрицательный: от -2 до -28 кг/га и от -18 до -45 кг/га соответственно, баланс фосфора был более благоприятный: от -7 до +4 кг/га. При органической и минеральной системах удобрения ($H_5 = \text{NPK}67,5$) баланс был близким. Меньший дефицит азота и калия наблюдался при использовании навоза в дозе 10 т/га севооборотной площади (табл.).

Исследованиями установлено, что культурами севооборота с урожаями в 8-й ротации больше всего было вынесено калия – 78 кг/га, затем азота – 55 и меньше всего фосфора – 21 кг/га в год в среднем по системам удобрения.

Проведенный расчет баланса гумуса показал, что применяемые системы удобрения в течение длительного времени не обеспечивают сохранение органического вещества дерново-подзолистой почвы. Среднегодовой дефицит гумуса в 8-й ротации составил от -0,23 до -0,39 т/га. При этом наименьшие его потери (-24%) за весь период проведения опыта и самое

высокое содержание гумуса в 8-й ротации севооборота (1,35%) отмечены при длительном применении органической системы удобрения (H_{10}). Продуктивность же севооборота, несмотря на снижение уровня плодородия почвы, в среднем за 8 ротаций повысилась на 13% от исходного уровня. При применении минеральной системы удобрения (NPK 67,5 кг д.в./га) потери гумуса были наибольшими – 37%, продуктивность севооборота снизилась на 14%, хотя в 1-й ротации она была самой высокой – 36,2 ц з. ед/га. При органоминеральной системе удобрения ($H_5 + \text{NPK}67,5$) потери гумуса составили 31%, т.е. больше, чем при равной по количеству элементов питания за севооборот органической системе удобрения (H_{10}). Однако, применение органоминеральной системы обеспечило более высокое содержание элементов питания в почве, особенно калия, что важно для культур севооборота, которые потребляют много калия. В среднем за 8 ротаций продуктивность севооборота при органоминеральной системе удобрения составила 39,3 ц з. ед/га, с ростом продуктивности, в сравнении с исходным уровнем, на 14 % (табл.).

Влияние разной насыщенности севооборота органическими и минеральными удобрениями на показатели плодородия почвы и продуктивность льняного севооборота

Показатели		Внесено на 1 га севооборотной площади (Н – навоз, т; NPK – минеральные удобрения, кг д.в.)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		$H_5=67,5$	$H_{10}=135$	NPK 67,5 (экв. H_5)	$H_5 + \text{NPK } 67,5 = 135$ (экв. H_{10})	$H_5 + \text{NPK } 135 = 200$	$H_{10} + \text{NPK } 100 = 230$	$H_{10} + \text{NPK } 150 = 280$	$H_{10} + \text{NPK } 200 = 330$	$H_{15} + \text{NPK } 150 = 350$
Агрохимические показатели почвы *	pH _{KCl}	4,8	4,8	4,4	4,4	4,6	5,1	4,5	5,3	4,8
	P ₂ O ₅ , мг/кг	118	106	154	154	253	199	272	301	318
	K ₂ O, мг/кг	78	88	99	115	161	178	185	203	171
Баланс в 8-й ротации, ± кг/га	N	-27	-2	-28	-14	-12	+8	+5	+15	+34
	P ₂ O ₅	-7	+4	-7	-3	+33	+29	+48	+68	+58
	K ₂ O	-40	-18	-45	-30	-2	+25	+37	+45	+52
Интенсивность баланса, %	N	48	96	47	78	81	115	108	107	156
	P ₂ O ₅	65	116	69	113	224	229	282	338	298
	K ₂ O	43	77	40	67	97	127	136	138	144
Содержание гумуса, %	1956 г.	1,90	1,77	1,68	1,84	-	-	-	-	-
	1987 г.	1,42	1,50	1,16	1,47	1,25	1,28	1,44	1,21	1,41
	2011 г.	1,25	1,35	1,06	1,27	1,33	1,56	1,63	1,35	1,43
Баланс гумуса, ± т/га	1956-2011 гг.	-0,39	-0,23	-0,34	-0,31	-	-	-	-	-
	1987-2011 гг.	-0,29	-0,19	-0,13	-0,25	+0,10	+0,35	+0,24	+0,18	+0,03
± % к исходному уровню		-34	-24	-37	-31	+6	+22	+13	+12	+1
Продуктивность, ц з. ед./га	1-я ротация	30,6	33,1	36,2	34,6	-	-	-	-	-
	8-я ротация	28,9	30,2	31,7	35,7	37,7	33,7	35,7	35,7	38,3
	Ср. 1-8 ротации (НСР ₀₅ =4,9)	32,7	37,3	31,1	39,3	-	-	-	-	-

