

2. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

УДК 631.85:631.445.24

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ФОСФАТОВ РАЗЛИЧНОЙ РАСТВОРИМОСТИ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ С ОЧЕНЬ ВЫСОКИМИ ЗАПАСАМИ ФОСФОРА

О. Г. Кулеш, Е. Г. Мезенцева, О. В. Симанков, О. А. Шедова

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное земледелие приводит к повышению плодородия дерново-подзолистых почв. В результате возрастает доля почв с очень высоким содержанием подвижных фосфатов. Значительный потенциал данных почв позволяет получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур с минимальными затратами.

Но поскольку все процессы окультуривания обратимы, то свойства антропогенно-преобразованных почв являются неустойчивыми, и чем в большей степени они изменены по отношению к исходным показателям, тем в большей степени неравновесное состояние возникает.

В исследованиях по изучению фосфатного режима почв [1, 2] показано, что фосфор, внесенный с удобрениями, используется растениями в первый год лишь на 10–20 %. Остаточные фосфаты играют большую роль в фосфатном режиме окультуренных почв и обеспеченности растений фосфором, их доступность варьирует в зависимости от свойств почвы, количества внесенных фосфатов, времени взаимодействия фосфорных удобрений с почвой, биологических особенностей культур и других факторов. Среди указанных факторов способность почвы «поглощать» фосфаты имеет особое значение.

С предшествующей удобренностью почв тесно связана и эффективность фосфорных удобрений. С одной стороны, внесение фосфорных удобрений в условиях их высокого содержания в почве нецелесообразно, с другой стороны, как показывает анализ изменения содержания подвижных фосфатов, ежегодное его падение в пахотном слое почвы идет более интенсивно, чем накопление при окультуривании [3].

Изучение фосфатного режима почвы с очень высоким содержанием элемента, доступности растениям остаточных форм, их трансформации в почвах имеет важное теоретическое и практическое значение. В настоящее время существует множество методов агрохимического анализа, используемых для характеристики фосфатного режима. Основанием для применения того или иного метода при извлечении фосфатов из различных почв должен служить состав фосфорных

соединений в изучаемых почвах и подбор наиболее подходящего растворителя. Естественно, что разные растворители извлекают различные количества фосфора из одной и той же почвы и нельзя считать один из методов оптимальным для какого-нибудь типа почв на основании того, что применение его показывает наибольшее или наименьшее содержание фосфатов в почве. Некоторые почвы в силу своих природных особенностей, обусловленных характером почвообразовательных процессов в них, содержат высокие количества кислотнорастворимого фосфора, которые не соответствуют фактической степени обеспеченности этих почв фосфатами [4]. В данном случае для характеристики плодородия в отношении фосфора более приемлемы водные и слабосолевые вытяжки [5]. Есть данные [6, 7], что использование метода Кирсанова для контроля за изменением содержания подвижных фосфатов в дерново-подзолистой почве, особенно с высоким содержанием подвижных фосфатов и степени их подвижности более 0,4 мг/л, малопригоден, лучше пользоваться методом Олсена, Гинзбург-Артамоновой или дополнять определение фосфора по Кирсанову установлением степени подвижности фосфатов. Следовательно, только соответствие в показаниях аналитических данных, полученных химическим методом, с данными эффективности фосфорных удобрений на исследуемых почвах может послужить характеристикой метода.

Установление направленности изменений фосфатного состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с очень высоким содержанием подвижных фосфатов в условиях остаточного последействия фосфорных удобрений с использованием методов определения фосфатов различной растворимости явилось целью наших исследований.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение фосфатного режима дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с очень высоким содержанием подвижных фосфатов в условиях последействия органических и фосфорных минеральных удобрений проводилось в 2012–2018 гг. в стационарном технологическом опыте, заложенном на полях Института почвоведения и агрохимии, расположенных в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области. Агрохимическая характеристика пахотного слоя на начало проведения исследований: pH_{KCl} 6,02–6,33, гумус – 2,07–2,40 %, содержание подвижных форм (по Кирсанову) P_2O_5 – 736–847, K_2O – 387–432 мг/кг почвы.

