

УДК 631.8:631.582

## ОТЗЫВЧИВОСТЬ КУЛЬТУР НА СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ В ДЛИТЕЛЬНОМ СЕВООБОРОТЕ

Дзюин А.Г., Дзюин Г.П.

*ФГБНУ Удмуртский НИИСХ, Ижевск, e-mail: ugniish@yandex.ru*

В длительном стационарном опыте с дерново-подзолистой суглинистой почвой изучено влияние систем удобрений на урожайность культур и продуктивность севооборота. Органоминеральная и известково-органоминеральная системы удобрений во всех пяти ротациях обеспечили получение наибольшей продуктивности: 2,63; 3,32; 4,31; 3,64 (с внесением микроэлементов – 3,74); 2,92 т з.е. соответственно. В повышении его продуктивности доля азота составила 24,5%, фосфора – 17,2%, калия – 16,2%. Использование микроэлементов и соломы озимой ржи положительно сказалось на урожайности культур и продуктивности севооборота.

**Ключевые слова:** система удобрения, севооборот, урожайность, продуктивность

## RESPONSIVENESS OF CROPS TO FERTILIZER SYSTEMS IN LONG CROP ROTATION

Dzyuin A.G., Dzyuin G.P.

*The Udmurt State Agricultural Research Institute, Izhevsk, e-mail: ugniish@yandex.ru*

Impact of a fertilizer systems on crop yields and productivity of crop rotation was studied in long-term stationary experiment with sod-podzolic loamy soil. Organo-mineral and lime-organo-mineral fertilizer systems in all five rotations have provided the greatest productivity: 2.63; 3.32; 4.31; 3.64 (with applying microelements – 3.74); 2.92 tonnes of grain units, respectively. In improving its productivity fraction of nitrogen was 24.5%, phosphorus – 17.2%, potassium – 16.2%. Use of microelements and winter rye straw had a positive impact on crop yields and productivity of crop rotation.

**Keywords:** fertilizersystem, crop rotation, crop yield, productivity

Системы удобрений направлены на повышение урожайности культур севооборота. Систематическое их использование в течение длительного времени повышает уровень плодородия почвы и продуктивность севооборота [3]. Наиболее действенным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур при соблюдении агротехнических требований является комплексное применение удобрений [4]. В многолетнем опыте Ижевской ГСХА использование органической системы удобрений обеспечило получение – 2,57, минеральной – 3,29 и органоминеральной – 3,67, без удобрений – 1,61 т з.е./га [1]. В опыте ЦОС ВИУА продуктивность севооборота достигла 5,0 т з.е./га [2]. В Удмуртском НИИСХ системы применения удобрений изучаются в 8-польном севообороте.

**Цель исследований.** Изучить влияние систем удобрений на продуктивность севооборота и плодородие почвы.

### Материалы и методы исследований

За годы исследований (1971–2011 гг.) прошли 5 ротаций севооборота. Опыты введутся на двух полях, заложенных в 1971 и 1972 гг. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая: рН<sub>ксл</sub> – 5,9, Нг – 1,38–1,56, S – 12,7–14,6 мг-экв./100 г почвы, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 152–280, K<sub>2</sub>O – 113–116 мг/кг почвы, гумус – 2,3–2,4%. Опыт состоит из двух факторов. Фактор А – фонь: Н<sup>1</sup> – минеральная система удобрения; И<sup>2</sup> – известково-минеральная система; Н<sup>5</sup> – органоминеральная систе-

ма; И<sup>2</sup>Н<sup>5</sup> – известково-органоминеральная система. Фактор В – минеральные удобрения. 1 – без удобрений; 2 – N<sub>40</sub>; 3 – K<sub>40</sub>; 4 – P<sub>40</sub>; 5 – (NPK)<sub>10</sub>; 6 – (NPK)<sub>20</sub>; 7 – (NPK)<sub>30</sub>; 8 – (NPK)<sub>40</sub>; 9 – (NPK)<sub>50</sub>; 10 – (NPK)<sub>60</sub>; 11 – (NPK)<sub>60</sub> + микроэлементы. Чередование культур в севообороте: пар черный, озимая рожь, кукуруза, яровая пшеница + клевер, клевер 1 г.п., клевер 2 г.п., озимая рожь, ячмень. Повторность опыта – 4-кратная. Площадь первичной делянки – 114,7 и 119,3 м<sup>2</sup> соответственно по закладкам опыта. В мае 2005, 2009–2011 гг. осадков выпало меньше нормы. Июньские (2006, 2008 и 2010 гг.), июльские засухи (2009 г.) и особенно в экстремальном 2010 году, задерживали рост и развитие растений.

