

УДК 581.3: 631.582

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КУЛЬТУРАМИ ЗЕРНОПАРОВОГО СЕВООБОРОТА В УСЛОВИЯХ САМАРСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Обущенко Сергей Владимирович, канд. с.-х. наук, директор ФГУ «САС «Самарская».

443081, г. Самара, ул. Ново-Вокзальная, 112-Б.

E-mail: agrohim2007@rambler.ru

Черняков Алексей Иванович, аспирант кафедры «Химия и защита растений» ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия».

446442, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: alcher81@rambler.ru

Горшкова Оксана Васильевна, аспирант кафедры «Химия и защита растений» ФГБОУ ВПО «Самарская сельскохозяйственная академия», начальник группы ОАО «ВолгоНИИгипрозем».

443063, г. Самара, ул. Ставропольская, 45.

E-mail: we-so63@rambler.ru

Ключевые слова: азот, удобрения, фосфор, калий, вынос, вещества, урожай, культура, севооборот.

Цель исследований – повышение эффективности минеральных удобрений с обоснованием коэффициентов их потребления. Для изучения особенностей потребления питательных веществ основными зерновыми культурами был заложен короткоротационный 4-х польный полевой севооборот со следующим чередованием культур: пар черный – озимая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень. Закладка опытов проводилась с учетом основных методических рекомендаций. Площадь делянок – 720 м², повторность – трехкратная, размещение делянок – последовательное. При расчете норм внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу, яровую пшеницу и ячмень в условиях центральной агроклиматической зоны Самарского Заволжья необходимо учитывать, что коэффициенты выноса по азоту у озимой пшеницы, яровой пшеницы и ярового ячменя находятся в пределах 20,2-48,7; по фосфору – в пределах 8,9-28,7, а по калию коэффициенты выноса могут варьировать от 26,2 до 85,7. Проведенные исследования позволили установить объемы потребления питательных веществ из почвы и удобрений и рассчитать коэффициенты их использования. Выявлено, что основная часть азота поступила в растения из почвы. Для формирования 1 ц зерна зерновыми культурами требуется от 2,04 до 3,01 кг азота; 0,92-1,22 кг фосфора и 1,66-2,52 кг калия. С внесением минеральных удобрений вынос элементов на единицу урожая возрастает в среднем по азоту на 11,9-23,8%; по фосфору – на 6,6-9,7%; по калию – на 16,2-30,7%.

Получение стабильных урожаев зерновых культур на обыкновенных черноземах Самарского Заволжья в настоящее время связано с необходимостью внесения минеральных удобрений [1, 2, 3]. Для правильного определения норм и доз их внесения под ту или иную культуру, а также поддержания бездефицитного баланса питательных веществ в почве, важно знать объемы извлечения химических элементов из почвы и вносимых удобрений. По мнению многих исследователей, имеющиеся справочные данные коэффициентов использования и выноса макроэлементов, как правило, носят усредненный характер и требуют уточнения для конкретных производственных и почвенно-климатических условий [4, 5, 6].

Цель исследований – повышение эффективности минеральных удобрений с обоснованием коэффициентов их потребления.

Задача исследований – определение объемов выноса азота, фосфора и калия из почвы и удобрений и уточнение коэффициентов их потребления на формирование 1 ц зерна при различном уровне применения минеральных удобрений в четырехпольном зернопаровом севообороте.

Материалы и методы исследований. Для изучения особенностей потребления питательных веществ основными зерновыми культурами был заложен короткоротационный 4-х польный полевой севооборот со следующим чередованием культур: пар черный – озимая пшеница – яровая пшеница – яровой ячмень, в котором исследовались следующие варианты уровней применения минеральных удобрений (нормы удобрений внесены за ротацию севооборота):

- 1) контроль (без минеральных удобрений);
- 2) минимальный уровень (N₄₅P₄₅ припосевное, N₃₀ подкормка);

- 3) средний, общепринятый уровень ($N_{140}P_{110}K_{110}$ основное + $N_{45}P_{45}$ припосевное + N_{30} подкормка);
 4) интенсивный уровень ($N_{190}P_{140}K_{140}$ основное + $N_{45}P_{45}$ припосевное + N_{30} подкормка).

