

РОЛЬ СЕВОБОРОТА И УДОБРЕНИЙ В РЕГУЛИРОВАНИИ ПОТРЕБЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КУЛЬТУРНЫМИ И СОРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ

А.М. ТУЛИКОВ, к. с.-х. н.; Х.Р. МОХАММАДУСТЧАМАНАБАД, к. с.-х. н.;
Л.М. ПОДДЫМКИНА, к. с.-х. н.

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Исследования выполнены в длительном опыте кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева в 2004-2005 гг. в посевах озимой ржи и ячменя, возделываемых с 1912 года бессменно и в севообороте. Установлено, что в посевах на единицу сухого вещества сорные растения потребляют N и P₂O₅ в 1,3-1,5 раза, а K₂O почти в 3 раза больше, чем растения озимой ржи и ячменя. Переход от бессменным посевам культур к их чередованию в севообороте как и к систематическому внесению полного минерального удобрения (NPK) на фоне без извести сопровождается абсолютным и относительным увеличением выноса минеральных элементов озимой рожью соответственно на 181, 4 кг/га, или в 1,6 раза, а ячменя соответственно на 151,4 кг/га, или в 12,2 раза. И, напротив, последовательная смена указанных факторов снижает долю выноса элементов минерального питания сорным компонентом от общего выноса надземной массой агрофитоценозов в озимой ржи с 27,7 до 2,4% и в ячмене — с 80,7 до 11,1%.

Один из важнейших аспектов взаимоотношения культурных и сорных растений в агрофитоценозе выражается в характере использования ими элементов минерального питания. Количественные и качественные показатели такого использования зависят от многих внешних условий: количества поступающей фотосинтетически активной радиации, продолжительности вегетационного периода, обеспеченности влагой, складывающегося теплового режима, уровня почвенного плодородия и ряда других факторов. Взаимодействие всех этих факторов и их влияние в конечном итоге и определяет величину чистой первичной продукции культурного компонента, его репродуктивное усилие и качество получаемого урожая.

Однако различный видовой состав с.-х. растений и несходства в технологиях возделывания даже в отношении

одной культуры по ряду причин (разные сорта, репродукции и предшественники; состояние почвы и системы предпосевной подготовки; сроки, способы и направления сева; виды, нормы и способы внесения удобрений и т.п.), как и разнообразие агроландшафтов даже в конкретном хозяйстве обуславливает сильное варьирование в потреблении элементов минерального питания культурным и сорным компонентом агрофитоценозов.

Так, результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что при бурном развитии на полях сорные растения потребляют из почвы азот (N), окись фосфора (P₂O₅) и окись калия (K₂O) в сумме от 250 до 600 кг/га, что в 2-7 раз превышает вынос этих элементов с урожаем культурных растений [5,13,16,17,18,22]. Даже при хорошо развитом стеблестое культуры сорняки используют минеральные эле-

менты из почвы и внесенные удобрения в размерах, сопоставимых с выносом этих элементов культурой.

По исследованиям, выполненным в Московской обл. на дерново-подзолистой почве, озимая пшеница в фазу молочной спелости потребляла элементов минеральной пищи 137,7 кг/га, а произрастающие в её посевах сорняки — 154,7 кг/га. Реализация истребительных мероприятий позволила снизить вынос элементов минерального питания сорняками до 33,2 кг/га и повысить потребление их озимой пшеницей до 199,3 кг/га. Это сопровождалось ростом урожайности зерна культуры с 1,97 до 4,52 т/га [1,2].

Аналогичные результаты по сопоставимости выноса минеральных элементов сорняками и культурой были получены и в посадках картофеля [3].

Немаловажную роль в размерах выноса элементов минерального питания играет видовой состав агрофитоценоза. Исследованиями, выполненными в ВИУА с использованием азотных удобрений, меченных ^{16}N , было установлено, что коэффициент использования этих удобрений пшеницей составлял 53%, а ромашкой непахучей, горчицей полевой и марью белой возрастал соответственно до 57,7, 61,9 и 65,2% [19]. При этом относительное содержание азота, окиси фосфора и окиси калия в сухой массе разных видов растений сильно колеблется. В среднем содержание N, P_2O_5 и K_2O в сорных растениях обычно составляет 1,9-3,7%, 0,29-0,69% и 2,85-9,58%; в зерновых культурах соответственно 1,5-3,5, 0,3-0,5 и 0,4-0,5%; в корне- и клубнеплодах — 1,0-1,5, 0,05-0,3 и 0,9-2,7% [5,10,11,15,16,17]. Таким образом, культурные растения на формирование единицы сухого органического вещества используют элементы минерального питания значительно экономнее, чем популяции сорных растений. Это согласуется и с выводами работ Государственной географической сети по опытам с удобрениями [8].

