

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЛОДОСМЕННОГО СЕВОБОРОТА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н.М. Белоус, д.с.-х.н., В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н., Д.Г. Кротов, к.с.-х.н., В.В. Талызин, к.б.н.

Изучали влияние длительного применения удобрений на продуктивность плодосменного севооборота и изменение основных агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой песчаной почвы в условиях радиоактивного загрязнения с целью получения экологически безопасной продукции растениеводства.

Ключевые слова: севооборот, плодородие, почва, агрохимические средства, радиоактивное загрязнение, содержание цезия.

Investigation of long-time fertilizers' application's influence on productivity of crop rotation and dynamic of main agrochemical parameters of sod-podzolic sandy soil under radioactive pollution for ecologically safe harvest.

Keywords: crop rotation, fertility, soil, agrochemical means, radioactive pollution, caesium content.

Наблюдающийся в последние 10-15 лет спад агропромышленного производства привел к резкому усилению процессов деградации почвенного плодородия, итогом которого служит снижение (на 0,2-0,3%) содержания гумуса в почвах Нечерноземной зоны (Сычев и др., 2001). В связи с этим для современного земледелия весьма характерно повышение роли удобрений и усиление их влияния на плодородие почв. При этом очень высока роль удобрения на дерново-подзолистых почвах легкого механического состава, обладающих невысоким уровнем плодородия (Белоус, 1998, 2000, Босак, 2003).

Исследования по изучению эффективности длительного применения удобрений проводили в 1993-2004 гг. в трех ротациях плодосменного севооборота: картофель, овес, люпин на зеленый корм, озимая рожь. Опыт развернут в пространстве в четырех полях.

Почва дерново-подзолистая песчаная развивающаяся на мощных древнеаллювиальных песках. Плотность за-

грязнения опытного участка в среднем 568 кБк/м². Агрохимическая характеристика пахотного горизонта до закладки опыта: гумус (по Тюрину) 2,14-2,51%, рН_{KCl} 6,5-7,0; гидролитическая кислотность 0,59-0,73 мг-экв/100 г почвы, содержание подвижного P₂O₅ и обменного K₂O (по Кирсанову) 385-510 и 69-117 мг/кг почвы.

Общая площадь делянок – 90 м² (15 x 6), учетная для зерновых – 44 м² (11 x 4), для картофеля – 28 м² (8 x 3,5). Повторность вариантов четырехкратная. Агротехника – общепринятая для зоны. Схема опыта предусматривала применение химических средств защиты растений. Учет урожая – сплошной поделяночный.

Погодные условия в годы исследований существенно различались: наиболее благоприятные (1993, 1994, 1998, 2001, 2004 гг.); умеренные (1996 и 1997 гг.); засушливые (1995, 1999, 2002, 2003 гг.).

Эффективность различных систем удобрения и пестицидов в значительной степени зависела от биологичес-

1. Влияние систем удобрения на урожай культур плодосменного севооборота (1993-2004 гг.)

Вариант	Картофель		Овес		Люпин (з/корм)		Озимая рожь	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Контроль (без удобрений)	99	-	7,6	-	100	-	7,0	-
2. Навоз, 80 т/га	152	53	10,6	3,0	110	10	9,2	2,2
3. Навоз, 40 т/га + 1NPK	177	78	17,0	9,4	114	14	15,7	8,7
4. 1NPK	140	41	15,9	8,3	120	20	15,0	8,0
5. 2NPK	178	79	18,1	10,5	127	27	19,5	12,5
6. 3NPK	174	75	16,7	9,1	142	42	16,5	9,5
7. Навоз, 40 т/га + 1NPK + пестициды	199	100	22,0	14,4	144	44	22,3	15,3
8. 1NPK + пестициды	160	61	16,4	8,8	125	25	16,3	9,3
9. 2NPK + пестициды	207	108	20,0	12,4	149	49	24,2	17,2
10. 3NPK + пестициды	190	91	20,7	13,1	160	60	25,4	18,4
	HCP ₀₅ , ц/га		24		1,8		23	
Примечание. 1NPK под картофель равен N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀ , 1NPK под овес – N ₅₅ P ₂₀ K ₄₀ , 1NPK под озимую рожь – N ₇₀ P ₃₀ K ₆₀ , 1NPK под люпин – P ₂₀ K ₄₀ . 1 – урожайность, ц/га, 2 – прибавка, ц/га.								