Исследования проводили в двух последовательно открывающихся полях в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: кукуруза на зеленую массу (2013–2014 гг.) – яровая пшеница (2014–2015 гг.) – яровой ячмень (2015–2016 гг.) – яровой рапс (2016–2017 гг.) – озимая пшеница (2017–2018 гг.).

В опыте предусматривалось внесение минеральных удобрений на разных органических фонах. Органические удобрения – подстилочный навоз КРС со следующими показателями качества (на естественную влажность в среднем за 2 года): N – 0,50 %, P_2O_5 – 0,28 %, K_2O – 0,60 %, CaO – 0,40 %, MgO – 0,12 %, влажность – 75 %, вносили осенью перед посевом кукурузы.

Минеральные удобрения – карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий применяли согласно схеме опыта (табл. 1).

Таблица 1

Изменение содержания фосфатов различной растворимости в пахотном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы за ротацию севооборота (среднее по двум полям)

Вариант	Степень подвижности, мг/л раствора				Подвижные (по Кирсанову), мг/кг почвы				По Чирикову, мг/кг почвы					
	н. р.		к. р.		н. р.		к. р.		I + II группа			III группа		
	н. р.	к. р.	н. р.	к. р.	н. р.	к. р.	н. р.	к. р.	н. р.	к. р.	±	н. р.	к. р.	±
Без удобрений – фон 1	1,69	1,26	-0,43		805	749	-56		399	376	-23	1128	1042	-86
Фон 1 + N ₃₃₀	1,64	1,18	-0,46		736	731	-5		377	358	-19	1104	1068	-36
Фон 1 + N ₄₈₀	1,63	1,05	-0,58		790	725	-65		396	366	-30	1129	1081	-48
Фон 1 + N ₆₃₀	1,58	1,06	-0,52		804	704	-100		381	368	-13	1084	1047	-37
Фон 1 + N ₆₃₀ P ₉₀ K ₁₉₅	1,45	1,12	-0,33		774	691	-83		369	358	-11	1134	1115	-19
Среднее по фону	1,60	1,13	-0,47		782	720	-62		384	365	-19	1116	1071	-45
Навоз 50 т/га – фон 2	1,64	1,35	-0,29		792	764	-28		417	423	6	1089	1079	-10
Фон 2 + N ₃₃₀	1,68	1,32	-0,36		795	768	-27		399	406	7	1121	1084	-37
Фон 2 + N ₄₈₀	1,80	1,34	-0,46		847	804	-43		425	423	-2	1175	1096	-79
Фон 2 + N ₆₃₀	1,74	1,27	-0,47		781	753	-28		395	392	-3	1155	1060	-95
Фон 2 + N ₆₃₀ P ₉₀ K ₁₉₅	1,79	1,51	-0,28		814	781	-33		403	402	-1	1174	1117	-57
Среднее по фону	1,73	1,36	-0,37		806	774	-32		408	409	1	1143	1087	-56
Навоз 100 т/га – фон 3	1,76	1,48	-0,28		809	802	-7		419	417	-2	1134	1084	-50
Фон 3 + N ₃₃₀	1,63	1,37	-0,26		782	751	-31		392	398	6	1150	1074	-76
Фон 3 + N ₄₈₀	1,71	1,26	-0,45		769	747	-22		377	386	9	1122	1047	-75
Фон 3 + N ₆₃₀	1,58	1,38	-0,20		802	775	-27		396	409	13	1114	1082	-32
Фон 3 + N ₆₃₀ P ₉₀ K ₁₉₅	1,68	1,62	-0,06		781	784	3		416	428	12	1091	1094	3
Среднее по фону	1,67	1,42	-0,25		789	772	-17		400	408	8	1122	1076	-46
НСР ₀₅ (фон)	F _ф < F ₀₅	0,12			F _ф < F ₀₅	36			F _ф < F ₀₅	27		F _ф < F ₀₅	F _ф < F ₀₅	
НСР ₀₅ (н. р. / к. р.)		0,15				33				19			F _ф < F ₀₅	

Примечание. н. р. – начало ротации севооборота; к. р. – конец ротации севооборота.

