

## ИЗМЕНЕНИЕ ФОСФАТНОГО ФОНДА ЛУГОВЫХ ЧЕРНОЗЕМОВИДНЫХ ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ

**Ключевые слова:** луговая черноземовидная почва, стационарный длительный опыт, пятипольный севооборот, средне-годовая доза удобрений, структура фосфатного фонда, фракции фосфатов, количественный и качественный состав фракций, корреляционный анализ.

### Введение

В Амурской области луговые черноземовидные почвы занимают более 35% пашни. Фосфатный фонд этих почв характеризуется достаточно высокими валовыми запасами фосфора (160-220 мг/кг), но низким содержанием его подвижных форм (27-36 мг/кг). Это объясняет острую необходимость применения фосфорных удобрений и достаточно высокую их эффективность. При внесении в почву минеральных фосфатов заметно возрастает содержание подвижных форм  $P_2O_5$ . Однако значительная их часть переходит в труднодоступные для растений соединения, количество и состав которых можно определить в стационарных полевых опытах.

**Цель исследований** – изучить изменение количественного и качественного состава фосфатов луговой черноземовидной почвы при длительном систематическом применении удобрений в пятипольном стационарном севообороте.

### Объект и методика проведения исследований

Исследования проводили на луговой черноземовидной почве в стационарном поле-

вом опыте лаборатории плодородия почв Всероссийского НИИ сои (табл. 1).

Среднегодовую дозу удобрений на 1 га севооборотной площади можно условно разделить на пониженную (варианты 2-3), среднюю (вариант 4) и повышенную (варианты 5-6). По окончании девятой ротации (45 лет) были отобраны почвенные образцы, в которых определили подвижность  $P_2O_5$  по методам Карпинского и Замятиной ( $0,03\text{H K}_2\text{SO}_4$ ), подвижные формы фосфора – по методу Кирсанова ( $0,2\text{H HCl}$ ) и фракционный состав фосфатов – по методу Чанга-Джексона в модификации Аскинази, Гинзбурга, Лебедевой.

### Результаты исследований

В результате длительного систематического применения сравнительно небольших доз удобрений по истечении первых шести ротаций были созданы агрохимические фонны, имеющие 3 уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором – низкий, средний и высокий соответственно среднегодовой нагрузке удобрениями на 1 га севооборотной площади [1, 2]. Для изучения изменения структуры фосфатного фонда луговой черноземовидной почвы был проведен анализ его фракционного состава (табл. 2).

Длительное применение удобрений привело к возрастанию содержания валовых форм фосфора от 158 в контроле до 192 и 203 мг/100 г почвы в вариантах с повышенной дозой внесения удобрений.

Таблица 1

Схема длительного опыта по применению удобрений в севообороте

№ варианта	Внесено удобрений, кг д.в./га		Распределение удобрений под культуры севооборота, кг д.в./га				
	среднегодовая доза на 1 га севооборотной площади	за ротацию	однолет. травы (соя+овес)	соя	пшеница	соя	пшеница
1	-	-	-	-	-	-	-
2	$P_{30}$	$P_{150}$	$P_{30}$	$P_{60}$	$P_{60}$	-	-
3	$N_{24}$	$N_{120}$	$N_{60}$	$N_{30}$	$N_{30}$	-	-
4	$N_{24}P_{30}$	$N_{120}P_{150}$	$N_{60}P_{30}$	$N_{30}P_{60}$	$N_{30}$	$P_{60}$	-
5	$N_{42}P_{48}$	$N_{210}P_{240}$	$N_{90}P_{60}$	$N_{30}P_{60}$	$N_{30}P_{30}$	$N_{30}P_{60}$	$N_{30}P_{30}$
6	$N_{24}P_{30} + 4,8\text{ т навоза}$	$N_{120}P_{150} + 24\text{ т/га навоза}$	$N_{60}P_{30} + 12\text{ т/га навоза}$	$N_{30}P_{60}$	$N_{30}$	$P_{60} + 12\text{ т/га навоза}$	-

Структура фосфатного фонда луговой черноземовидной почвы, среднее по трём закладкам опыта во времени