Закладка опытов проводилась с учетом основных методических рекомендаций [7]. Площадь делянок – 720 м², повторность – трехкратная, размещение делянок – последовательное. Пробы почвы отбирались в слое 0-30 см в четырёх точках на каждой делянке парным способом. Лабораторные анализы выполнялись в ФГУ «САС «Самарская» по общепринятым методикам: минеральный азот – ионометрическим методом в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26951-86); подвижный фосфор – по методу Чирикова (ГОСТ 26204-9); обменный калий – по методу Мачигина (ГОСТ 26205-91). Экспериментальная работа проводилась в период с 1996 по 2008 гг. в центральной агроклиматической зоне Самарского Заволжья. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднесуглинистый с содержанием гумуса в пределах 4,1-4,3%, гидролизуюемого азота – 58, подвижных фосфатов – 150-170 и обменного калия – 165-185 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 6,1-6,8. Метеорологические условия в годы исследований отличались контрастностью, что характерно для климата Самарского Заволжья.

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что изучаемые культуры различаются по уровню потребления основных элементов минерального питания. Вынос питательных веществ из почвы и удобрений во многом определяется продуктивностью биотипа и уровнем вносимых минеральных удобрений. Установлено, что наибольшее количество азота для формирования урожая выносит озимая пшеница – 70,7-91,7 кг/га и ячмень – 39,2-66,2 кг/га (табл. 1).

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на вынос азота, фосфора и калия культурами севооборота, 1999-2008 гг.

Культура	Уровни применения удобрений	Урожайность, ц/га		Общий вынос с урожаем, кг/га			Вынос на 1 ц зерна, кг		
		зерно	солома	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	без удобрений	27,2	33,2	70,5	25,1	45,2	2,59	0,92	1,66
	минимальный	29,7	36,2	82,5	27,9	56,1	2,78	0,94	1,78
	средний	31,4	31,9	89,0	31,1	58,8	2,83	0,99	1,87
	интенсивный	31,6	38,6	91,7	31,8	61,0	2,90	1,01	1,93
Яровая пшеница	без удобрений	15,6	18,3	37,9	17,6	32,4	2,43	1,13	2,07
	минимальный	17,1	19,3	44,6	19,8	38,0	2,60	1,16	2,22
	средний	18,7	21,1	54,1	22,1	45,2	2,89	1,18	2,42
	интенсивный	18,6	21,8	56,0	22,8	46,8	3,01	1,22	2,52
Ячмень	без удобрений	20,0	18,5	39,2	21,1	35,9	1,96	1,06	1,79
	минимальный	22,7	20,9	46,3	25,4	47,0	2,04	1,12	2,07
	средний	27,8	24,6	60,5	31,3	61,6	2,18	1,13	2,22
	интенсивный	29,7	28,5	66,6	33,5	69,5	2,24	1,13	2,34
Итого за ротацию севооборота	без удобрений	–	–	147,6	63,8	113,5	–	–	–
	минимальный	–	–	173,4	73,1	141,1	–	–	–
	средний	–	–	203,6	84,5	165,6	–	–	–
	интенсивный	–	–	213,8	88,1	177,3	–	–	–

Яровая пшеница при сложившейся урожайности потребляла азота в 1,6-1,8 раза меньше озимой и на 3,4-18,2% меньше ячменя. Общий вынос азота урожаем из почвы и удобрений за ротацию севооборота составил 147,6-213,8 кг/га. При этом на долю озимой пшеницы приходилось 42,9-47,8% мобилизованного азота. Для создания 1 ц зерна растением требовалось от 2,04 до 3,01 кг этого элемента. Причем наименьшее его количество на единицу продукции потребляли растения ячменя 1,96-2,24 кг, что на 29,4-32,1% ниже индексов озимой пшеницы и на 24,6-34,3% – яровой пшеницы.

