

АГРОХИМИЯ

П. А. ДМИТРЕНКО и В. С. ШТУРМОВА

**ДОСТУПНОСТЬ ФОСФОРА РАСТЕНИЮ В СВЯЗИ
С РАЗЛИЧНЫМИ СРОКАМИ И УСЛОВИЯМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
УДОБРЕНИЙ С ПОЧВОЙ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 18 XI 1950)

Известно, что фосфорная кислота, внесенная извне в виде минеральных удобрений, очень быстро поглощается почвой. О природе и механизме этого поглощения мы в настоящее время не располагаем еще исчерпывающими данными. Вероятно, что в начальный период взаимодействия удобрений с почвой фосфорная кислота поглощается адсорбционно (1), а затем со временем подвергается уже более сложным по характеру и длительным по времени химическим и биологическим превращениям. Более энергично этот процесс происходит в почвах, содержащих активные полуторные окислы (красноземы, подзолы), и менее энергично — в почвах, где полуторные окислы находятся в неактивной форме (черноземы).

Для решения такого практически важного вопроса применения удобрений как сроки внесения суперфосфата в почву, наряду с учетом физиологических особенностей растений, условий влажности почв, хозяйственных условий и др., важно знать в какой степени сказываются на доступности P_2O_5 растению сроки и условия взаимодействия удобрений с почвой.

В литературе по удобрениям сплошь и рядом можно встретить высказывания о необходимости максимального приближения фосфора к растению по времени. Некоторые исследователи (5) предлагают даже вносить фосфорнокислые удобрения под сахарную свеклу только весною, исключив осеннеевнесение.

Лабораторные опыты с изучением влияния длительности взаимодействия фосфорнокислых удобрений с почвой свидетельствуют о том, что предположение о непрерывном нарастании со временем процесса закрепления в недоступных для растений формах P_2O_5 почвы после ее внесения преувеличено. На самом деле только часть фосфорной кислоты сразу фиксируется почвой, дальнейший же процесс поглощения ее проходит весьма медленно. По данным лабораторного опыта А. И. Душечкина (2) увеличение сроков взаимодействия удобрений с черноземной почвой с 10 до 40 дней не вызывало уменьшения растворимости P_2O_5 в 2% уксусной кислоте. В данном его опыте с той же почвой (3) удлинение срока взаимодействия с 2 до 4 месяцев также не изменило количества P_2O_5 , переходящего в 1% лимоннокислую вытяжку. По данным М. А. Егорова (4), на черноземе наибольшая часть фосфорной кислоты поглощалась в течение первых 24 дней; дальше этот процесс настолько замедлялся, что на изменении подвижности фосфорной кислоты в заметной степени не сказывался.

Опыты с растениями показали, что доступность фосфорной кислоты растению после длительного взаимодействия ее с почвой в значительной степени зависит от почвенной разности. На черноземах со временем взаимодействия уменьшения доступности фосфорной кислоты растению не наблюдалось (6, 7, 9, 11). Лишь на подзолистых почвах длительное взаимодействие удобрений с почвой приводило к уменьшению доступности фосфорной кислоты растению (7, 11).

Понижение доступности растению фосфорной кислоты при заблаговременном ее внесении в почву было отмечено также и для сероземных почв (9), которые, как известно, в сильной степени обогащены кальцием.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что явление уменьшения доступности фосфорной кислоты растению при заблаговременном внесении ее в почву тесно связано с условиями взаимодействия ее с почвой. Там, где фосфор попадает в среду более активной фиксации в недоступной для растений форме, увеличение времени взаимодействия его с почвой приводит к уменьшению доступности фосфора растению. В связи с этим можно предполагать, что на доступность фосфорной кислоты растению, после определенного времени взаимодействия ее с почвой, будут влиять не только особенности почвенной разности, но и другие условия, которые могут создаваться даже в пределах одной и той же почвы. Мы здесь имеем в виду прежде всего условия, благоприятные для восстановительных процессов, усиливающих поглощение фосфорной кислоты в почве, которые могут интенсивно протекать не только в почвах лугово-болотного типа, но и на минеральных почвах при их периодическом избыточном увлажнении.

Избыточное увлажнение, часто сопровождающееся развитием анаэробных глеевых процессов, в свое время охарактеризованных Г. Н. Высоцким (12) и Я. Н. Афанасьевым (13), может вызывать усиленное биологическое поглощение фосфора, а также образование фосфатов железа, по своей доступности растению значительно уступающих фосфатам кальция.