### Результаты исследований и их обсуждение

В первой ротации (1971–1979 гг.) продуктивность систем удобрений с внесением N<sub>64</sub>P<sub>46</sub>K<sub>46</sub>, навоза 40 т/га и извести по 1 г.к. составила 2,57–2,63 т з.е./га. Во второй ротации (1980–1987 гг.) с повышением доз удобрений (N<sub>92</sub>P<sub>86</sub>K<sub>77</sub>) и навоза (60 т/га) продуктивность достигла 3,32 т з.е./га. В третьей ротации (1988–1995 гг.) минеральные удобрения N<sub>77</sub>P<sub>86</sub>K<sub>77</sub> на фоне 60 т/га навоза и ранее внесенной извести обеспечили получение наибольшей продуктивности севооборота – 4,00–4,31 т з.е./га. С добавлением микроудобрений (цинка под озимую рожь, кобальта под картофель, меди под яровую пшеницу и ячмень, бора и молибдена под клевер) было получено 4,67 т з.е./га. В чет-

вёртой ротации (1996–2002 гг.) продуктивность севооборота также была выше по известково-органоминеральной системе удобрения. С внесением 4-го уровня –  $N_{81}P_{80}K_{102}$  составила 3,64 т з.е./га, в сочетании с микро-

удобрениями – 3,74 при 2,69 т з.е./га на контроле. Незначительно уступали этой системе органоминеральная (3,54) и существенно известково-минеральная (2,91–2,97) и минеральная (2,95 т з.е./га) системы.

**Таблица 1**

Влияние минеральных удобрений на урожайность культур и продуктивность 5-й ротации севооборота, т з.е./га

№ варианта	Оз. рожь		Кукуруза		Яровая пшеница		Вика-овёс, Клевер 1 г.п.		Горох-овёс, Клевер 2 г.п.		Озимая рожь		Ячмень		Продуктивность севооборота			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	
																	т/га	%
1	2,22	–	1,71	–	1,76	–	2,34	–	2,21	–	2,27	–	1,78	–	2,04	–	–	–
2	2,69	0,47	2,34	0,63	2,48	0,72	2,62	0,28	2,59	0,38	2,70	0,43	2,25	0,47	2,54	0,50	24,5	–
3	2,67	0,45	2,23	0,52	2,12	0,36	2,58	0,24	2,48	0,27	2,38	0,11	2,15	0,37	2,37	0,33	16,2	–
4	2,68	0,46	2,00	0,29	2,02	0,26	2,90	0,56	2,44	0,23	2,60	0,33	2,12	0,34	2,39	0,35	17,2	–
5	2,94	0,72	2,42	0,71	2,48	0,72	2,74	0,40	2,72	0,51	2,83	0,56	2,30	0,52	2,63	0,59	28,9	–
6	3,00	0,78	2,48	0,77	2,54	0,78	2,94	0,60	2,61	0,40	2,85	0,58	2,26	0,48	2,66	0,62	30,4	–
7	3,02	0,80	2,64	0,93	2,56	0,80	2,86	0,52	2,67	0,46	2,99	0,72	2,45	0,68	2,74	0,70	34,3	–
8	2,94	0,72	2,77	1,06	2,70	0,94	2,80	0,46	2,72	0,51	3,00	0,73	2,52	0,74	2,77	0,73	35,8	–
9	3,00	0,78	2,83	1,12	2,86	1,10	2,80	0,46	2,78	0,57	3,05	0,78	2,64	0,86	2,85	0,81	39,7	–
10	3,04	0,82	3,00	1,29	2,97	1,21	2,85	0,51	2,81	0,60	3,22	0,95	2,60	0,82	2,92	0,88	43,1	–
11	3,06	0,84	3,02	1,31	3,00	1,24	3,01	0,67	2,80	0,59	3,13	0,86	2,69	0,91	2,95	0,92	45,1	–
Среднее	2,84	–	2,49	–	2,50	–	2,77	–	2,62	–	2,82	–	2,35	–	2,63	–	–	–
НСР <sub>05</sub>	–	0,03	–	0,06	–	0,04	–	0,06	–	0,14	–	0,14	–	0,11	–	0,08	–	–

Примечание. 1 – урожайность культур; 2 и 3 – прибавка урожайности и продуктивности.

**Таблица 2**

Продуктивность 5-й ротации севооборота в зависимости от фонов, т з.е./га

Культура	*	Фон					
		$H^1$	$I^2$	$H^5$	$I^2H^5$	Среднее	НСР <sub>05</sub>
Озимая рожь	1	2,85	2,89	2,90	2,92	2,89	0,07
	2	–	0,04	0,05	0,07	–	
Кукуруза	1	2,26	2,20	3,09	2,94	2,65	0,16
	2	–	–0,06	0,93	0,68	–	
Яровая пшеница	1	2,31	2,26	2,75	2,78	2,52	0,08
	2	–	–0,05	0,44	0,47	–	
Вика-овес, клевер 1 г.п.	1	2,60	2,69	2,85	3,05	2,80	0,08
	2	–	0,09	0,25	0,45	–	
Горох-овес, клевер 2 г.п.	1	2,63	2,52	2,73	2,71	2,65	0,18
	2	–	–0,11	0,10	0,08	–	
Озимая рожь	1	2,66	2,53	3,34	3,12	2,91	0,14
	2	–	–0,13	0,68	0,47	–	
Ячмень	1	2,41	2,33	2,72	2,58	2,51	0,11
	2	–	–0,08	0,31	0,17	–	
Продуктивность севооборота	1	2,53	2,49	2,92	2,87	2,70	0,08
	2	–	–0,04	0,39	0,34	–	
	3	–	–1,6	15,4	13,4	–	

Примечание. 1 – урожайность культур и продуктивность севооборота; 2 – прибавка урожайности и продуктивности, т з.е.; 3 – прибавка продуктивности, %.

