

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

И.А. Трунов, И.Н. Мацнев, А.Я. Дубовик, А.В. Шатилов

ФГОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск

Рецензент А.И. Завражнов

Ключевые слова и фразы: коэффициент использования; озимая пшеница; оптимальные дозы удобрений; пар; почва; фосфор.

Аннотация: В течение двух ротаций прослежены особенности действия фосфорных удобрений на фоне различных уровней обеспеченности минерального питания на урожайность озимой пшеницы по чистому и занятому пару. Установлены оптимальные дозы удобрений.

Во многих регионах России недостаток фосфора ограничивает рост урожайности озимой пшеницы, не позволяет получить полную отдачу и от других видов удобрений. Фосфорные удобрения ускоряют формирование корневой системы растений, способствуют лучшей перезимовке озимых, обеспечивая реализацию генетического потенциала. Наряду с повышением урожая фосфорные удобрения улучшают качество зерна озимой пшеницы.

В 1960–1970 годах выщелоченные черноземы более половины пашни Тамбовской области отнесены к низкообеспеченной по фосфору. И только 7 % содержало фосфора более 10 мг на 100 г почвы. Типичные и обыкновенные черноземы лучше обеспечены фосфором. Результаты первого тура обследования почв Тамбовской, Воронежской, Рязанской и Тульской областей [1–3] зональными агрохимическими лабораториями показали, что по содержанию подвижного фосфора более 50 % выщелоченных черноземов сельскохозяйственных угодий относились к низкообеспеченным по фосфору и содержали менее 5 мг P_2O_5 на 100 г почвы.

Длительное возделывание сельскохозяйственных культур без удобрений приводит к значительному обеднению почв подвижным фосфором [4–8]. Это связано с отчуждением фосфора с товарной продукцией и лишь

Трунов И.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Агрохимия и почвоведение» МичГАУ; Мацнев И.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрохимия и почвоведение» МичГАУ; Дубовик В.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры плодоводства МичГАУ; Шатилов А.В. – старший преподаватель кафедры «Агрохимия и почвоведение» МичГАУ, г. Мичуринск.

частичным возвращением в почву в виде пожнивных остатков и в составе местных органических удобрений. В то же время только небольшая часть внесенного фосфора используется растениями. Коэффициент использования фосфора озимой пшеницей в год внесения составляет 25 % из минеральных удобрений и 30 % из органических. Всего за ротацию севооборота соответственно до 40 и до 50 %, соответственно.

С другой стороны имеется много сведений об увеличении содержания подвижного фосфора в почве, удобренной фосфорными удобрениями [9–12]. Но большинство исследователей придерживается мнения о слабом передвижении фосфора в почве.

Исследования, проведенные в опытно-производственном хозяйстве «Ярославка» Тамбовского НИИСХ, выявили интересную особенность типичных черноземов. Закрепление фосфора в них идет медленно. И при внесении высоких доз фосфорных удобрений типичные черноземы могут удерживать этот элемент длительное время в верхнем слое почвы и в доступном для растений состоянии. Такая особенность этих почв позволяет говорить о длительном последствии фосфорных удобрений и возможности их разового внесения на несколько лет.

Поглощение фосфора почвами является одной из важнейших характеристик фосфатного режима почв. П.Г. Адериным было установлено, что черноземы Воронежской области способны поглотить в пахотном горизонте на площади в 1 га до 1600 кг фосфора. Однако это поглощение можно считать временным [1]. А.В. Соколовым было введено понятие «зафосфачивание» почв при систематическом внесении удобрений без учета действия «остаточных» доз фосфорных удобрений [9].

Применение фосфорных удобрений – главный источник пополнения запасов доступного фосфора в почве для озимой пшеницы и обеспечения бездефицитного баланса чернозема выщелоченного.

