

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРЕДУРАЛЬЯ

Е.М. Митрофанова, д.с.-х.н., Пермский НИИСХ

Приведены результаты исследований фосфатного состояния дерново-подзолистой почвы в конце 5-й ротации севооборота. Показана сезонная динамика содержания подвижного фосфора и степени подвижности фосфатов. Установлено, что под влиянием длительного применения возрастающих доз фосфорных удобрений происходит увеличение содержания минеральных и подвижных фосфатов, степени подвижности. Снижение содержания подвижных фосфатов в течение вегетационного периода отмечено в вариантах с внесением высоких (90-120 кг д.в./га) доз фосфорных удобрений. Степень подвижности фосфатов, в зависимости от вариантов опыта, значительно изменяется за сезон.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, суперфосфат, фосфоритная мука, минеральные формы фосфатов, подвижный фосфор, степень подвижности фосфатов.

В настоящее время немало публикаций, характеризующих фосфатное состояние почв. Результаты этих исследований часто зависят от почвы, природно-климатических особенностей региона, применения удобрений и многих других факторов.

Цель наших исследований – изучить влияние длительного применения минеральных удобрений на фосфатный режим дерново-подзолистой почвы Предуралья.

Методика. Исследования проводили в длительном полевом опыте Пермского НИИСХ, заложенном в 1972 г., в следующих вариантах: 1. Без удобрений; 2. $N_{60}K_{60}$ – фон; 3. Фон + $Рс_{30}$; 4. Фон + $Рс_{60}$; 5. Фон + $Рс_{90}$; 6. Фон + $Рс_{120}$; 7. Фон + $Рф_{90}$.

Почва опыта дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая со следующими агрохимическими показателями перед закладкой: pH_{KCl} – 5,3, S – 18,8 мг-экв/100 г, Нг – 2,8 мг-экв/100 г, гумус (по Тюрину) – 2,30 %, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову), соответственно, 115 и 170 мг/кг.

В течение 39 лет ведения опыта известкование почвы не проводили. В настоящее время почва сильноокислая (pH_{KCl} 4,3-4,5). Сумма обменных оснований высокая – 17,9–19,2 мг-экв/100 г. Содержание обменных форм кальция повышенное (13,5–14,9 мг-экв/100 г), магния – высокое (3,6-4,0 мг-экв/100 г). Внесение различных доз суперфосфата и фосфоритной муки не оказало значимого влияния на их содержание.

За пять ротаций севооборота в варианте без удобрений содержание гумуса снизилось до 1,78 %, убыль к исходному составила 19%. Минеральные удобрения сдерживали минерализацию органического вещества, содержание гумуса при внесении суперфосфата в дозе 120 кг д.в./га составило 2,08%.

Фосфатный режим изучали в конце 5-ой ротации полевого 8-польного севооборота (1-чистый пар; 2-озимая рожь; 3-картофель; 4-пшеница + клевер; 5-клевер 1-го г.п.; 6-клевер 2-го г.п.; 7-ячмень; 8-овес) в посевах овса сорта Дэнс.

Минеральные удобрения (мочевина или аммиачная селитра, двойной или простой суперфосфат, фосфоритная мука, хлористый калий) вносили по схеме опыта под зерновые культуры севооборота и картофель, клевер не удобряли.

Агрохимические анализы почвы и растений выполнены с использованием общепринятых методов [1], для изучения фосфатного режима почвы применяли следующие методы: подвижный фосфор по Кирсанову, степень подвижности по Карпинскому-Замятиной, фракционный состав минеральных фосфатов по Гинзбург-Лебедевой.

Экспериментальные данные обрабатывали корреляционным и дисперсионным методами [2].

Результаты и их обсуждение. Внесение возрастающих доз суперфосфата привело к увеличению фосфатов I фракции со 100 на контроле до 194 мг/кг в варианте 120 кг д.в./га (табл. 1), доля их в составе минеральных фосфатов увеличилась с 11 до 22%.

