

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ

М.С. Васильева, ВНИИА

Работа выполнена по госзаданию №0572-2014-0006

Рассматриваются результаты исследований по повышению продуктивности полевого севооборота на черноземе типичном. Приведены расчеты агрономической эффективности применения полевого севооборота. Показано экономически целесообразное и экологически безопасное использования агрохимических средств.

Ключевые слова: севооборот, чернозем типичный, повышение продуктивности севооборота, агрономическая эффективность.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.103.15

Система удобрения в севооборотах хозяйства – это организационно-хозяйственный, агрохимический и агротехнический комплекс мероприятий, направленных на выполнение научно обоснованного применения удобрений [1]. Безусловно, её разрабатывают с учетом биологических особенностей культур, величины планируемого урожая, почвенно-климатических условий, последствий удобрений, особенностей каждого поля, баланса питательных веществ, влияния удобрений на качество урожая и повышение плодородия почв [2, 3].

Применение полного минерального удобрения, а также действие и последствие различных видов органических удобрений оказывают существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и на севооборот в целом [6, 7].

Тяжелый гранулометрический состав черноземов определяет их высокую гигроскопичность [10]. Чернозёмы обладают высокой влагоудерживающей способностью, из общего количества почвенной влаги, которую они способны удерживать в двухметровом слое почвы, менее 50% относится к категории продуктивной. Этого количества вполне достаточно для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур [5, 11, 12].

Методика. Исследования были начаты в 2015 г. и продолжаются по сей день, в полевом 13-польном севообороте со следующим чередованием культур: 1 - подсолнечник; 2 - озимая пшеница + многолетние травы; 3 - люцерна 1-го года; 4 - люцерна 2-го года; 5 - сахарная свекла; 6 - кукуруза на зерно; 7 - озимая пшеница; 8 - подсолнечник; 9 - кукуруза на зерно; 10 - озимая пшеница; 11 - сахарная свекла; 12 - кукуруза на силос; 13 - озимый ячмень. На полях проводили агротехнические мероприятия, в том числе обработку почвы, применение удобрений, химических средств защиты от сорняков, болезней и вредителей на общей площади 4 550 га. Основной задачей севооборота является подготовка предшественника почвы для последующей культуры [4, 8].

Схема севооборота и основные агрохимические параметры представлены в таблице 1. Агрохимическое обследование полей показало, что средневзвешенный показатель кислотности (pH_{KCl}) был на уровне 7,0. Уровень обеспеченности P_2O_5 и K_2O (по Мачигину) соответствует 4- и 6-му классам, что составляет 3,5 и 48 мг/100 г почвы. Это позволяет при разработке системы удобрения при необходимости снизить дозу калийного удобрения или не применять его вовсе [5, 9].

1. Агрохимические показатели по севообороту

№ поля	Чередование культур севооборота	Планируемая урожайность, т/га	Вынос, т/кг			pH_{KCl}	Класс обеспеченности	
			N	P_2O_5	K_2O		P_2O_5	K_2O
1	Подсолнечник	3,2	44	13	88	6,9	3	6
2	Озимая пшеница + мн.травы	6,0	35	12	26	6,8	5	6
3	Люцерна 1-го г.п.	6,0 (сено)	15	6	20	6,1	3	6
4	Люцерна 2-го г.п.	6,0 (сено)	15	6	20	6,3	4	6
5	Сахарная свекла	50,0 (30 т/га навоза)	3,6	1,2	4,1	6,5	5	6
6	Кукуруза на зерно	6,0	34	12	37	6,4	4	6
7	Озимая пшеница	6,0	35	12	26	6,7	3	6
8	Подсолнечник	3,2	44	13	88	6,8	5	6
9	Кукуруза на зерно	6,0	34	12	37	6,4	5	6
10	Озимая пшеница	6,0	35	12	26	6,5	3	6
11	Сахарная свекла	50,0 (30 т/га навоза)	3,6	1,2	4,1	6,3	3	6
12	Кукуруза на силос	50,0	2,6	0,8	4,2	6,6	4	6
13	Озимый ячмень	6,0	27	11	24	6,7	5	6
Среднее значение		-	-	-	-	-	4	6

В таблице 1 также указана планируемая урожайность для каждой культуры. Согласно справочной информации и обобщения данных предыдущих лет, рассчитан вынос питательных веществ. Для экономически целесообразного и экологически безопасного применения удобрений был произведен расчет их доз методом элементарного баланса по культурам. Для этого использовали данные по выносу питательных веществ, коэффици-

циенты питательных веществ культур из почвы, минеральных и органических удобрений и пожнивно - корневых остатков (см. табл. 3). Под сахарную свеклу вносили навоз в дозе 30 т/га.