В лабораторных опытах А. И. Душечкина (3) было показано, что при анаэробных условиях компостирования почвы с фосфорнокислым удобрением на протяжении 4 мес., поглощение фосфорной кислоты почвой повышалось при избыточном увлажнении. Более поздними исследованиями (10, 14, 15) было установлено, что даже непродолжительное пребывание почвы в условиях избыточного увлажнения приводит к большим изменениям фосфатного режима почвы в сторону его ухудшения.

Для решения вопроса о том, в какой степени условия нормального и избыточного увлажнения почвы влияют на доступность P_2O_5 растению в связи с различными сроками взаимодействия удобрений с почвой, мы провели вегетационный опыт на лугово-черноземной почве.

Опыт проводился в глиняных сосудах на 4 кг почвы. По одной серии сосудов перед набивкой в почву вносились фосфорная кислота из расчета 100 мг на 1 кг почвы в виде суперфосфата, содержащего 20% P_2O_5 , после чего половина из этих сосудов ставилась в условия избыточного и половина — в условия нормального увлажнения. Параллельно с этим были набиты сосуды, в которые фосфорная кислота не вносились; половина из них также ставилась в условия избыточного и половина — в условия нормального увлажнения. Эти сосуды при закладке опыта с растением были использованы для контрольных вариантов, т. е. вариантов без фосфора и с внесением фосфора перед посевом.

Условия нормального увлажнения создавались путем поливки сосудов до 50% от полной влагоемкости, условия избыточного увлажнения — до 100% от полной влагоемкости. Эта влажность поддерживалась поливкой сосудов по весу.

Опыт был заложен осенью, и сосуды находились без высеяния растений до весны будущего года в оранжерейных условиях. Почва в сосу-

дах с избыточным увлажнением путем прекращения поливки за 3 мес. до посева была доведена к моменту посева до влажности около 35% от влагоемкости, после чего была произведена перенабивка сосудов. Во все сосуды в качестве фонового удобрения был внесен азот и калий. Удобрения были внесены из расчета на сосуд: N 375 мг в форме NH_4NO_3 , K_2O 300 мг в форме KCl . В одну серию сосудов, согласно схеме опыта, вносился также фосфор из расчета 100 мг P_2O_5 на 1 кг почвы. Таким образом, в почву, находившуюся в условиях естественного и избыточного увлажнения на фоне азота и калия фосфор вносился за 7 мес. до посева и перед самым посевом.

После перенабивки 19 IV во все сосуды были высажены семена проса, после чего поливка всех сосудов производилась в первые 20 дней до 50%, а затем до 60% от полной влагоемкости. Повторность опыта 5-кратная.

Из урожайных данных и данных выноса фосфорной кислоты урожаем растений, приведенных в табл. 1, видно, что в условиях нормального увлажнения почвы фосфор, внесенный за 7 мес. до посева и перед самым посевом, по эффективности и доступности растению оказался равнозенным. По данным фенологических наблюдений, проведенных над растениями в период вегетации (см. табл. 2), можно судить, что в начальный период развития в варианте с заготовленным внесением фосфора растения несколько отставали в росте по сравнению с вариантом, где фосфор вносился перед посевом. Наблюдалась также некоторая разница и в поступлении P_2O_5 в растение, о чем можно судить по данным процентного содержания P_2O_5 в растении перед кущением (см. табл. 2). Однако к моменту уборки наблюдаемая в начале развития растений разница в содержании P_2O_5 и в росте растений исчезает. Использование P_2O_5 растением получилось одинаковое, независимо от сроков внесения суперфосфата в почву (см. табл. 1). Это свидетельствует, что превращение фосфорной кислоты в этих условиях за 7 мес. взаимодействия удобрений с почвой не доходило до стадии образования трудноусвояемых растением фосфатов.