Перед закладкой опыта (2012, 2013 гг.), в середине ротации (2015, 2016 гг.) и после завершения ротации севооборота (2018, 2019 гг.) проведен отбор смешанных почвенных образцов из пахотного слоя по делянкам.

Для определения степени подвижности фосфатов – показателя способности почвенных фосфатов отдавать фосфат-ионы в раствор – использовали метод Карпинского–Замятиной (0,015 М K_2SO_4). Соединения фосфора, которые переходят в растворы слабых кислот, щелочей и некоторых солей называют растворимыми или подвижными фосфатами [4]. В Республике Беларусь для определения подвижных фосфатов общепринятым является метод Кирсанова (0,2 М HCl вытяжка). Также проводили неполное определение группового состава фосфатов по Чирикову, а именно извлечение I + II группы фосфатов (0,5 М уксусная кислота) и III группы, (извлечение 0,5 М соляной кислотой за вычетом фосфатов, растворимых 0,5 М уксусной кислотой). По заключению автора [8], первые три группы фосфатов являются основным источником питания растений фосфором. Количественным показателем подвижного фосфора в дерново-подзолистых почвах является содержание P_2O_5 в уксуснокислой вытяжке. Содержание P_2O_5 в 0,5 М HCl вытяжке рассматривают как показатель запаса фосфатов, за счет которого пополняется убыль усвояемого растениями фосфора.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее тесную связь с почвообразованием и степенью окультуренности почвы, по мнению Н. П. Карпинского [5], имеют общее содержание и формы почвенных фосфатов. Устойчивый уровень фосфатного питания является показателем плодородия почвы, определяющим гарантированно высокую урожайность сельскохозяйственных культур. Отказ от фосфорных удобрений в опыте, как и применение невысоких доз фосфора, привело к ухудшению фосфатного состояния, при этом отмечалась различная интенсивность изменений в запасах фосфатов различной растворимости в зависимости от изучаемого фона.

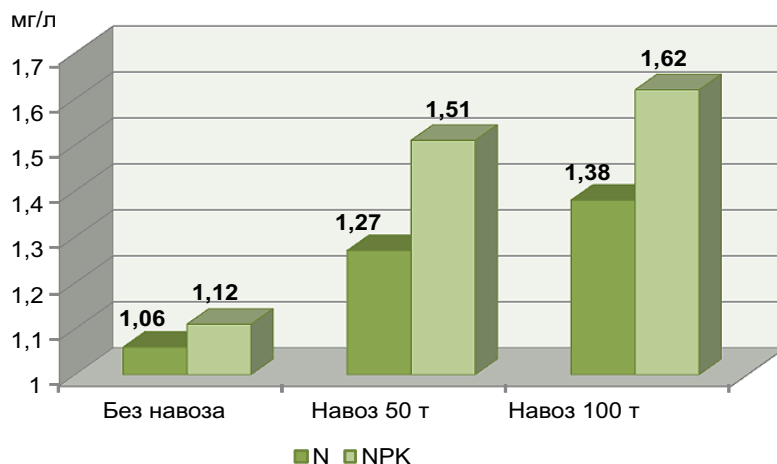
Метод определения степени подвижности фосфатов, предложенный Н. П. Карпинским и В. Б. Замятиной, основанный на обработке навесок почвы слабым раствором 0,015 М K_2SO_4 , свидетельствует о фосфатном уровне («фактор интенсивности») почвы, который может понижаться при усвоении P_2O_5 растениями и повышаться при внесении фосфорных удобрений. Для почв нечерноземной полосы авторы установили следующие ориентировочные показатели обеспеченности растений фосфором при его определении в 0,015 М K_2SO_4 вытяжке (мг P_2O_5 на 1 л):

- 1) очень низкая – 0,01–0,03;
- 2) средняя – 0,06–0,08;
- 3) высокая >0,2 [5].