Наличие в Центрально-Черноземной зоне России значительных площадей черноземов выщелоченных, бедных фосфором, недостаточное применение их имеет особую важность в решении проблемы фосфора при выращивании озимой пшеницы. В свою очередь, это обуславливает необходимость наиболее рационального использования имеющихся ресурсов фосфорных удобрений, совершенствование их ассортимента. Наряду с производством широко распространенного суперфосфата с содержанием 37–38 % и более P_2O_5 , в том числе около 60 % в водорастворимой форме, следует использовать продукты неполной переработки сырья. Это позволит не только экономить серную кислоту и энергетические ресурсы, но и получать удобрения с хорошими физико-механическими свойствами, близкими по эффективности к суперфосфату, используя фосфориты, малопригодные для непосредственного получения фосфоритной муки.

Значительную роль имеет правильное распределение и строгое дифференцирование применяемых фосфорных удобрений с учетом фактической их эффективности и результатов агрохимического анализа конкретного поля, используемого под озимую пшеницу. Следует помнить, что при систематическом применении фосфорных удобрений содержание подвижного фосфора в почве постепенно повышается, при этом отдача от вновь вносимого фосфорного удобрения в почву снижается. Поэтому дозы фос-

фора должны корректироваться с учетом подвижных форм этого элемента в почве и уровня планируемого урожая озимой пшеницы. Излишнее обогащение почвы фосфором экономически не оправдано и приводит к ее зафосфачиванию, загрязнению тяжелыми металлами, снижая нормативные качества зерна озимой пшеницы. В засушливых условиях особое значение имеет глубокая заделка основного фосфорного удобрения. Известкование кислых черноземов выщелоченных повышает эффективность фосфорных удобрений. Рациональное использование этих удобрений в севообороте позволяет лучше использовать фосфор не только озимой пшеницей, но и последующими культурами, активизировать доступность некоторых микроэлементов, сбалансировать питание растений, повысить эффективность и других удобрений.

В связи с вышеизложенным, нами изучалось действие различных доз фосфорных удобрений под озимую пшеницу, внесенных на черноземе выщелоченном с учетом возможного изменения, и других элементов питания в двух ротациях звена севооборота с использованием в качестве предшественника чистые и занятые пары. В наших исследованиях установлено, что по чистому пару удобрения увеличили количество растений на 1 м² с 269 до 288–326. Менее заметно влияние удобрений по занятому пару. Удобрения заметно повысили продуктивную кустистость, количество зерна в колосе на 1 м², массу 100 шт. зерна.

Полученные данные по урожайности представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы
(первая ротация)

Варианты	Урожайность, ц/га					Прибавка	
	1	2	3	4	Средняя	ц	%
По чистому пару							
Контроль	32,7	31,0	33,8	29,7	31,8	–	–
P ₆₀ K ₆₀	33,9	37,6	35,8	35,0	36,3	4,5	14,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	36,8	37,4	40,1	40,8	38,8	7,0	22,0
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀	35,9	38,4	39,6	39,0	38,2	6,4	20,1
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	39,5	39,9	43,1	43,6	41,5	9,7	30,5
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	38,6	37,8	44,4	42,8	40,9	9,1	28,6
Навоз 30 т + N ₃₀	37,7	37,9	41,4	43,0	40,0	8,2	25,8
N ₆₀ P ₂₄₀ K ₆₀	34,9	37,8	39,9	40,6	38,3	6,5	20,4
НСР _{0,95} , ц					2,41		
По занятому пару							
Контроль	26,3	25,0	27,9	24,1	25,8	–	–
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	33,3	32,1	32,4	30,0	32,0	6,2	24,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	33,5	35,6	31,8	32,1	33,5	7,7	29,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	32,7	33,9	34,9	35,4	34,2	8,4	32,6
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₆₀	32,3	34,3	36,0	35,7	34,6	8,8	34,1
N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₆₀	33,4	35,0	34,1	37,0	36,9	11,1	43,0
Навоз 30 т	32,7	34,4	31,8	31,8	32,5	6,7	26,0
N ₆₀ P ₂₄₀ K ₆₀	33,4	33,5	30,2	29,7	31,7	5,9	22,9
НСР, %					2,67		