Таблица 1

Урожай надземной массы растений и вынос P_2O_5
растениями на сосуд

Схема опыта	Условия нормального увлажнения			Условия избыточного увлажнения		
	зерно	солома	общий	зерно	солома	общий
Вес воздушно-сухой массы в г на сосуд						
Без фосфора	5,7	9,8	15,5	3,7	6,1	9,8
Фосфор внесен перед посевом	9,4	11,6	21,0	10,0	11,0	21,0
Фосфор внесен за 7 мес. до посева	10,3	10,4	20,7	8,1	11,7	19,8
Вынос урожаем растений P_2O_5 в мг на сосуд						
Без фосфора	36,4	34,9	71,2	23,5	24,3	47,8
Фосфор внесен перед посевом	63,4	25,7	89,1	70,6	29,1	99,7
Фосфор внесен за 7 мес. до посева	70,8	20,2	91,0	51,9	32,1	84,1

Несколько по-иному оказалось на доступности P_2O_5 растению взаимодействие удобрений с почвой в условиях избыточного увлажнения. В этих условиях разница в росте растений и содержании P_2O_5 в расте-

ния при различном времени внесения удобрений в почву была отмечена по всем периодам наблюдения (см. табл. 2). Фосфор, внесенный в почву перед самым посевом, по сравнению с фосфором, внесенным в почву за 7 мес. до посева, оказался более доступным растению и обеспечил более высокую прибавку надземной массы растений, особенно по зерну (см. табл. 2).

Таблица 2

Результаты фенологических наблюдений за растениями

Схема опыта	Средн. высота 1 растения по периодам в см			Содержание P_2O_5 в растениях по фазам развития в % из абр. сух. массы		
	на 38-й день посева	на 54-й день посева	перед уборкой	перед кущением	перед колошением	перед уборкой
Без фосфора	19,3	42,1	63,2	0,52	0,47	0,51
Фосфор внесен перед посевом	40,1	67,4	77,6	1,44	0,79	0,47
Фосфор внесен за 7 мес. до посева	37,6	66,3	75,8	1,36	0,77	0,49

Условия нормального увлажнения

Без фосфора	19,3	42,1	63,2	0,52	0,47	0,51
Фосфор внесен перед посевом	40,1	67,4	77,6	1,44	0,79	0,47
Фосфор внесен за 7 мес. до посева	37,6	66,3	75,8	1,36	0,77	0,49

Условия избыточного увлажнения

Без фосфора	19,9	42,4	51,0	0,54	—	0,54
Фосфор внесен перед посевом	42,1	68,3	77,8	1,75	0,70	0,53
Фосфор внесен за 7 мес. до посева	36,5	62,1	70,2	1,19	0,65	0,47

Следовательно, в условиях избыточного увлажнения длительное взаимодействие суперфосфата с почвой приводит к образованию менее усвояемых растением форм фосфатов. Это может происходить вследствие усиления поглощения фосфорной кислоты почвой под влиянием анаэробных восстановительных процессов, происходящих в почве в этих условиях, которые, сменяясь окислительными процессами, могут приводить, как известно (^{10, 14}), к образованию слабо доступных растению фосфатов железа.

На основании проведенного нами опыта можно сделать вывод, что стремление к максимальному приближению фосфорнокислых удобрений к растению по времени внесения может быть оправдано только для условий избыточного увлажнения. В условиях же нормального увлажнения заблаговременное (за 7 мес. до посева) внесение суперфосфата и внесение его перед самым посевом по эффективности и доступности фосфора растению являются равноценными.

Украинский научно-исследовательский
институт социалистического земледелия

Поступило
31 X 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 Е. И. Ратнер, Почвоведение, № 2 (1946). 2 А. И. Душечкин, Журн. опыта, агрон., 12 (1911). 3 А. И. Душечкин, Тр. сети опытн. полей Всеросс. об-ва сахарозаводчиков, в. 1 (1914). 4 М. А. Егоров, Тр. НИУ, в. 34 (1926).
- 5 О. М. Надеждин, Сельское хозяйство Украины, № 9 (1946). 6 К. Н. Таранов, Отд. оттиск из «Ученых записок», ХОСХОС, 1924. 7 Ф. Т. Перитурин, Тр. НИУИФ, 141 (1938). 8 М. М. Стрельникова, Химизация социалист. земледелия, № 5 (1941). 9 А. И. Исаев, Изв. АН Азерб. ССР, № 8 (1949).
- 10 А. Ю. Левицкий и А. А. Лесюкова, Новоуринская опытн. станция, отд. агроном., № 13 (1930). 11 А. В. Соколов, Агрономия фосфора, изд. АН СССР, 1950. 12 Г. Н. Высоцкий, Почвоведение, № 4 (1905). 13 Я. Н. Афанасьев, там же, № 6 (1930). 14 С. П. Ярков, Докл. Моск. с.-х. акад. им. Тимирязева, в. 9 (1949). 15 А. Булгаков и М. Баранов, Изв. АН БССР, отд. ест. наук, I (1940).