2. Влияние удобрений и пестицидов на продуктивность плодосменного севооборота (1993-2004 гг.)

Вариант	Среднегодовая доза NPK (кг/га), навоза (т/га)	Продуктивность севооборота, ц/га зерн.ед.				Прибавка, +/-	
		ротация				от удобрений	от пестицидов
		первая	вторая	третья	средняя		
1	-	18,3	15,0	13,5	15,6	-	-
2	Навоз, 20 т/га	21,8	21,3	20,0	21,0	+5,4	-
3	Навоз, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	30,1	27,8	24,3	27,4	+11,8	-
4	N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀	26,8	23,6	23,0	24,5	+8,9	-
5	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	33,7	28,9	26,8	+29,8	+14,2	-
6	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₈₀	32,2	29,6	24,5	28,8	+13,2	-
7	Навоз, 10 т/га + N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀ + пестициды	36,6	33,4	32,2	34,1	+18,5	+6,7
8	N ₅₀ P ₂₅ K ₆₀ + пестициды	31,6	25,5	23,1	26,7	+11,1	+2,2
9	N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀ + пестициды	39,8	34,0	30,4	34,7	+19,1	+4,9
10	N ₁₅₀ P ₇₅ K ₁₈₀ + пестициды	38,7	34,8	31,0	34,8	+19,2	+6,0
НСР ₀₅		6,0	4,6	6,0			

Примечание. Расшифровка вариантов дана в табл. 1.

ких особенностей растений, их отзывчивости на удобрения, а также от погодных условий (табл. 1).

Так, урожайность картофеля при внесении 80 т/га подстильного навоза составила 152 ц/га (в контроле 99 ц/га), а при сочетании органических удобрений с минеральными она возросла до 177 ц/га.

От внесения 2NPK (N₁₅₀P₆₀K₁₈₀) прибавка урожая картофеля за 12 лет составила 79 ц/га, она возросла в 2 раза. Повышение дозы до 3NPK (N₂₂₅P₉₀K₂₇₀) хотя и увеличивало урожайность клубней в отдельные годы, однако оно было неадекватным увеличению дозы минеральных удобрений. В среднем за 12 лет урожайность картофеля под влиянием пестицидов в зависимости от системы удобрения повышалась от 160 до 207 ц/га, при этом прибавка от пестицидов составляла порядка 20-29 ц/га, в то время как от удобрений она была на уровне 41-79 ц/га. Самая высокая прибавка 29 ц/га урожая клубней от пестицидов получена при внесении N₁₅₀P₆₀K₁₈₀ (2NPK).

Урожайность зерна овса в контроле в значительной степени определялась уровнем естественного плодородия почвы, а также влиянием погодных условий и в среднем за 12 лет составила 7,6 ц/га. Наиболее высокий урожай зерна овса в опыте получен по органо-минеральной системе удобрения в комплексе с пестицидами, при этом прибавка от применения пестицидов в среднем составила 5,0 ц/га.

Урожайность зеленой массы кормового люпина составила 100-160 ц/га. Различий между органической и органо-минеральной системой удобрения по уровню урожайности зеленой массы не наблюдалось. С возрастанием доз фосфорно-калийных удобрений урожайность увеличивалась максимально в варианте с дозой P₆₀K₁₂₀ – 142 ц/га.

Достоверные прибавки (30 ц/га) урожая зеленой массы кормового люпина от пестицидов в среднем за 12 лет получены в вариантах с органо-минеральной системой удобрений и с повышенной (P₆₀K₁₂₀) дозой минеральных – 28 ц/га. Действие пестицидов на фоне

средней дозы (P₄₀K₈₀) оказалось слабее, прибавка урожайности зеленой массы составила 22 ц/га, то есть в пределах ошибки опыта.