Таблица 2

**Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы
(вторая ротация)**

Варианты	Урожайность, ц/га				Прибавка	
	1-й год	2-й год	3-й год	Средняя	ц	%
По чистому пару						
Контроль	39,1	33,2	30,4	34,2	–	–
P ₆₀ K ₆₀	41,1	36,8	35,6	37,8	3,6	10,5
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	42,3	39,6	36,3	39,4	5,2	15,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ ран. подк.	44,1	41,6	37,4	41,0	6,8	19,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ прикор	45,6	43,8	39,8	43,1	8,9	26,0
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	47,3	47,1	41,5	45,3	11,1	32,5
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ +N ₃₀ + N ₂₀	47,7	46,4	42,2	45,4	11,2	32,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₂₀	44,9	39,0	36,8	40,2	6,0	17,5
Навоз 30т + N ₃₀	51,2	48,7	45,6	48,8	14,6	42,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ прик.	45,9	40,9	39,4	42,1	7,9	23,1
НСР, %	2,2	2,8	1,3			
НСР _{0,95} , ц	3,6	4,1	3,3			
По занятому пару						
Контроль	34,1	25,3	24,5	28,0	–	–
P ₆₀ K ₆₀	36,0	27,8	25,9	29,9	1,9	6,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	37,8	31,7	28,3	32,6	4,6	16,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	38,6	34,3	30,7	34,5	6,5	23,2
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ ранняя	38,2	32,9	28,8	33,3	5,3	18,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ прик.	40,3	34,9	30,6	35,3	7,3	26,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ +N ₃₀	40,4	38,0	31,1	36,5	8,5	30,4
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀ +N ₃₀ + N ₂₀	41,4	37,7	31,6	36,9	8,9	31,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	43,7	36,8	33,8	38,1	10,1	36,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₃₀ прик.	44,8	40,4	34,9	40,0	12,0	42,9
НСР, %	2,1	2,0	0,18			
НСР _{0,95} , ц	3,1	3,5	2,7			

В первую ротацию урожайность озимой пшеницы различалась у контроля без внесения удобрений в зависимости от паровых предшественников и была выше на 6,0 ц/га по чистому пару, соответственно, за две ротации – на 6,2 ц/га. Здесь же в благоприятные годы по влагообеспеченности различия уменьшались до 5,0 ц/га, в неблагоприятные – увеличивались почти до 6,0 ц/га. Следует отметить, вторая ротация севооборота находилась в условиях лучшей влагообеспеченности растений озимой пшеницы, чем первая, поэтому и урожай на контроле удобрений был выше.

По чистому пару достоверная прибавка урожая озимой пшеницы отмечена при внесении под зябь 60 кг д. в./га фосфора в сочетании с таким же количеством калия, составив 4,5 ц/га или 14,2 % относительно контроля без удобрений. С увеличением дозы фосфорных удобрений на фоне азотных и калийных прибавка урожая озимой пшеницы увеличивалась. Она была максимальной при N₆₀P₉₀K₆₀ и составила 9,7 ц/га (30,5 % выше контроля). Добавление еще 30 кг д. в./га калия практически стабилизиро-

вало урожай. В этом варианте прибавка 9,1 ц/га не выходила за пределы наименьшей существенной разницы. При внесении 30 т/га навоза или фосфорного удобрения в дозе 90 кг д.в. на фоне по 60 кг. д. в. азота и калия, в почве дополнялось по 22,5 кг доступного для растений фосфора подвижной формы. В среднем за первую ротацию севооборота фактическая урожайность этих вариантов, соответственно, составляла 40,0 и 38,2 ц/га, превосходя контроль на 20,1...25,8 %. Разница между вариантами не выходила за пределы наименьшей существенной разницы. Внесение 240 кг д. в. фосфора на фоне $N_{60}K_{60}$ по сравнению с вариантом $N_{60}P_{90}K_{90}$ вызывало снижение урожая озимой пшеницы, что, по-видимому, связано с зафосфачиванием почвы, приводящему к резкому разбалансированию питания растений.