Уровень потребления минеральных элементов культурными и сорными компонентами агрофитоценозов в значительной мере определяется и реакцией различных видов сообщества на виды вносимых удобрений и их дозы [6,14].

Эти положения дополняются и рядом других работ. Привлекают внимание результаты исследований на Шатиловской опытной сельскохозяйственной станции, где в стационарном опыте изучалось последствие фосфорных удобрений, систематически вносимых с 1913 по 1948 гг. Было установлено, что к концу 25-й ротации севооборота последствие этих удобрений способствовало некоторому повышению выноса N, P_2O_5 и K_2O озимой пшеницей, тогда как вынос этих элементов сорняками увеличился в два раза [9].

Количественные показатели усвоения минеральных элементов растениями определенной культуры зависят и от наличия в агрофитоценозах других видов растений. Интересны исследования в вегетационных опытах с дерново-подзолистой суглинистой почвой с использованием ^{15}N и ^{32}P по изучению потребления минеральных элементов компонентами смеси овса и подсолнечника. Они позволили установить, что внесение азота усиливает усвояемость овсом фосфора из удобрений и повышает конкурентоспособность в высеваемой смеси овса [4].

Аналогичные результаты получены и в ряде зарубежных работ, в которых изучались уровни потребления минеральных элементов культурными и сорными компонентами агрофитоценоза. Так, в чистом от сорняков посевах кукурузы, следующей в севообороте по озимой пшенице, внесение азотных удобрений не увеличивает содержание N в растениях культуры в сравнении с неудобренными вариантами. В посевах же с сорняками внесение азотных удобрений повышало содержание N в растениях кукурузы, но не увеличивало содержание N в

сорных растениях в сравнении с неудобренным вариантом [22].

В сравнении с раздельным произрастанием озимой пшеницы и марь белой их совместное выращивание сопровождалось снижением содержания N и K_2O в растениях культуры и сорняка почти в 2 раза, а содержание P_2O_5 снизилось соответственно на 82 и 13% [21].

Таким образом, уровень потребления и усвоения элементов минерального питания не только специфичен для каждого вида растений и зависит от многих факторов, определяющих плодородие почвы, но и от характера взаимоотношений между составляющими агрофитоценоз видами. В этой связи основная цель настоящей работы состояла в том, чтобы изучить влияние способов возделывания (бесменно или в севообороте) и систематического внесения полного минерального удобрения (NPK) на потребление элементов минерального питания культурными и сорными компонентами формирующихся агрофитоценозов.

Объекты и методика исследований

Исследования проводили в 2004-2005 гг. в Длительном опыте кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ - МСХА имени КА. Тимирязева. В качестве объектов выбраны посева озимой ржи и ярового ячменя, возделываемых бесменно и в севообороте по фону без извести в вариантах без удобрений (контроль, St) и с внесением полного минерального удобрения ($N_{100}P_{150}K_{120}$)

В фазу восковой спелости культуры на учетных площадках ($0,5 \times 0,5 \text{ м}^2$) определяли численность и биологическую массу раздельно культурных и сорных растений. Отобранные пробы доводили до постоянной массы в сушильном шкафу при 105°C . Полученный материал использовали для химических анализов.

Содержание в абсолютно сухом растительном материале азота определяли по Кьельдалю, фосфора (P_2O_5) — колориметрическим методом, калия (K_2O) — на пламенном фотометре согласно принятым методикам [7,12,20].

Результаты исследований

Количественные показатели потребления элементов минерального питания, прежде всего, азота, фосфора и калия, культурным и сорным компонентом конкретного агрофитоценоза позволяют, с одной стороны, оценить обеспеченность этими элементами культуры, а с другой — выявить уровень негативного влияния сорняков на продуктивность сообщества.

Из элементов минерального питания в обмене веществ для растений важнейшее значение принадлежит азоту, фосфору и калию. Определение содержания и накопления этих элементов на отдельных этапах онтогенеза позволяет получить в динамике количественную характеристику нуждемости растений в них. Знание же величины выноса этих элементов питания необходимо для получения объективного баланса элементов минерального питания в земледелии и расчета их норм внесения в форме удобрений на плановый урожай.