Урожайность озимой ржи за 12 лет изменялась в среднем от 7,0 до 25,4 ц/га в зависимости от погодных условий и системы удобрения. Озимая рожь была завершающей культурой севооборота, поэтому влияние органических удобрений имело явно затухающий характер. Прибавка урожая зерна составила 2,2 ц/га. Более высокая (8,7 ц/га) прибавка получена от сочетания последствия половинной дозы навоза (40 т/га) с низкой дозой NPK (N₇₀P₃₀K₆₀) прямого действия. За три ротации севооборота самая высокая урожайность (25 ц/га) зерна озимой ржи получена в варианте с дозой (N₂₁₀P₉₀K₁₈₀) (3NPK) с колебаниями по годам от 12,4 до 33,3 ц/га, средний урожай на контроле составил 7,0 ц/га. Практически такая же урожайность получена в варианте с внесением средних доз (N₁₄₀P₆₀K₁₂₀) – 24,2 ц/га.

Пестициды оказали сравнительно высокое положительное влияние на урожайность озимой ржи, хотя прибавка от удобрений была значительно выше. Самая высокая (+8,5 ц/га) прибавка получена от сочетаний тройной дозы (N₂₁₀P₉₀K₁₈₀) и пестицидов.

Результаты показали, что в исследуемом севообороте в первой, во второй и третьей ротациях, самой продуктивной культурой был картофель. Из зерновых культур наиболее высокую продуктивность в целом показал овес против озимой ржи, самую низкую – кормовой люпин.

Следует также отметить, что продуктивность севооборота в третьей ротации севооборота была значительно ниже по сравнению с первой и второй, что объясняется различием погодных условий. В третьей ротации севооборота продуктивность в варианте без удобрений по отношению к первой и второй ротации снизилась на 4,8-1,5 ц/га зерн.ед. (табл. 2).

Органические удобрения повышали продуктивность изучаемого севооборота в среднем на 5,4 ц/га зерн.ед. При применении органо-минеральной системы удобре-

3. Влияние длительного применения средств химизации на агрохимические показатели дерново-подзолистой песчаной почвы (четвертое поле)

Вариант	Гумус, %		рН _{KCl}		Н _r		S		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	1993 г.	2005 г.	1993 г.	2005 г.	мг-экв/100 г почвы				мг/кг почвы			
					1993 г.	2005 г.	1993 г.	2005 г.	1993 г.	2005 г.	1993 г.	2005 г.
Контроль	1,91	1,61	6,90	7,06	0,54	0,55	10,0	7,8	370	255	71	47
Навоз, 80 т/га	2,09	1,96	6,95	6,96	0,50	0,66	12,2	8,2	369	360	78	62
Навоз, 40 т/га + 1NPK	2,06	2,31	6,95	6,96	0,51	0,43	10,8	5,8	370	393	76	98
1NPK	2,20	2,11	7,01	7,06	0,54	0,55	16,4	13,0	359	293	80	78
2NPK	2,50	2,34	7,05	7,01	0,54	0,56	15,8	11,4	358	297	93	117
3NPK	2,26	2,38	7,00	6,96	0,54	0,61	15,0	8,4	395	386	106	132
Навоз, 40 т/га + 1NPK + пестициды	2,52	2,46	7,01	7,02	0,67	0,66	18,2	14,0	389	396	104	112
1NPK + пестициды	2,39	2,16	6,95	7,15	0,54	0,49	20,0	14,4	390	311	71	78
2NPK + пестициды	2,55	2,54	7,02	7,05	0,47	0,56	16,6	12,8	380	371	91	95
3NPK + пестициды	2,60	2,52	7,02	6,97	0,47	0,61	17,2	16,4	403	394	82	148

ния она увеличивалась на 11,8 ц/га зерн.ед. За счет одного только эффекта взаимодействия органического удобрения с минеральными прибавка составила 6,4 ц/га зерн.ед. При сочетании этой системы удобрений с пестицидами продуктивность севооборота по сравнению с контролем повышалась на 18,5 ц/га, причем прибавка от пестицидов достигла 6,7 ц/га зерн.ед.