*- Данные в конце 8-й ротации, 2011 г.

Материал о влиянии разных систем удобрения на урожайность культур и продуктивность севооборота при неодинаковых погодных условиях в 1-5 ротациях был опубликован ранее [3, 4]. В 6-й ротации севооборота (1988-1995 гг.) за весь период проведения опыта получена самая высокая продуктивность севооборота – 33-60 ц з. ед/га. Благоприятные погодные условия при возделывании многолетних трав 1-го и 2-го г.п. (1990 и 1991 гг.) и картофеля (1993 г.) позволили получить самую высокую урожайность сена и клубней картофеля при изучаемых системах удобрения. И, наоборот, в 7-й ротации севооборота (1996-2003 гг.) урожайность сена многолетних трав 1-го г.п. и картофеля в засушливых условиях 1999 и 2002 гг. была самая низкая за все годы проведения опыта. Среднегодовая продуктивность севооборота составила 15,0-30,1 ц з. ед/га.

В 8-й ротации севооборота (2004-2011 гг.) применение изучаемых систем удобрения позволило получить урожайность зерна озимой ржи 19,6-20,5 ц/га, ячменя – 19,3-23,6 ц/га, а наиболее высокая урожайность среди зерновых культур – 23,0-28,5 ц/га была у овса. В засушливых условиях 2009 г. урожай клубней картофеля составил 98-154 ц/га. Урожайность сена многолетних трав 1-го г.п. в 2006 г. была 73-92 ц/га, а многолетних трав 2-го г.п., в более засушливых условиях 2007 г., ниже и изменялась незначительно – от 42 до 48 ц/га. Урожайность льноволокна в 8-й ротации, при возделывании

льна-долгунца сорта Леннок, была самой высокой за все годы проведения опыта – 14,4-19,5 ц/га, что, естественно, отразилось на уровне продуктивности севооборота. Среднегодовая продуктивность составила 28,9-35,7 ц з. ед/га.

При анализе продуктивности севооборотов в длительных опытах кроме изменения уровня плодородия почвы, необходимо учитывать, все другие изменения и уровень агротехники. Как правило, в более поздних ротациях возделывают наиболее продуктивные сорта, что сказывается на уровне продуктивности севооборота в целом. На уровень урожайности влияют и агрометеорологические условия, которые складываются при возделывании той или иной культуры.

В 1-й ротации севооборота [4] минеральная система удобрения (NPK67,5) обеспечила наиболее высокую продуктивность. Начиная с 3-й ротации, она уступала органической системе удобрения (H_5) и была самой низкой. Органоминеральная система удобрения ($H_5 + \text{NPK}67,5$), за исключением 6-й ротации, имела преимущество перед органической системой удобрения (H_{10}) и обеспечивала наиболее высокую продуктивность на протяжении всех ротаций севооборота.

Применение в севообороте более высоких доз удобрений – 200-350 кг д.в./га севооборотной площади при разном сочетании навоза и минеральных удобрений (вар. 5-9) обеспечило наиболее высокие показатели плодородия почвы: слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора – pH 4,6-5,3, высо-

кое и очень высокое содержание подвижного фосфора – 199-318 мг/кг, повышенное и высокое содержание калия – 161-203 мг/кг. Содержание гумуса оставалось низким, но было выше, чем в вариантах с 1948 г. и составило 1,33-1,63 % (табл.).