Результаты химических анализов совместно произраставших культурных и сорных растений показывают, что на единицу сухого вещества сорные растения усваивают минеральных элементов больше, чем культурные. В посевах озимой ржи независимо от способа чередования на неудобренном фоне сорные растения поглощали азота и фосфора в 1,3 раза и калия почти в 3 раза больше, чем культура (табл.1).

В посевах ячменя в вариантах без удобрений содержание азота в сорных растениях было в 1,5 раза, фосфора — в 1,3 и калия — почти в 3 раза больше, чем в растениях ячменя (табл. 2).

Таблица 1

Содержание (%) питательных веществ в сухой массе озимой ржи и сорных растений
(в среднем за 2 года)

Способ возделывания культур	Вариант удобрений	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Соотношение N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
<i>Озимая рожь</i>					
Бессменно	Без удобрения	0,88	0,36	0,69	2,4:1:1,9
	По NPK	1,1	0,38	0,62	2,9:1:1,6
Севооборот	Без удобрения	0,9	0,34	0,79	2,6:1:2,3
	По NPK	1,2	0,38	0,81	3,2:1:2,1
<i>Сорняки</i>					
Бессменно	Без удобрения	1,2	0,47	1,94	2,6:1:4,1
	По NPK	0,9	0,44	2,68	2,0:1:6,1
Севооборот	Без удобрения	1,1	0,46	2,25	2,4:1:4,9
	По NPK	0,83	0,44	3,02	1,9:1:6,9

Таблица 2

Содержание (%) питательных веществ в сухой массе ячменя и сорных растений
(в среднем за 2 года)

Способ возделывания культур	Вариант удобрений	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Соотношение N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
<i>Ячмень</i>					
Бессменно	Без удобрения	0,61	0,35	0,99	1,7:1:2,8
	По NPK	0,92	0,36	1,02	2,6:1:2,8
Севооборот	Без удобрения	0,95	0,41	1,02	2,3:1:2,5
	По NPK	1,02	0,37	1,49	2,8:1:4,0
<i>Сорняки</i>					
Бессменно	Без удобрения	1,2	0,45	2,66	2,7:1:5,9
	По NPK	0,94	0,44	3,3	2,1:1:7,5
Севооборот	Без удобрения	1,1	0,52	3,08	2,1:1:5,9
	По NPK	0,96	0,44	3,15	2,2:1:7,2

Анализ данных, представленных в табл. 1 и 2, позволяет также констатировать, что независимо от способа чередования внесение полного минерального удобрения (NPK) в сравнении с контролем устойчиво повышает содержание азота в растениях озимой ржи и ячменя, тогда как содержание P₂O₅ и K₂O изменяется слабее. Одновременно в растениях сорняков содержание азота устойчиво снижается, а K₂O заметно повышается в вариантах с внесением NPK в сравнении с неудобренным вариантом.

В соответствии с отмеченными реакциями культурных и сорных растений на уровни минерального питания согласуются и показатели выноса эле-

ментов минерального питания культурным и сорным компонентами агрофитоценозов. Анализ данных, представленных в табл. 3, позволяет отметить ряд следующих устойчивых закономерностей. Прежде всего, независимо от уровня плодородия вариантов, переход от бессменных посевов к возделыванию культур в севообороте способствует повышению выноса N, P₂O₅ и K₂O озимой рожью и ячменем в 1,5-3,1 раза, что, естественно, связано с увеличением продуктивности культурных растений. Одновременно с этим вынос элементов минерального питания сорными компонентами агрофитоценозов неуклонно снижается. Вместе с тем, в сравнении с неудоб-

Таблица 3

Вынос (кг/га) питательных элементов сухой надземной массой культурных и сорных растений

Вариант		Масса, кг/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Масса, кг/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		<i>Озимая рожь</i>				<i>Сорняки</i>			
Бессменно	Без удобрения (St)	5937	47,5	21,4	41,0	1169	14,0	5,5	22,7
	По NPK	11513	126,6	43,8	71,4	730	6,6	3,2	19,6
Севооборот	Без удобрения (St)	10205,5	91,8	34,7	80,6	1523	16,8	7,0	34,3
	По NPK	12190,5	146,3	46,3	98,7	163	1,4	0,7	4,9
		<i>Ячмень</i>				<i>Сорняки</i>			
Бессменно	Без удобрения (St)	640,5	3,9	2,2	6,3	1205	14,5	5,4	32,0
	По NPK	4220	38,8	15,2	43,0	849,5	8,0	3,7	28,0
Севооборот	Без удобрения (St)	4289	40,8	17,6	43,8	179,6	2,0	0,9	5,5
	По NPK	5698	58,1	21,1	84,9	448,5	4,3	2,0	14,1

ренным вариантом (St) внесение полного минерального удобрения (NPK) сопровождается резким абсолютным и относительным увеличением выноса элементов минерального питания культурами и значительно большим в бессменных посевах, чем в севообороте.