1. Фракционный состав фосфатов в слое почвы 0-20 см в зависимости от доз фосфорных удобрений, мг/кг

Вариант опыта	I	II	III	IV	V	Сумма фракций
	Ca-P _I	Ca-P _{II}	Al-P	Fe-P	Ca-P _{III}	
Без удобрений	100	180	98	305	200	883
Фон – $N_{60}K_{60}$	105	195	105	313	238	956
Фон + $Рс_{30}$	113	201	130	326	195	965
Фон + $Рс_{60}$	168	223	135	392	235	1153
Фон + $Рс_{90}$	169	276	137	348	250	1180
Фон + $Рс_{120}$	194	282	140	385	260	1261
Фон + $Рф_{90}$	185	270	135	355	278	1223
$НСР_{01}$	11,5	14,2	15,1	30,2	38,6	

При анализе II фракции минеральных фосфатов было выявлено, что происходит увеличение содержания фосфора с ростом дозы удобрения: с 20 % на контроле до 32 % в варианте с $Рс_{120}$.

Закономерности накопления фосфатов III фракции такие же, как в I и II фракциях.

Внесение возрастающих доз удобрений положительно влияло на содержание фосфатов IV фракции и, практически, не оказало влияние на V фракцию минеральных фосфатов.

Фосфоритная мука не уступала по накоплению минеральных форм фосфатов суперфосфату в аналогичной дозе.

По данным С.Н. Адрианова [3], при систематическом применении удобрений в дерново-подзолистой почве значительно увеличивается количество фосфатов кальция I фракции. Исследования показали, что основные фракции, в которых происходит накопление фосфора в почве, это фосфаты кальция I-II фракций и фосфаты алюминия.

Поступление в почву свежеснесенных фосфорных удобрений в дозах от 30 до 120 кг д.в./га в течение пяти ротаций севооборота способствовало повышению содержания подвижных форм фосфора от 210 до 520 мг/кг в слое почвы 0-20 см и 219 – 435 мг/кг почвы в слое 20 – 40 см (рис.). Фосфоритная мука по накоплению подвижного фосфора в почве не уступала двойному суперфосфату в аналогичной дозе.

Результаты исследований В.Г. Минеева и др. [3] показали, что свежеснесенный фосфор, несмотря на отмеченное рядом авторов слабое перемещение его по профилю почвы, может в определенных условиях обладать значительной подвижностью. Более высокий уровень содержания подвижного фосфора в слое почвы 20-40 см в вариантах с внесением фосфорных удобрений по сравнению с вариантами без их применения свидетельствует о передвижении подвижных фосфатов в подпахотный слой исследуемой почвы.

В почве опыта, несмотря на кислую реакцию среды, под влиянием применяемых удобрений происходило увеличение подвижных форм фосфора. В то же время, как утверждают [4-7], в таких условиях подвижные формы фосфора активно переходят в осаждаемые формы. Очевидно, что высокое содержание обменных форм кальция и магния в почве опыта препятствовало осаждению подвижных фосфатов удобрений

полуторными оксидами и поглощению гидроксидами алюминия и железа.

Динамика подвижного фосфора от фазы кушения до созревания овса зависела от вариантов опыта. Без внесения фосфорных удобрений и в вариантах с дозами 30 и 60 кг д.в./га она не выражена, с внесением Рс в дозах 90-120 кг д.в./га и

Рф₉₀ отмечено снижение содержания подвижных фосфатов в слоях почвы 0-20 и 20-40 см в течение вегетационного периода (см. рис). Вероятно, за счет лучшего развития корневой системы растений в связи с применением повышенных доз фосфорных удобрений происходило активное потребление подвижного фосфора, не исключая его закрепление почвой.