Перед закладкой опыта степень подвижности фосфатов на двух полях была в пределах 1,45–1,79 мг/л раствора (табл. 1), что может говорить об очень высоком фосфатном уровне, определяемом данным методом. За ротацию севооборота произошло снижение показателя. Применение моноазотной системы удобрения способствовало достоверному снижению содержания фосфатов, определяемых в 0,015 М K_2SO_4 на 13–36 % (0,20–0,58 мг/л) на всех изучаемых фонах. При внесении полного минерального удобрения снижение было несколько ниже – 4–23 %. Внесение навоза также положительно сказалось на снижении темпов падения степени подвижности фосфатов. Если в варианте без удобрений дан-

ный показатель снизился на 0,43 мг/л раствора, то в вариантах с применением навоза – на 0,28–0,29 мг/л.

Кроме того, применение полного минерального удобрения ($N_{630}P_{90}K_{195}$) на фонах с внесением навоза оказывало более благоприятное воздействие на изменение степени подвижности фосфатов, чем моноазотная система (N_{630}) (рис. 1). При совместном применении NPK с навозом подвижность фосфатов была на 0,24 мг/л выше, чем в вариантах с применением N на фоне навоза. Внесение полного минерального удобрения на безнавозном фоне не имело существенного преимущества перед моноазотной системой.



$HCP_{0,5}$ взаимодействие А и В (органические и минеральные удобрения) – 0,20

Рис. 1. Степень подвижности фосфатов на конец ротации, мг/л

Степень подвижности фосфатов является наиболее изменчивым показателем фосфатного режима почвы, поскольку, усваивая фосфор из почвенного раствора, растения снижают его концентрацию. Однако почвы способны поддерживать концентрацию фосфора в растворе на относительно стабильном уровне, в зависимости от запасов растворимых (подвижных) фосфатов в почве и скорости растворения в нем фосфорсодержащих минералов [9]. Ввиду этого эффективное плодородие почв в отношении фосфатов определяется запасом подвижных его форм.

Содержание подвижных фосфатов, определяемое методом Кирсанова, в опыте перед началом ротации севооборота составляло 736–848 мг/кг почвы. Анализ почвенных образцов, отобранных после завершения ротации, свидетельствует о снижении содержания фосфатов, извлекаемых 0,2 М HCl. При этом на безнавозном фоне снижение было достоверным, составив в среднем по фону 62 мг/кг почвы. На фоне внесения органических удобрений падение значений данного показателя было недостоверным – 32 мг/кг на фоне 50 т/га навоза и 17 мг/кг почвы на фоне 100 т/га.

Применение минеральных фосфорных удобрений в дозе 90 кг/га за севооборот (среднегодовая доза – 18 кг/га) в варианте $N_{630}P_{90}K_{195}$ не имело достоверного преимущества перед моноазотной системой. Можно отметить только тенденцию повышения содержания подвижных фосфатов в данном варианте на фоне 100 т/га навоза, тогда как на других фонах отмечалось снижение данного показателя.

Более детальное изучение динамики содержания подвижного фосфора свидетельствует о положительном влиянии органических удобрений на изменение количества фосфатов в почве в первые три года после внесения (рис. 2). При применении 50 т/га навоза содержание подвижных фосфатов оставалось на прежнем уровне (+3 мг/кг), при применении 100 т/га навоза наблюдалось повышение на 16 мг/кг почвы. В последующие два года зафиксировано снижение содержания подвижных фосфатов, темпы которого (16,5–17,5 мг/кг в год) несколько превышали темпы на безнавозном фоне (11,0 мг/кг в год).