Анализ данных по потреблению фосфора показал, что за ротацию севооборота растения выносят из почвы 63,8-88,1 кг/га этого элемента, что в 2,3-2,3 раза меньше, чем азота. Наибольшее количество фосфора, как и азота, потребляла озимая пшеница – 25,1-31,8 кг/га, или 36,0-39,4% от всех расходов в севообороте, на долю яровой пшеницы приходилось 27,5-25,5% его поглощения, а на долю ярового ячменя – 33,0-38,0%. На создание 1 ц зерна яровой пшеницы требовалось от 1,13 до 1,22 кг фосфора, яровому ячменю – на 6,6-8,0% меньше, а для образования единицы урожая озимой пшеницы его было достаточно в пределах 0,92-1,01 кг – на 20,7-22,8 и 11,8-15,5% меньше. В среднем изучаемые зерновые культуры на формирование 1 ц зерна расходовали фосфора в 2,2-2,5 раза меньше, чем азота.

Вынос калия в опытах варьировал в пределах 32,4-69,5 кг/га. Причем наиболее интенсивным он был в посевах высокопродуктивных культур: озимой пшеницы и ярового ячменя и составлял соответственно 45,2-59,8 и 35,9-69,5 кг/га. Фитоценозы яровой пшеницы поглощали калия в среднем на 10,8-48,5% меньше. Однако на формирование 1 ц зерна наоборот яровая пшеница потребляла этого элемента на 24,6-30,5% больше озимой пшеницы и на 7,7-7,8% – ячменя.

Опытами установлено, что с внесением удобрений и повышением уровня минерального питания увеличивается урожайность посевов озимой и яровой пшеницы в среднем на 16,1-19,0%, а ярового ячменя – на 48,5%. Соответственно возрастает потребление питательных веществ и их вынос с урожаем. При этом максимальный вынос азота, фосфора и калия за ротацию севооборота отмечался при интенсивном уровне применения минеральных удобрений соответственно 213,8; 88,1; 177,3 кг с 1 га. Снижение уровня применения минеральных удобрений до среднего, общепринятого уменьшало поступление элементов в растения на 4,2-7,0%, а до минимального – на 20,5-25,6%. Использование минимального уровня применения минеральных удобрений позволяет (по сравнению с контролем) в среднем на 1,5-2,7 т увеличить сбор зерна с 1 га. Однако на это дополнительно требуется 17,4% азота; 14,5% фосфора; 24,3% калия. Внесение удобрений стимулирует вынос элементов на единицу урожая, причем данная закономерность четко прослеживалась у всех изучаемых культур. В среднем для формирования 1 ц зерна на удобренных вариантах требовалось на 11,9-23,8% больше азота; 6,6-9,7% – фосфора и 16,2-30,7% – калия. Причем с повышением уровня минерального питания растений индексы выноса возрастали. Максимальных значений они достигали у растений, возделываемых на интенсивном уровне минерального питания, и в среднем на 6,6-30,75 превосходили параметры контрольного варианта.

Проведенные исследования позволили установить объемы потребления питательных веществ из почвы и удобрений и рассчитать коэффициенты их использования. Выявлено, что основная часть азота поступила в растения из почвы. Внесение минеральных удобрений увеличило вынос азота на 25,8-66,2 кг/га (табл. 2). Коэффициенты использования его из удобрений у озимой пшеницы равнялись 20,2-26,7; яровой пшеницы – 21,2-48,7; ячменя – 32,2-47,3.

Таблица 2

Влияние культур севооборота и удобрений на использование азота, фосфора и калия урожаем, 1999-2008 гг.