Действительно, (см. табл. 3) в севообороте общий вынос элементов минерального питания на 1 га в варианте NPK озимой рожью составил 291,3 кг и в контроле 207,1 кг (превышение на 84,2 кг, или 40,6%), а ячменем соответственно 164,1 и 102,2 кг (61,9 кг, или 60,6%). Тогда как в бессменных посевах суммарный вынос элементов минерального питания на 1 га с озимой рожью в вариантах NPK составил 241,8

кг и в контроле 109,9 кг (превышение на 131,9 кг, или 120,0%), а ячменем — соответственно 97,0 и 12,4 кг (84,6 кг, или 682,2%).

Напротив, улучшение условий возделывания культуры, и озимой ржи и ячменя, обусловленные переходом от бессменных посевов к чередованию их в севообороте или внесением полных минеральных удобрений, сопровождается последовательным снижением выноса элементов минерального питания сорными растениями (табл. 3). Более того, как следует из данных табл. 4, при улучшении условий возделывания культур из общего выноса N, P₂O₅, K₂O надземной массой агрофитоценозов доля выноса элементов сорными

Таблица 4

Вынос азота, фосфора и калия (кг/га) культурными и сорными растениями по вариантам возделывания и удобрений

Вариант		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Общий вынос+ NPK	В т.ч. вынос сорняками от общего количества, %
		<i>Озимая рожь</i>				
Бессменно	Без удобрения	61,5	26,9	63,7	152,1	27,7
	По NPK	133,2	47,0	91,0	271,2	10,8
Севооборот	Без удобрения	108,6	41,7	114,9	265,2	21,9
	По NPK	147,7	47,0	103,6	298,3	2,4
		<i>Ячмень</i>				
Бессменно	Без удобрения	18,4	7,6	38,3	64,3	80,7
	По NPK	46,8	18,9	71,0	136,7	29,0
Севооборот	Без удобрения	42,8	18,5	49,3	110,6	7,6
	По NPK	62,4	23,1	99,0	184,5	11,1

растениями устойчиво снижается. Так, доля выноса NPK сорными растениями в озимой ржи снижается с 27,7 до 2,4%, а в ячмене — с 80,7 до 7,6%.

Результаты проведенных исследований (см. табл. 3 и 4) позволяют отметить ещё и следующее важное положение. Оно заключается в том, что с улучшением условий возделывания конкурентоспособность культурных растений неуклонно повышается, а у сорняков — резко снижается. Об этом свидетельствуют как абсолютные, так и относительные количественные значения выноса элементов минерального питания культурным и сорным компонентами каждого из изучаемых агрофитоценозов.

Выводы

1. В агрофитоценозах озимой ржи и ячменя на формирование единицы абсолютно сухого вещества надземной массы сорные компоненты потребляют N, P₂O₅ и K₂O в среднем соответственно в 1,1; 1,2 и 3 раза больше, чем культурные растения. Улучшение условий возделывания культур как вследствие перехода от бессенных посевов к чередованию в севообороте, так и к внесению полного минерального удобрения способствует повышению усвоения элементов минерального питания культурными растениями, но также снижению усвоения N, P₂O₅ и повышению усвоения K₂O сорными компонентами.

2. Общий вынос N, P₂O₅ и K₂O надземной массой озимой ржи и ячменя в севообороте в сравнении с бессенными посевами увеличивается соответственно в 2 и 9 раз, а при внесении ещё и полного минерального удобрения он возрастает в 3 и 13 раз. Напротив, в этих же условиях общий вынос элементов минерального питания сорняками снижается в посевах озимой ржи в 1,5 и 6 раз, а в посевах ячменя — в 1,2 и 2,5 раза.

3. С улучшением условий возделывания фитоценотическая роль культурного компонента, а следовательно и его конкурентоспособность последовательно возрастает в агрофитоценозе озимой

ржи в 2–3 раза, а ячменя — в 8–14 раз. При этом фитоценотическая значимость сорного компонента неуклонно снижается в агрофитоценозе озимой ржи в 2,5–12 раз, а ячменя — в 2,8–7,2 раза.