В таблице 2 представлена группировка почв, на основе которой по усредненному агрохимическому показателю была составлена система удобрения для сево-

оборота. В годовом плане учитывали класс обеспеченности почв по каждому элементу и каждому полю.

2. Группировка почв по степени кислотности и содержанию питательных веществ

Клас сы почв	Почвы по степени ки- слотности	pH _{ксл}	Содержание подвижных форм фос- фора или калия	По Мачигину	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/100 г почвы	
1	Очень сильно- кислые	≤ 4,0	Очень низкое	≤ 1,0	≤ 5,0
2	Сильнокислые	4,1-4,5	Низкое	1,1-1,5	5,1-10,0
3	Среднекислые	4,6-5,0	Среднее	1,6-3,0	10,1-20,0
4	Слабокислые	5,1-5,5	Повышенное	3,1-4,5	20,1-30,0
5	Близкие к нейтральным	5,6-6,0	Высокое	4,6-6,0	30,1-40,0
6	Нейтральные	> 6,0	Очень высокое	> 6,0	> 40,0

Таким образом, на поле, имеющем 3-й класс обеспеченности почв по фосфору, доза удобрений была увеличена на 25%, а при 5-м классе, её наоборот снижали на 25%. В сумме за севооборот в качестве основного удобрения было внесено: азота – 905, фосфора – 1195, калия – 380 кг д.в./га, в подкормку - азота 520 кг д.в./га (см. табл. 4). Учитывая низкое количество фосфорных удобрений, рекомендованное под основную обработку, как и в случае с озимыми культурами, было применено их рядковое внесение. Севооборот составлен с учетом того, что подсолнечник и сахарную свеклу возделывают на 6-7-й год.

Результаты и их обсуждение. В таблице 3 представлены результаты расчета выноса основных элементов питания 1 т основной продукции с учетом побочной по всем культурам 13-польного севооборота и на планируемый урожай (кг/га). Видно, что включение в севооборот люцерны способствует обогащению почвы азотом, поэтому вынос по данной культуре не учитывают. За весь севооборот вынос по азоту составил 1972

кг/га, по фосфору – 766, по калию – 2461 кг/га. За севооборот было внесено с минеральными удобрениями в сумме: азота – 1445 кг д.в./га, фосфора – 1195, калия – 380 кг д.в./га. При использовании 60 т/га навоза в почву было внесено: азота – 240 кг/га, фосфора – 120, калия – 300 кг/га. За счет посева люцерны в почве накоплено азота из пожнивно-корневых остатков (ПКО) - 60 кг/га. В сумме с органическими удобрениями и ПКО в почву поступило азота – 1745 кг, фосфора – 1315, калия – 680 кг. Баланс питательных веществ (% к выносу) составил: азота – 88, фосфора – 172, калия – 28. Разница между поступившими питательными веществами и их выносом составила: по азоту - 227 кг, по фосфору + 549, по калию - 1711 кг. Дозы удобрений под культуры севооборота приведены в таблице 4.