Культура	Уровни применения удобрений	Урожайность, ц/га		Поступление в урожай, кг/га						Коэффициент использования питательных веществ из удобрений		
		зерно	солома	из почвы			из удобрений			N	P	K
				N	P	K	N	P	K			
Озимая пшеница	без удобрений	27,2	33,2	70,5	25,1	45,2	-	-	-	-	-	-
	минимальный	29,7	36,0	-	-	-	12,0	2,8	10,9	26,7	18,7	-
	средний	31,4	36,9	-	-	-	18,5	6,0	13,6	21,7	9,2	27,2
	интенсивный	31,6	38,6	-	-	-	21,2	6,7	15,8	20,2	8,9	26,2
Яровая пшеница	без удобрений	15,6	18,3	37,9	17,6	32,4	-	-	-	-	-	-
	минимальный	17,1	19,3	-	-	-	7,3	2,2	-	48,7	14,7	-
	средний	18,7	21,1	-	-	-	16,2	4,5	12,8	24,9	10,0	42,7
	интенсивный	18,6	21,8	-	-	-	18,1	5,2	14,4	21,2	9,4	36,0
Ячмень	без удобрений	20,0	18,5	39,2	21,1	35,9	-	-	-	-	-	-
	минимальный	22,7	20,9	-	-	-	7,1	4,3	-	47,3	28,7	-
	средний	27,8	24,6	-	-	-	21,3	10,2	25,7	32,8	22,6	85,7
	интенсивный	29,7	28,5	-	-	-	27,4	12,4	33,6	32,2	22,5	84,0

С увеличением доз удобрений коэффициент использования азота удобрений снижался в среднем на 6,5-27,5%. Аналогично азоту, основная доля фосфора также поступала в фитомассу из почвенных запасов. Коэффициенты использования фосфора из удобрений по культурам составили: по озимой пшенице – 8,9-18,7; яровой пшенице – 9,4-14,7; ячменю – 22,5-28,7. Средние коэффициенты использования фосфора за ротацию севооборота по изучаемым вариантам уровня минерального питания были соответственно 20,7; 13,4 и 13,1. Основным источником калия также являлись его почвенные запасы, откуда культуры извлекали его соответственно в следующих объемах: 80,6-74,1; 69,2-85,3; 51,6-76,4%. Коэффициент использования калия из удобрений был равен: 26,2-27,2 – для озимой пшеницы; 36,0-42,7 – для яровой пшеницы, 84,0-85,7 – для ярового ячменя.

Выводы. На основании проведенных исследований установлено, что для формирования 1 ц зерна озимой пшеницы требуется 2,59-2,90 кг азота, 0,92-1,01 кг фосфора и 1,66-1,93 кг калия; яровой пшеницы: 2,43-3,01 кг азота, 1,13-1,22 кг фосфора и 2,07-2,52 кг калия; ярового ячменя – 1,96-2,24 кг азота, 1,06-1,13 кг фосфора и 1,79-2,34 кг калия. С внесением минеральных удобрений вынос элементов на единицу урожая возрастает в среднем по азоту на 11,9-23,8%, фосфору – на 6,6-9,7% и калию – на 16,2-30,7%.

Библиографический список

1. Троц, В. Плодородие почв – основа благосостояния населения / В. Троц, Д. Ахматов // Аграрное решение. – 2011. – №3. – С. 22-26.
2. Куликова, А. Х. Агроэкологическая оценка плодородия почв Среднего Поволжья и концепция его воспроизводства : монография / А. Х. Куликова, А. В. Вандышев, В. П. Тигин. – Ульяновск, 2007. – 158 с.

3. Корчагин, В. А. Современные энергосберегающие системы применения удобрений и средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков : монография / В. А. Корчагин, С. Н. Шевченко, А. П. Чичкин. – Самара, 2002. – 41 с.
4. Тихонов, В. Б. К вопросу разработки системы прогнозирования урожайности / В. Б. Тихонов, А. А. Неверов, О. А. Кондрашова // Известия Оренбургского ГАУ. – 2012. – №4 (36). – С. 26-30.
5. Шевченко, С. Н. Отзывчивость сортов зерновых культур на применение удобрений в Среднем Поволжье / С. Н. Шевченко, А. П. Чичкин, А. Ф. Сухоруков [и др.] // Сорт, удобрение и защита растений в системе высокопродуктивных технологий возделывания зерновых культур. – М., 2002. – С. 242-247.
6. Синих, Ю. Н. Севооборот и биологизация земледелия // Аграрная Россия. – 2010. – №6. – С. 5-9.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.