В 5-й ротации продуктивность севооборота от полного удобрения (NPK) повышалась на 0,59–0,88 т з.е./га (НСР<sub>05</sub> – 0,08 т/га) или на 28,9–43,1% при внесении (NPK)<sub>10</sub>–(NPK)<sub>60</sub> (табл. 1). Разница между наибольшей и наименьшей величиной урожайности в среднем по культурам была небольшой 0,49 (2,35–2,84) т з.е./га. Наибольшее влияние (на 24,5%) на продуктивность севооборота оказал азот, несколько меньше – фосфор (17,2%) и калий (16,2%). Внесение микроэлементов в сочетании с (NPK)<sub>60</sub> увеличило продуктивность на 0,04 т з.е./га по отношению к варианту (NPK)<sub>50</sub> и на 0,92 т з.е./га (45,1%) по отношению к контролю без удобрений. Аналогичная закономерность роста урожайности от нарастающих доз NPK сохранилась у кукурузы и яровой пшеницы. У озимой ржи (1-я культура) максимум урожайности достиг на уровне внесения (NPK)<sub>30</sub> – 3,02 т/га и отмечается тенденция роста от микроэлементов. У озимой ржи – предпоследней культуры максимум урожайности отмечен в варианте (NPK)<sub>60</sub> – 3,22 т/га. Проявилось последствие минеральных удобрений на однолетних травах и клевере. Наибольшая урожайность викоовсяной смеси и клевера отмечена в варианте с внесением (NPK)<sub>60</sub> + микроэлементы – 3,01 т з.е./га. У горохоовсяной смеси и клевера с увеличением доз удобрений в последствии отмечалось повышение урожайности с перепадами, что свидетельствует о неустойчивости их влияния на второй год. По мере возрастания доз повышалась урожайность ячменя. То же самое наблюдалось на унавоженных фонах. На фоне без навоза устойчивого роста урожайности от разных доз NPK не наблюдалось.

Лучшие условия для роста и развития растений создавались на унавоженных фонах Н<sup>5</sup> и И<sup>2</sup>Н<sup>5</sup> (табл. 2). Они обеспечили достоверное повышение урожайности кукурузы на 0,68–0,93, яровой пшеницы – 0,44–0,47, викоовсяной смеси – 0,25–0,45 и предпоследней культуры озимой ржи – 0,47–0,68 т з.е./га по сравнению с нулевым

фоном Н<sup>1</sup>. Продуктивность севооборота на этих фонах также была выше – 2,87–2,92 против 2,53 т з.е./га на контрольном фоне (прибавка – 13,4–15,4%).

В 3–5-й ротациях севооборота солому озимой ржи по два раза запахивали в почву. Несомненно, она оказала положительное влияние на урожайность культур, в том числе и на вариантах без удобрений. Так, на нулевом фоне (Н<sup>1</sup>) продуктивность севооборота без них в 4-й и 5-й ротациях составила 2,52 и 2,53 т з.е./га. Видно, что продуктивность в севообороте при 2-кратном использовании соломы стабилизировалась.

### Выводы

В длительном опыте за годы исследований органоминеральная и известково-органоминеральная системы удобрений обеспечивали получение наибольшей продуктивности севооборота. В их составе потребность внесения минеральных удобрений составила: на уровень 2,60–3,20 т з.е./га – N<sub>40-60</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>; 3,50–4,50 т з.е./га – N<sub>60-80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>90</sub> в среднем. Доля азота на уровне 40 кг д.в./га – 24,5%, фосфора – 17,2%, калия – 16,2%. Микроудобрения в сочетании с NPK способствовали повышению продуктивности севооборота. Длительное использование одной соломы озимой ржи в качестве удобрения стабилизировало продуктивность севооборота на уровне 2,5 т з.е./га.

### Список литературы

1. Башков А.С. Агрохимические основы повышения эффективности систем удобрений полевых культур на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья: Автореф. дис. док. с.-х. наук. – Пермь, 2000. – 66 с.
2. Милащенко Н.З. Плодородие почв, удобрения и производство зерна // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 2. – С. 14–18.
3. Попова С.И., Зиганьшина Ф.М., Тараканова Н.Я. Действие удобрений при длительном их применении на урожай полевых культур и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов: науч. тр. ВАСХНИЛ. – М.: изд-во Колос, 1980. – С. 140–159.
4. Холзаков В.М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Среднем Предуралье: Автореф. Дис. док. с.-х. наук. – Тюмень, 2004. – 32 с.