Внесено удобрений за 9 ротаций, кг д.в.	Общий фосфор, P <sub>общ.</sub>	Минеральный (активный) фосфор, P <sub>мин.</sub>	Органич. фосфор, P <sub>орг.</sub>	Фракционный состав минеральных фосфатов			
				рыхло-связанные	Al-P	Fe-P	Ca-P
0	<u>158</u> 100	<u>32</u> 20	<u>90</u> 57	<u>0.198</u> 0,6	<u>5.72</u> 16,4	<u>19.08</u> 54,6	<u>9.97</u> 28,4
P <sub>1350</sub>	<u>163</u> 100	<u>38</u> 23	<u>98</u> 60	<u>0.127</u> 0,3	<u>7.37</u> 19,2	<u>21.64</u> 56,2	<u>9.32</u> 24,3
N <sub>1080</sub>	<u>160</u> 100	<u>28</u> 18	<u>96</u> 60	<u>0.255</u> 0,8	<u>5.04</u> 17,6	<u>16.54</u> 57,9	<u>6.75</u> 23,7
N <sub>1080</sub> P <sub>1350</sub>	<u>167</u> 100	<u>40</u> 24	<u>92</u> 55	<u>0.250</u> 0,6	<u>7.68</u> 19,3	<u>24.61</u> 61,9	<u>7.24</u> 18,2
N <sub>1890</sub> P <sub>2160</sub>	<u>192</u> 100	<u>54</u> 28	<u>94</u> 49	<u>0.504</u> 0,9	<u>12.02</u> 22,3	<u>29.50</u> 54,7	<u>11.83</u> 22,1
N <sub>1080</sub> P <sub>1350</sub> + 216 т навоза	<u>203</u> 100	<u>55</u> 27	<u>89</u> 44	<u>0.500</u> 0,9	<u>13.19</u> 23,8	<u>29.74</u> 53,7	<u>11.99</u> 21,6
НСР <sub>05</sub> , мг/100 г	20	8		0,297	4,1	5,9	8,3

Примечание. Числитель – мг/100 г почвы; знаменатель – % от суммы.

Минеральный фосфор контрольного варианта опыта представлен главным образом фосфатами полуторных окислов. Содержание рыхлосвязанных, наиболее доступных для питания растений фосфатов низкое (0,198 мг/100 г почвы), составляет 0,6% от общего количества. В структуре фосфатного фонда преобладают фосфаты железа – 54,6%, затем следуют фосфаты кальция – 28,4% и фосфаты алюминия, количество которых (5,72 мг/100 г почвы) составляет всего 16,4% от общей суммы. На удобренных делянках количество рыхлосвязанных фосфатов увеличилось в 1,3-2,5 раза по сравнению с контролем, но абсолютное их содержание осталось низким. В вариантах с применением повышенных доз удобрений резко возросло содержание фосфатов полуторных окислов, причём содержание фосфатов Al увеличилось более чем в 2 раза. Доля железосвязанных фосфатов в структуре фосфатного фонда вариантов с применением повышенных доз удобрений осталась на уровне контроля – 53,7-54,7%, хотя абсолютное их количество возросло относительно контроля на 10,4-10,6 мг/100 г почвы.

В процессе почвообразования фосфор минеральных фосфатов почвообразующих пород включается в органические соединения и в их составе накапливается в почве. Установлено, что общее содержание P<sub>орг.</sub> является относительно устойчивым показателем. Его зависимость от внесения навоза и минеральных удобрений значительно слабее, чем P<sub>общ.</sub> и P<sub>мин.</sub> причём, максимальный уровень достигается при применении небольшого количества удобрений и сохраняется при дальнейшем повышении их доз [3]. В результате исследований установлено, что количество органических фосфатов в контрольном

варианте составляет в среднем 57% от валовых форм, снижаясь до 49-44% при внесении повышенных доз удобрений. Следует отметить, что максимальное снижение P<sub>орг.</sub> относительно контроля отмечено в варианте, где часть дозы минеральных удобрений заменена эквивалентным количеством органических. Снижение доли органофосфатов происходит из-за возрастания активности минерализации. Именно в вышеупомянутых вариантах опыта отмечено повышенное содержание минерального фосфора.

В результате длительного систематического внесения сравнительно невысоких доз удобрений фосфатный фонд луговой черноземовидной почвы изменился в сторону увеличения доли активных и подвижных минеральных форм фосфора. Так, количество подвижных фосфатов, определяемых по методу Кирсанова, с возрастом средней годовой дозы удобрений повысилось относительно контроля почти в 3, а подвижность (по Карпинскому и Замятиной) – в 3,9 раза.