4. В качестве одного из критериев ценотической значимости в агрофитоценозе видовой популяции целесообразно принять количественные показатели выноса ею элементов минерального питания как в абсолютном, так и в относительном ко всему сообществу значении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баздырев Г.И., Смирнов Б.А. Сорные растения и борьба с ними. М.: Московский рабочий, 1986. — 2. Баздырев Г.И., Зотов Л.И., Полин В.Д. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии. М.: Изд-во МСХА. 2004. — 3. Захаренко В.А., Брюсов В.Н. Гербициды на посадках картофеля. // Защита растений, 1975. №3. С. 34–35. — 4. Корнеев Н.А., Пайкова И.В., Окониснет Б.Б., Новоселов Ю.К. Взаимное влияние видов в культурных ценозах и реакция их на уровень питания фосфором и азотом // Докл. ВАСХНИЛ, 1974. №10. С. 20–22. — 5. Коремо Э. Сорные растения современного земледелия. М.-Л.: Сельхозгиз, 1933. — 6. Котт С.А. Влияние удобрений на сорняки // Земледелие, 1969. №5. С. 15–17. — 7. Муравин Э.А., Обуховская Л.В., Ромодина Л.В. Практикум по агрохимии. М.: Колос, 2003. — 8. Найдин П.Г., Гулидова Н.В. Географические особенности биологического выноса из почвы азота, фосфора и калия // Агрохимия, 1969. №10. С. 130–140. — 9. Небытов В.Г., Коломейченко В.В. Особенности засоренности посевов озимой пшеницы под влиянием фосфорных удобрений // Земледелие. 2002. №6. С. 24–25. — 10. Петербургский А.В., Плегиков Б.П., Смирнов П.М. и др. Агрохимия. М.: Колос, 1967. — 11. Прянишников Д.Н. Частное земледелие. М.-Л.: Сельхозгиз, 1931. — 12. Русин Г.Г. Физико-химические методы анализа в агрохимии. М.: Агропромиздат, 1990. — 13. Савотиков Ю.Ф., Бекасов Л.М., Кутепов В.В. На повестке дня — уничтожение амброзии // Защи-

- та растений. 1978, №7. С. 59-60. — **14.** *Синягин И.И.* Биологические группы сорняков по их отношению к минеральным удобрениям //Агрохимия, 1966. №9. С. 11—17. — **15.** *Туликов А.М., Сутягин В.П.* Состав и продуктивность агрофитоценозов ячменя и кукурузы при разных способах заделки удобрений // Изв. ТСХА, 1981. №2. С. 18-25. — **16.** *Туликов А.М., Сутягин В.П.* Формирование агрофитоценоза ячменя в зависимости от глубины и способа заделки минеральных удобрений//Известия ТСХА, 2004. №1. С. 24-31. — **17.** *Ушаков Ф.Н., Костин Я.В., Асеева Н.Н.* Агрэкологический подход к вредности сорных растений //Земледелие. 2000, №4. С. 43-44. — **18.** *Филюнов А.В.* Конкуренция между кукурузой и сорными растениями в использовании питательных веществ //Агрохимия, 1969. №10. С. 99-101. — **19.** *Чесалин Г.А., Тимофеева А.А.* Использование питательных веществ удобрений культурными и сорными растениями //Химия в сельском хозяйстве. 1974. №4. С. 58-59. — **20.** *Ягодин Б.А., Дерюгин И.П., Жуков Ю.П. и др.* Практикум по агрохимии. Под ред. Б.А. Ягодина. М.: Агропромиздат, 1987. — **21.** *Bhaskar A., Vyas K.G.* //Weed Research. 1988. Vol. 28. P. 53-58. — **22.** *Davis F.S., Liebman V.* //Weed Science. 2001. Vol.49. P. 558-566.

Рецензент — проф. Л.А. Дорожкина

SUMMARY

Research was done during long-term experiment in farming department of Russian Agricultural University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev in 2004-2005 in winter rye and barley crops, cultivated since 1912 continuously in crop rotation. It was found out that in crops per unit of dry matter weeds consume nitrogen and P_2O_6 1,3-1,5 times as much, and K_2O almost three times as much than winter rye and barley. Transition both from continuous crops to their alternation in crop rotation and systematical application of complete complex fertilizer (NPK) against the background without lime is accompanied by absolute and relative increase in mineral elements absorption with winter rye accordingly by 181,4 kg per hectare, or 1,6 times as much, with barley accordingly by 151,4 kg per hectare, or 12,2 times as much. And quite the opposite — consistent change in above — mentioned factors decreases the percentage of mineral elements absorption by weeds in agrophytoceonoses with winter rye from 27,7 to 2,4% and with barley — from 80,7 to 11,1%.