Во второй ротации севооборота по сравнению с первой при внесении P_{60} совместно с K_{60} прибавка урожая озимой пшеницы снизилась, соответственно, и составила 3,6 ц/га (10,5 %) и 4,5 ц/га (14,2 % относительно контроля), что согласуется с отмеченными литературными данными. Из вариантов минеральных удобрений под озимую пшеницу лучшим оказался $N_{90}P_{60}K_{60}$, при внесении $N_{30}P_{60}K_{60}$ под зяблевую вспашку и двух подкормок по N_{30} . Здесь средний урожай озимой пшеницы составил 45,3 ц/га, прибавка относительно контроля 11,1 ц/га (32,5 %). Однако наиболее высокий урожай получен (в среднем 48,8 ц/га) при внесении 30 т/га навоза под зябь и двух азотных подкормках по 30 кг д. в./га, прибавка составила 14,6 ц/га (42,7 % от контроля).

Следовательно, *по чистому пару* за первую ротацию севооборота под озимую пшеницу оптимальной дозой является внесение в виде минеральных удобрений $N_{60}P_{90}K_{60}$, в том числе $P_{60}K_{60}$ под вспашку и $N_{30}P_{30}$ при посеве зерновой сеялкой, N_{30} подкормка ранней весной после схода снега. Или внесение 30 т/га навоза под зяблевую пахоту, дополненную двумя азотными подкормками по N_{30} .

В условиях лучшей влагообеспеченности (вторая ротация севооборота) оптимальной дозой минеральных удобрений может быть $N_{90}P_{60}K_{60}$ при внесении $N_{30}P_{60}K_{60}$ под зяблевую вспашку и двух подкормок по N_{30} , или из органических удобрений – 30 т/га навоза, дополненную двумя азотными подкормками по N_{30} .

По занятому пару в течение двух ротаций севооборота также наблюдалось наращивание урожая озимой пшеницы по мере увеличения дозы фосфорных удобрений на фоне возрастания минеральных азотных. Максимальная урожайность этой культуры в среднем за первую ротацию севооборота получена 36,9 ц/га при внесении $N_{120}P_{120}K_{60}$, в то время как в контроле – 25,8 ц/га. Внесение 30 т/га навоза в этих условиях уступало по урожайности при внесении минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{60}$, здесь получено 32,5 ц/г. Прибавка относительно контроля (без удобрений) соответственно составила 6,7 ц/га (26,0 %) и 11,1 ц/га (43,0 %). В органическом варианте общего количества азота было больше (150 кг), но он менее доступен озимой пшенице (K_u - 20 %), в то время из минеральных удобрений этот элемент более доступен растениям (K_u - 60 %). Фосфора в подвижной форме для озимой пшеницы оказалось меньше в навозе, хотя доступность

растениям выше из органических удобрений, чем из минеральных, что объясняется меньшей прибавкой урожая при внесении 30 т/га навоза.

Во второй ротации севооборота максимальный урожай озимой пшеницы получен в варианте $N_{120}P_{60}K_{60}$ при внесении $N_{90}P_{60}K_{60}$ под вспашку и N_{30} в подкормку и составил 40,0 ц/га, прибавка 12,0 ц/га (42,9 %) от контроля. Увеличение урожая в контроле (28,0 ц/га – вторая ротация, 25,8 ц/га – первая) связано с лучшей влагообеспеченностью озимой пшеницы. Одновременно фосфорные удобрения оказались менее эффективными, чем в первой ротации севооборота.