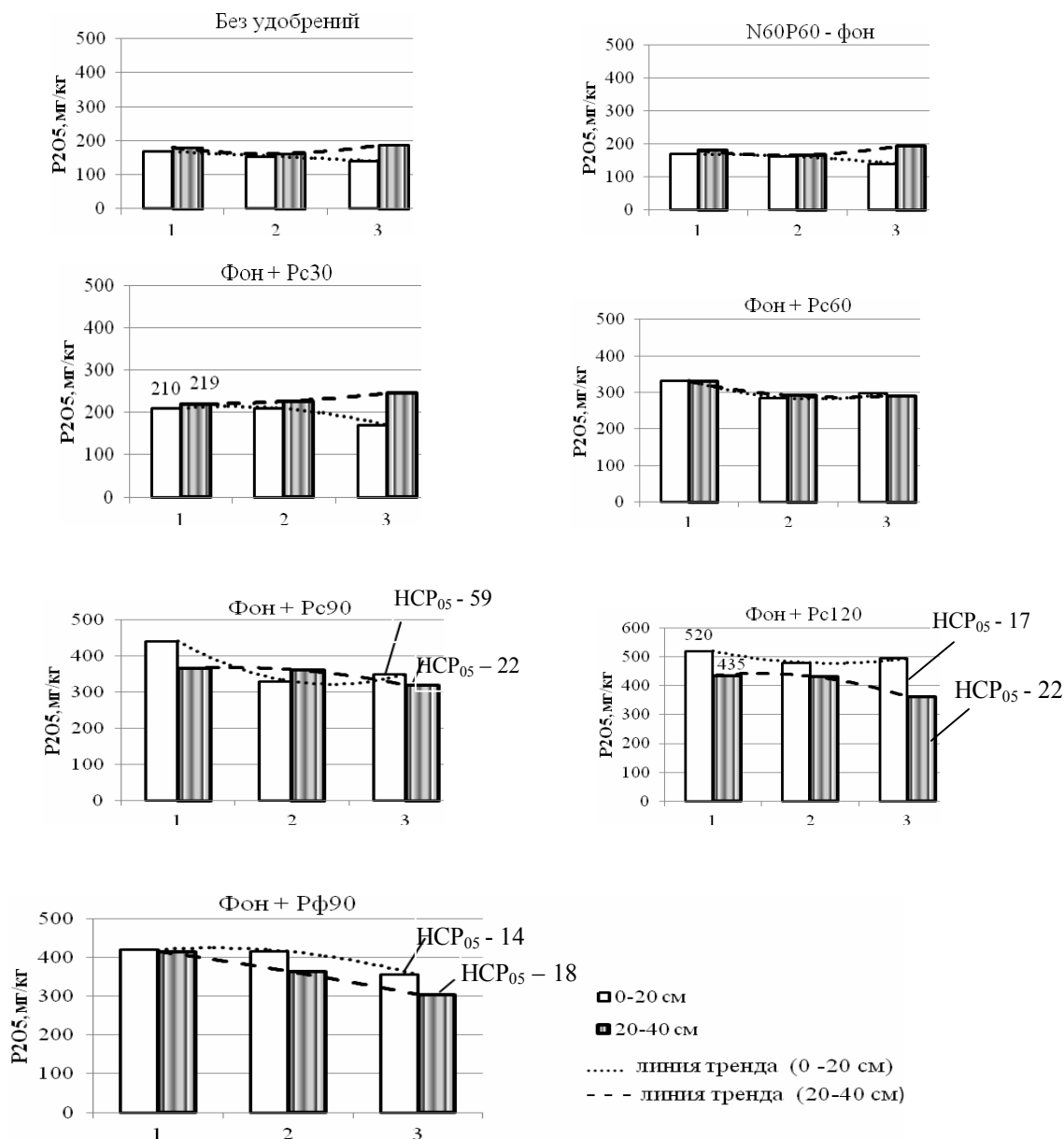


Рис. Динамика подвижного фосфора по фазам развития овса V ротации севооборота:
1 – кушение, 2 – выметывание, 3 – созревание

Определение фосфора в почвенном растворе показало, что концентрация фосфат-ионов в нём снижается от фазы кушения к созреванию, особенно в верхнем слое, где располагается основная масса корней растений (табл. 2).

2. Степень подвижности фосфатов по фазам развития овса (2011 г.)

Вариант опыта	Кушение	Выметывание	Созревание	Кушение	Выметывание	Созревание
	0-20 см			20-40 см		
0 (б/у)	0	0	0	0	0	0
N ₆₀ K ₆₀ -фон	0	0	0	0	0	0
Фон+Рс ₃₀	0	0,01	0	0	0	0
Фон+Рс ₆₀	0,25	0,21	0,15	0,02	0,12	0,09
Фон+Рс ₉₀	0,38	0,33	0,31	0,02	0,20	0,13
Фон+Рс ₁₂₀	0,72	0,58	0,46	0,27	0,42	0,33
Фон+Рф ₉₀	0,12	0,02	0,03	0,02	0,18	0
HCP ₀₅	0,43	0,14	0,06	0,07	0,11	0,18

В вариантах без фосфорных удобрений и при внесении суперфосфата в дозе 30 кг д.в./га в фазы кушение, выметывание, созревание легкодоступный фосфор практически отсутствовал. В вариантах с дозами Рс₆₀ кг/га в слое почвы 0-20 см отмечена средняя и повышенная обеспеченность легкодоступным фосфором, в слое почвы 20-40 см – низкая и средняя, с дозами Рс₉₀ кг/га – повышенная обеспеченность в верхнем слое, низкая и средняя в слое 20-40 см. Внесение Рс в дозе 120 кг/га обеспечивало высокое содержание легкодоступного фосфора во все фазы развития в слое почвы 0-20 см и повышенное – в слое 20-40 см.