3. Баланс питательных веществ в севообороте

Чередование культур в севообо- роте	Урожай без удобрений, т/га			Прибавка, т/га			Вынос пита- тельных ве- ществ на при- бавку, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Подсолнечник	2,1	2,8	4,9	0,7	-	-	31	-	-
Оз. пшеница + мн.травы	1,9	1,3	3,9	4,1	4,7	2,1	144	56	55
Люцерна 1-го г.п.	5,4	4,4	7,2	0,6	1,6	-	9	10	-
Люцерна 2-го г.п.	5,4	4,4	7,2	0,6	1,6	-	9	10	-
Сахарная свекла	26,3	26,3	52,7	23,7	23,7	-	104	32	-
Кукуруза на зерно	2,4	2,6	5,8	3,6	3,4	0,2	122	41	7
Озимая пшеница	1,9	1,3	3,9	4,1	4,7	2,1	144	56	55
Подсолнечник	2,1	2,8	4,9	0,7	-	-	31	-	-
Кукуруза на зерно	2,4	2,6	5,8	3,6	3,4	0,2	122	41	7
Озимая пшеница	1,9	1,3	3,9	4,1	4,7	2,1	144	56	55
Сахарная свекла	26,3	26,3	52,7	23,7	23,7	-	104	32	-
Кукуруза на силос	25,1	39,4	34,2	23,9	10,6	15,8	62	9	66
Озимый ячмень	2,5	4,2	4,2	3,5	4,6	1,8	95	51	43
Всего за севооборот							1121	394	288
$KIN = \frac{1121 \cdot 100}{1685} = 67\% \quad KIP205 = \frac{394 \cdot 100}{1315} = 30\% \quad KIK20 = \frac{288 \cdot 100}{680} = 42\%$									

4. Система удобрения севооборота и расчет доз удобрений под каждую культуру (кг д.в./га)

Культура	Основное удобрение			Рядковое удобрение			Подкормка
	навоз	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Подсолнечник		75	-	-	30	-	-
Озимая пшеница + многолетние травы		70	240	90	-	-	145
Люцерна 1-го г.п.		-	-	-	-	-	20
Люцерна 2-го г.п.		-	-	-	-	-	20
Сахарная свекла	30	-	50	-	-	-	-
Кукуруза на зерно		105	180	-	-	-	-
Озимая пшеница		70	165	90	10	-	105
Подсолнечник		75	-	-	-	-	-
Кукуруза на зерно		205	200	-	-	-	-
Озимая пшеница		70	185	90	10	-	165
Сахарная свекла	30	100	-	-	-	-	-
Кукуруза на силос		65	-	60	-	-	-
Озимый ячмень		70	210	50	-	-	65
Всего	60	905	1195	380	-	-	520

Результаты учета урожайности культур севооборота, представленные в таблице 5, показали, что выход продукции без удобрений составил 65088 к.е., в среднем 5007 к.е/га. Применение расчетных доз удобрений позволило увеличить вдвое выход кормовых единиц за севооборот до 133804, в среднем на 1 га получено 10293 к.е. Система удобрения в сравнении с естественным плодородием обеспечила прибавку 5286 к.е/га.

Выявлено, что окупаемость 1 кг д.в. удобрений составляет 18,7 к.е.

При запашивании соломы в хозяйстве, окупаемость затрат на получение урожая составляет 16,3 к.е/кг д.в. удобрений, что превышает величину показателя по данным опытов агрохимической службы, где наибольшая окупаемость - 5 к.е/кг д.в.

5. Агрономическая эффективность по севообороту

Культура	Урожайность без удобрений, ц/га		Выход к.е.			Урожайность при внесении удобрений, ц/га		Выход к.е.	
	Основная продукция	Побочная продукция	Основная продукция	Побочная продукция	всего	Основная продукция	Побочная продукция	Основная продукция	Побочная продукция
Подсолнечник	25	175	3 750	*928	4 678	32	224	4 800	*1 187
Озимая пшеница + многолетние травы	16	27,2	1 920	*540	2 460	60	102	7 200	*2 040
Люцерна 1-го г.п.	49	-	2 401	-	2 401	60	-	2 940	-
Люцерна 2-го г.п.	49	-	2 401	-	2 401	60	-	2 940	-
Сахарная свекла	263	263	6 838	6049	12 887	500	500	13 000	11 500
Кукуруза на зерно	25	50	3 350	*1000	4 350	60	120	8 040	*2 400
Озимая пшеница	16	27,2	1 920	*540	2 460	60	102	7 200	*2 040
Подсолнечник	25	175	3 750	*928	4 678	32	224	4 800	*1 187
Кукуруза на зерно	25	50	3 350	*1000	4 350	60	120	8 040	*2 400
Озимая пшеница	16	27,2	1 920	*540	2 460	60	102	7 200	*2 040
Сахарная свекла	263	263	6 838	6049	12 887	500	500	13 000	11 500
Кукуруза на силос	320	-	6 176	-	6 176	500	-	9 650	-
Озимый ячмень	20	25	2 400	500	2 900	60	75	7 200	*4 500
Всего	-	-	47 014	18 164	65 088	-	-	96 010	40 794

*Побочная продукция не учитывается при запахивании соломы и пожнивно-корневых остатков.