Наиболее благоприятный баланс элементов питания и гумуса в почве обеспечила насыщенность севооборота удобрениями в дозе 230 и 280 кг д.в./га при сочетании: $N_{10} + NPK_{100}$ и $N_{10} + NPK_{150}$ соответственно. Продуктивность севооборота в 8-й ротации составила 33,7 и 35,7 ц з.ед./га. При более высокой насыщенности севооборота удобрениями – 330 и 350 кг д.в./га продуктивность увеличилась до 35,7 и 39,7 ц з.ед./га. Однако интенсивность баланса элементов питания для почвы легкого гранулометрического состава, при современном подходе к оптимальным показателям баланса питательных веществ при достигнутом уровне содержания элементов питания в почве [6], была излишней, особенно по фосфору – 338 и 298 % (табл.).

Выводы. Многолетние исследования показали, что для льняного севооборота предпочтительнее органоминеральная система удобрения, обеспечивающая в течение длительного периода наиболее высокую продуктивность севооборота – 39,3 ц з.ед./га.

Насыщенность льняного севооборота удобрениями при среднегодовых дозах 67,5 и 135 кг д.в./га севооборотной площади при органической, минеральной и органоминеральной системах удобрения не обеспечивает положительный баланс питательных веществ и гумуса дерново-подзолистой почвы.

Для сохранения плодородия дерново-подзолистой почвы насыщенность севооборота удобрениями должна быть не

менее 230 и 280 кг д.в./га севооборотной площади при сочетании: навоз, 10 т/га + 100-150 кг д.в./га минеральных удобрений. Это обеспечит положительный баланс питательных веществ и гумуса почвы и продуктивность севооборота на уровне 33,7-35,7 ц з.ед./га.

Литература

1. Костюченко А.Д. Эффективность сочетания навоза и минеральных удобрений в травопольном льняном севообороте // Труды ВНИИЛ. Вып. VI. – М.: 1960. – С.108-120.
2. Минеев В.Г. Актуальные проблемы агрохимии в современном земледелии / Состояние и перспективы агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями (Материалы Международной научно-методической конференции учреждений-участников Геосети России и стран СНГ (10-11 июня 2010 г.). – М.: 2010. – С. 7-10.
3. Петрова Л.И. Изучение системы удобрения культур льняного севооборота в полеводческом стационаре/ Селекция, семеноводство и агротехника льна-долгунца. Сб. научных трудов. Вып. XXV. – Торжок, 1988. – С.105-113.
4. Петрова Л.И. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы / Селекция, семеноводство и агротехника льна-долгунца. – Торжок, 1991. – С.121-131.
5. Практическое руководство / Под ред. Л.М. Державина – М.: ВНИИ-А, 2005. – 160 с.
6. Сычев В.Г. Состояние и стратегия развития агрохимического обслуживания сельскохозяйственного производства России на период до 2010 года. // Плодородие. – 2004. – №5. – С 2-7.
7. Чекмарев П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 г. // Агрохимический вестник. – 2012. – №1. – С. 2-4.

EFFECT OF DIFFERENT FERTILIZING SYSTEM ON THE FERTILITY OF SODDY-PODZOLIC SOIL AND THE PRODUCTIVITY OF FLAX CROP ROTATION

N.N. Kuz'menko

All-Russian Research Institute of Flax

*ul. Lunacharskogo 35, Torzhok, Tver oblast, 172002 Russia. E:mail:vniilsekretar@mail.ru,
kuzmenko.nataliya2010@mail.ru*

On the basis of a long-term stationary experiment, it has been established that the saturation of crop rotation with fertilizers at the annual application of 230 and 280 kg a.i./ha maintains the fertility of soddy-podzolic soil and the productivity of flax crop rotation at a level of 33.7–35.7 ct g.u./ha.

Keywords: fertilizing system, humus, flax crop rotation, productivity.