Влияние фосфоритной муки, внесенной в дозе 90 кг/га, на содержание легкодоступных фосфатов уступало действию суперфосфата в дозах 60 и 90 кг/га во все фазы развития овса.

Выводы. 1. Систематическое внесение возрастающих доз суперфосфата на дерново-подзолистой почве привело к повышению суммарного содержания минеральных фосфатов с

883 мг/кг на контроле до 1261 мг/кг в варианте с внесением суперфосфата в дозе 120 кг/га. При этом в почве существенно увеличилось количество наиболее растворимой фракции фосфатов – Са-Р_I и Са-Р_{II}. Небольшое количество внесенного фосфора закреплялось в составе Al-Р и Fe-Р.

2. Кислая реакция почвенной среды в опыте не препятствовала повышению содержания подвижных форм фосфора под влиянием различных доз суперфосфата в слоях почвы 0-20 и 20-40 см от 210 до 520 мг/кг и от 219 до 435 мг/кг соответственно.

3. Степень подвижности фосфатов снижалась от фазы кушения к созреванию. Более высокая концентрация легкодоступного фосфора характерна для верхнего (0-20 см) слоя почвы. Внесение суперфосфата в дозах 120 кг д.в./га обеспечивало высокую обеспеченность растений легкодоступным фосфором в слое почвы 0-20 см и повышенную в слое 20-40 см в основные фазы развития растений.

4. Фосфоритная мука в дозе 90 кг д.в./га по накоплению в почве минеральных фосфатов, подвижных форм фосфора, в

отличие от легкодоступного фосфора, равнозначна действию суперфосфата в аналогичной дозе.

Литература

1. *Агрохимические методы исследования почв* / Под ред. А.В. Соколова. - М.: Наука, 1975. - 656 с.
2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. - М.: Колос, 1985. - 352 с.
3. *Минеев В.Г., Коваленко А.А., Ваулин А.В., Афанасьев Р.А.* Влияние фосфорных удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур // *Агрохимия*. - 2009. - № 10. - С. 3-10.
4. *Адрианов С.Н.* Формирование фосфатного режима дерново-подзолистых почв в разных системах удобрения. - М.: ВНИИА, 2004. - 296 с.
5. *Чумаченко И.Н.* Формы и реакции фосфора в почве / Фосфорные удобрения и условия их применения // *Труды ВИАУ*. - М., 1971. Вып. 50. - С. 8-25.
6. *Хлыстовский А.Д., Князева К.П.* Влияние длительного применения различных форм фосфорных удобрений на фракционный состав минеральных фосфатов дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы // *Агрохимия*. - 1969. - № 6. - С. 61 - 68.
7. *Афанасьев Р.А., Мерзлая Г.Е.* Содержание подвижного фосфора в почвах при длительном применении удобрений // *Агрохимия*. - 2013. - № 2. - С. 30-36.

EFFECT OF THE LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PHOSPHATE STATUS OF SODDY-PODZOLIC SOILS

E.M. Mitrofanova, Perm Agricultural Research Institute, ul Cultury 12, Lobanovo, Perm raion, 614532 Russia, E-mail: pniish@rambler.ru

The phosphate status of soddy-podzolic soil at the end of the fifth rotation cycle has been studied. The seasonal dynamics of the labile phosphorus content and the degree of phosphate lability has been shown. It has been found that the long-term application of mineral fertilizers at increasing rates increased the content of labile mineral phosphates and the degree of phosphate lability. The content of labile phosphates decreased in the treatments with high rates (P₉₀₋₁₂₀) of phosphorus fertilizers. The degree of phosphate lability was more subjected to seasonal changes compared to the content of mobile phosphates and was affected by the experimental treatments.

Keywords: soddy-podzolic soil, superphosphate, phosphorite meal, mineral phosphates, labile phosphorus, degree of phosphate lability.