Заключение. Таким образом, для хозяйств в условиях Краснодарского края на черноземе типичном был разработан 13-польный севооборот с балансом питательных веществ (% к выносу): азот – 88, фосфор – 172, калий – 28. Коэффициент использования (КИ) элементов из удобрений: N-67%, P-30, K-42%.

6. Оценка продуктивности растениеводства, к. е. (по И.С. Попову)

Культура	Вид продукции	Содержание кормовых единиц в 1 ц продукции	Отношение побочной продукции к основной
Ячмень	Зерно	120,0	1,25
	Стебли (солома)	35,8	
Озимая пшеница	Зерно	120,0	1,70
	Стебли	20,2	
Сахарная свекла	Корнеплоды	25,7	1,00
	Ботва	22,8	
Подсолнечник	Семена	150,0	7,00
	Стебли	5,3	
Кукуруза	Зерно	133,8	2,00
	Стебли	20,2	
Люцерна	Сено	48,8	-

Литература

1. Агеев, В.В. Планирование, методология, методика, модификации длительных опытов с удобрениями и математико-статистические методы обработки экспериментальных данных: методические указания / В.В. Агеев, А. И. Подколзин, С. В. Динякова. - Ставрополь:

СтГАУ, 2007. - 384 с.

2. Агрохимия/Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др.; Под ред. Б.А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.

3. Агрохимия: курс лекций. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова; МСХ РФ, Пермская ГСХА. - Пермь: Прокрость, 2015. - 426 с.

4. В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, И.Т. Трубилин, Н.С. Котляров, Г.М. Соляник. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 1995. – 192 с.

5. Вальков, Ю. А. Роль предшественников и удобрений при выращивании озимой пшеницы на Дону / Ю. А. Вальков // Вестник Алтайского ГАУ. - 2009. - №10. - С. 18-22.

6. Ганжара, Н. Ф., Борисов Б. А. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв. - М.: Агроконсалт, 1997. - 82 с.

7. Гришина, Л. А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. - М.: Изд-во МГУ, 1986. - 242 с.

8. Добровольский, Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почв. - М.: Изд-во МГУ, 1986.- 138 с.

9. Прянишников, Д. Н. Минерализация азотных соединений в почве / Д. Н. Прянишников. - М.: Сельхозгиз, 1952. - Т. 1. - С. 230-236.

10. Савич, В. Н., Парахин Н. В., Степанова Л. П. и др. Агрономическая оценка гумусового состояния почв. – Орел: ГАУ, 2001.- 204 с.

11. Шеуджен, А. Х. Плодородие почв Кубани и применение удобрений / А. Х. Шеуджен, Л. П. Леплявченко, А. И. Столяров, В. П. Суев, Н. Н. Дмитриенко //Результаты, перспективы и методология агрохимических исследований на Северном Кавказе. пос. Персиановский, 2004. - С. 156-167.

12. Щеглов, Д. И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - Воронеж, 1995. - 46 с.

TECHNIQUES FOR PRODUCTIVITY IMPROVING OF FIELD CROP ROTATION CULTIVATED ON TYPICAL CHERNOZEM

M.S. Vasilyeva, info@vniia-pr.ru

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia

The article examines the results of research on increasing the productivity of field crop rotation cultivated on typical chernozem.

We demonstrated results of calculations of the agronomic efficiency of field crop rotation.

Our study shows the approaches to cost-efficient and environmentally friendly application of agrochemicals.

Crop rotation, typical chernozem, increase in crop rotation productivity, agronomic efficiency.