Следовательно, *по занятому пару* за первую ротацию севооборота под озимую пшеницу оптимальной дозой является внесение в виде минеральных удобрений $N_{120}P_{120}K_{60}$, из них $N_{90}P_{90}K_{60}$ под вспашку, P_{30} при посеве и N_{30} в подкормку; за вторую ротацию севооборота – $N_{120}P_{60}K_{60}$, в том числе $N_{90}P_{60}K_{60}$ под вспашку и N_{30} в подкормку ранней весной после схода снега.

Список литературы

1. Адерихин, П.Г. Земельный фонд Тамбовской области и его качественная оценка / П.Г. Адерихин, А.В. Ахтырцев, К.К. Мусиков. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1974. – 184 с.
2. Юмашев, Н.П. Почвы Тамбовской области / Н.П. Юмашев, И.А. Трунов. – Мичуринск – Научград РФ : Изд-во Мичуринск. гос. агр. ун-та, 2006. – 216 с.
3. Юмашев, Н.П. Агрохимическая характеристика почв Тамбовской области / Н.П. Юмашев. – Тамбов : ТОГУП «Пролетарский светоч», 2004. – 56 с.
4. Носов, П.В. Применение фосфорных удобрений на черноземах Кубани / П.В. Носов // Агрохимия и удобрения полевых культур. – Краснодарское кн. изд-во, 1968. – С. 69–89.
5. Панников, В.Д. Теоретические основы расширенного воспроизводства плодородия российского чернозема / В.Д. Панников // Плодородие черноземов России : сб. науч. тр. ; ВИУА – М. : Агроконсалт, 1998. – С. 13–65.
6. Арзыбов, Н.А. Эволюция выщелоченных черноземов ЦЧЗ под влиянием антропогенных факторов / Н.А. Арзыбов, Н.С. Детков, И.Н. Мацнев // Бюллетень ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 8–10.
7. Мацнев, И.Н. Изменение агрохимических свойств выщелоченных черноземов при их сельскохозяйственном использовании / И.Н. Мацнев, Н.А. Арзыбов // Вестник Мич. гос. аграр. ун-та. – 2001. – Т. 1, № 3. – С. 19.
8. Лукин, Л.Ю. Влияние длительного применения удобрений на гумусное состояние чернозема типичного и урожай озимой пшеницы / Л.Ю. Лукин, Г.В. Дубанина, А.Н. Косилова // Агрохимия. – 1999. – № 12. – С. 36–40.
9. Соколов, А.В. Агрохимия фосфора / А.В. Соколов. – М.-Л. : АН СССР, 1950. – 152 с.

10. Адерихин, П.Г. Фосфор в почвах и земледелии Центрально-Черноземной полосы / П.Г. Адерихин. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1970. – 248 с.
11. Соколов А.В. Зафосфачивание почв и последствие фосфорных удобрений / А.В. Соколов // Агрoхимия. – 1976. – № 2. – С. 3–11.
12. Роль фосфора в жизни растений и применении фосфорных удобрений в рисоводстве / А.Х. Шеуджен [и др.]. – Краснодар, 1995. – 38 с.
13. Юмашев, Н.П. Севообороты в повышении продуктивности пашни / Н.П. Юмашев, И.А. Трунов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2006. – № 3(5). – С. 33–38.
-

Influence of Phosphoric Fertilizers on Winter Wheat Productivity

I.A. Trunov, I.N. Matsnev, A.Y. Dubovik, A.V. Shatilov

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk

Key words and phrases: operating ratio; winter wheat; optimum dozes of fertilizers; fallow; soil; phosphorus.

Abstract: The effect of phosphoric fertilizers with different levels of mineral content on productivity of winter wheat by fallow and planted fallow in the course of two rotations is examined. The optimum dozes of fertilizers are determined.

© И.А. Трунов, И.Н. Мацнев, А.Я. Дубовик, А.В. Шатилов, 2008