Максимальная продуктивность севооборота 39,8 ц/га зерн.ед. получена в первой ротации при использовании дозы N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ в комплексе со средствами защиты растений. Во второй ротации наибольшая эффективность отмечалась в варианте N₁₅₀P₇₅K₁₈₀, а в третьей – по органо-минеральной системе в комплексе с пестицидами. Судя по уровню продуктивности в среднем за 3 ротации севооборота (34,7 ц/га зерн.ед.), минеральную систему при дозе N₁₀₀P₅₀K₁₂₀ и сочетании с пестицидами можно считать оптимальной для дерново-подзолистой песчаной почвы. Следовательно, достаточно высокая урожайность и продуктивность культур севооборота получена при комплексном применении органо-минеральной системы удобрений и пестицидов, а также от внесения средних доз NPK минеральной системы удобрений в сочетании с пестицидами.

В результате исследований установлено, что после трех ротаций севооборота отмечены некоторые изменения основных показателей плодородия почвы (табл. 3).

В контрольном варианте отмечено снижение содержания гумуса с 1,91 до 1,61%, то есть на легких дерново-подзолистых почвах ведение сельскохозяйственного производства без применения удобрений в короткий срок приводит к его падению, увеличилась гидролитическая кислотность, уменьшилась сумма поглощенных оснований (S). За три ротации севооборота произошло некоторое снижение подвижных форм фосфора и обменного калия в почве.

Внесение подстилочного навоза в дозе 80 т/га практически обеспечило сохранение содержания гумуса на исходном уровне. Органо-минеральная система удобрения имела некоторую тенденцию к повышению содержания гумуса (+0,25%). Повышенная доза минеральных удобрений (N₆₀₀P₃₀₀K₇₂₀) за ротацию поддерживала содержание гумуса на исходном уровне. Минеральная система с более низкими дозами NPK не обеспечивает сохранения содержания гумуса на исходном уровне, в этих вариантах отмечена тенденция к снижению его содержания.

4. Влияние систем удобрения и средств защиты растений на содержание ¹³⁷Cs в урожае

Вариант	Картофель (клубни)		Овес (зерно)		Люпин (зеленая масса)		Озимая рожь (зерно)	
	содержание ¹³⁷ Cs, Бк/кг	кратность снижения (K _{сн})	содержание ¹³⁷ Cs, Бк/кг	кратность снижения (K _{сн})	содержание ¹³⁷ Cs, Бк/кг	кратность снижения (K _{сн})	содержание ¹³⁷ Cs, Бк/кг	кратность снижения (K _{сн})
Контроль	87	-	122	-	295	-	72	-
Навоз, 80 т/га	42	2,1	77	1,6	174	1,7	49	1,5
Навоз, 40 т/га + 1NPK	37	2,4	74	1,7	144	2,0	36	2,0
1NPK	41	2,1	82	1,5	158	1,9	40	1,8
2NPK	32	2,7	66	1,9	126	2,3	32	2,3
3NPK	27	3,2	72	1,7	98	3,0	34	2,1
Навоз, 40 т/га + 1NPK + пестициды	32	2,7	74	1,7	129	2,3	34	2,1
1NPK + пестициды	33	2,6	88	1,4	163	1,8	39	1,8
2NPK + пестициды	31	2,8	62	2,0	125	2,4	27	2,7
3NPK + пестициды	34	2,6	60	2,0	94	3,1	26	2,8

Примечание. СанПиН 2.3.2.1078-01: для картофеля – 120 Бк/кг, для зерновых 70 Бк/кг; ВП 13.5.13/06-01 для зеленых кормов – 100 Бк/кг.