Установлена тесная зависимость содержания подвижных фосфатов почвы по методу Кирсанова и концентрации P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в 0,03 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Н по методу Карпинского и Замятиной от количества общего фосфора и отдельных фракций активных минеральных фосфатов (табл. 3).

Согласно данным таблицы 3, коэффициенты парной корреляции превысили критический уровень за исключением кальций фосфатов. На уровень содержания подвижных фосфатов в почве и концентрацию P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в слабо солевой вытяжке наиболее сильное влияние оказали фракции P-Fe (r = 0,982 и 0,962) и P-Al (r = 0,974 и 0,947); отмечена тесная связь этих показателей с содержанием общего фосфора (r = 0,933 и 0,901).

Коэффициенты парной корреляционной зависимости показателей фосфатного фонда луговой черноземовидной почвы

Показатель	P <sub>общий</sub>	P <sub>рыхл.св.</sub>	P-Al	P-Fe	P-Ca	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (по Кирсанову)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (0,03 Н K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
(при n-2 = 4, r <sub>критическое</sub> = 0,811)							
P <sub>общий</sub>		0,931	0,972	0,915	0,778	0,933	0,901
P <sub>рыхл.св.</sub>	0,931	-	0,891	0,811	0,677	0,866	0,858
P-Al	0,972	0,891	-	0,967	0,819	0,974	0,947
P-Fe	0,915	0,811	0,967	-	0,738	0,982	0,962
P-Ca	0,778	0,677	0,819	0,738	-	0,768	0,760

**Заключение**

Длительное систематическое внесение удобрений изменяет структуру фосфатного фонда луговой черноземовидной почвы. Увеличивается содержание валовых его форм относительно контроля на 34-45 мг/100 г почвы, за счет повышения доли рыхлосвязанных фосфатов и фосфатов алюминия. Фосфатный фонд луговой черноземовидной почвы изменился в сторону увеличения доли активных и подвижных минеральных форм фосфора. На величину содержания подвижных форм и подвижности фосфатов сильное влияние оказывали фракции P-Fe (r = 0,982 и 0,962) и P-Al (r = 0,974 и 0,947).

**Библиографический список**

1. Ковшик И.Г., Наумченко Е.Т. Фосфор в почвах Амурской области и эффективность удобрений // Фосфор в почвах Сибири. – Новосибирск, 1983. – С. 139-147.
2. Наумченко Е.Т., Ковшик И.Г., Кондратова А.В. Результаты длительного применения системы удобрений под сою в стационарном соево-зерновом севообороте: сб. ст. координационного совещания 8-9 сентября. – Краснодар, 2004. – С. 164-169.
3. Макаров М.И., Недбаев Н.П., Курмышева Н.А., Ефремов В.Ф. Трансформация органических соединений фосфора в дерново-подзолистой почве при длительном использовании различных систем удобрений // Агрохимия. – 1997. – № 7. – С. 5-11.



УДК 631.453:631.445.24:631.51:631.8

**Е.В. Чебыкина,  
С.С. Сивкова,  
А.М. Труфанов,  
Т.А. Виноградова**

**ТОКСИЧНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЙ**

**Ключевые слова:** система обработки почвы, система удобрений, токсичность почвы, микробный токсикоз, микромицеты, тяжелые металлы, урожайность полевых культур.

Токсичность почвы проявляется в торможении роста корней, хлорозе растений, нарушении обмена веществ, задержке поступления питательных веществ, подавлении дыхательного процесса и как следствие снижении урожайности сельскохозяйственных культур. Принято считать почвы токсичными, если они вызывают снижение или угнетение проростков и корней не менее чем на 20-30% [1].

В формировании фитотоксичности почв и снижении урожайности немаловажную роль играют почвенные факторы. Известно, что дерново-подзолистые глееватые почвы об-

ладают высоким уровнем токсичности. Причинами его проявления могут быть закисные соединения алюминия, железа и марганца, образующиеся при анаэробных условиях в результате кратковременного избыточного увлажнения. Кроме того, свою негативную роль могут сыграть и загрязнители (тяжелые металлы). Попадая в почву, тяжелые металлы действуют на почвенные организмы, последние, в свою очередь, реагируют изменением биохимических показателей [3].

Поэтому поиск сочетания агроприемов возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих сдерживание фитотоксического воздействия, сохранение повышения плодородия почвы и получение высоких урожаев, имеет большое значение.

В связи с этим **цель исследований** заключалась в изучении эффективности применения систем обработки почвы, сочетающих