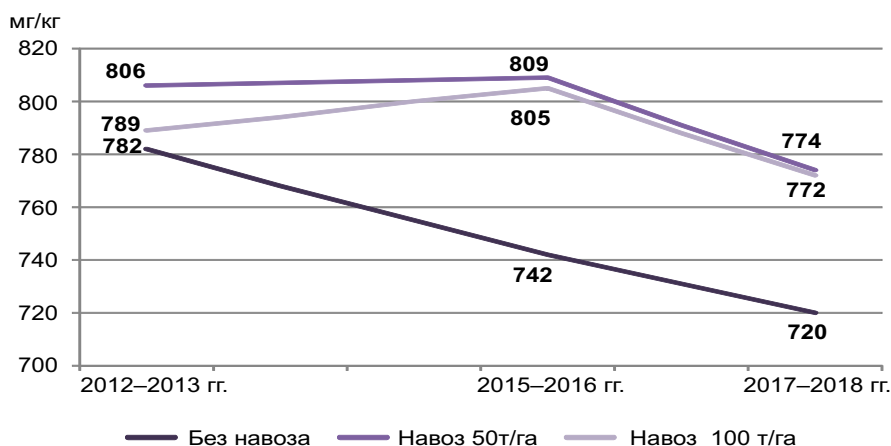


Рис. 2. Динамика содержания подвижных фосфатов, определяемых по методу Кирсанова

В целом за пять лет ежегодные потери подвижных фосфатов на фоне без навоза составили 12,4 мг/кг почвы. При внесении 50 т/га навоза интенсивность снижения была практически в два раза ниже – 6,4 мг/кг. Наименьшие потери зафиксированы при внесении 100 т/га навоза – 3,4 мг/кг почвы в год.

Содержание доступных растениям фосфатов, определяемых по Чирикову (I + II группы) в два раза меньше, чем подвижных фосфатов по Кирсанову. Перед закладкой опыта содержание соединений фосфора, извлекаемых 0,5 М CH_3COOH , изменялось от 369 до 425 мг/кг почвы, что свидетельствует об очень высокой обеспеченности почвы этой группой фосфатов. К концу ротации в целом по опыту содержание фосфатов I + II группы по Чирикову изменилось незначительно, составив 358–428 мг/кг почвы. Тем не менее отмечается влияние на характер изменений системы удобрения. Достоверное снижение отмечено на минеральном фоне (–19 мг/кг почвы). На фоне 50 т/га навоза содержание не изменилось (+1 мг/кг), а на фоне 100 т/га навоза можно говорить о незначительной тенденции увеличения (+8 мг/кг). При этом между моноазотной и полной минеральной системой удобрения различий на всех изучаемых фонах не зафиксировано. Можно отметить положительное влияние органических удобрений на фосфатное состояние, статистическая обработка данных говорит о достоверном превышении содержания фосфатов (на 43–44 мг/кг почвы) на фонах с применением навоза над фоном без органических удобрений.

Количество фосфатов III группы по Чирикову перед закладкой опыта составляло 1084–1175 мг/кг почвы, что свидетельствует о значительных запасах потен-

циально доступных растениям соединений фосфора. За ротацию севооборота содержание соединений данной группы изменилось незначительно. При этом в среднем по фонам тенденции снижения были довольно близки – 45–56 мг/кг почвы, или 4–5 % от первоначального количества.

Таким образом, определение P_2O_5 в почве посредством различных растворителей дает разновеликие результаты. Лучшими методами определения подвижных фосфатов являются те, где показания наиболее близки данным содержания соединений, фосфор которых поступил во время вегетации в растения. Поскольку содержание фосфора изменяется не только в результате его поглощения растениями, но и посредством поступления элемента с удобрениями, показателем, отражающим динамику фосфатов в почве, может служить баланс элемента.

Анализ данных баланса фосфора и изменений запасов фосфатов, извлекаемых различными растворителями, в пахотном слое почвы показал значительные различия по фонам опыта. На безнавозном фоне среднее значение баланса (–308 кг/га) превышало снижение количества фосфатов, определяемых различными методами (рис. 3). Ближе всего к величине баланса было снижение содержания фосфатов, определяемых в 0,2 (–251 кг/га) и 0,5 М HCl (–262 кг/га). Полученные данные могут свидетельствовать как о питании растений не только за счет запасов в пахотном слое, так и о мобилизации менее подвижных соединений фосфора, неизвлекаемых 0,5 М HCl.

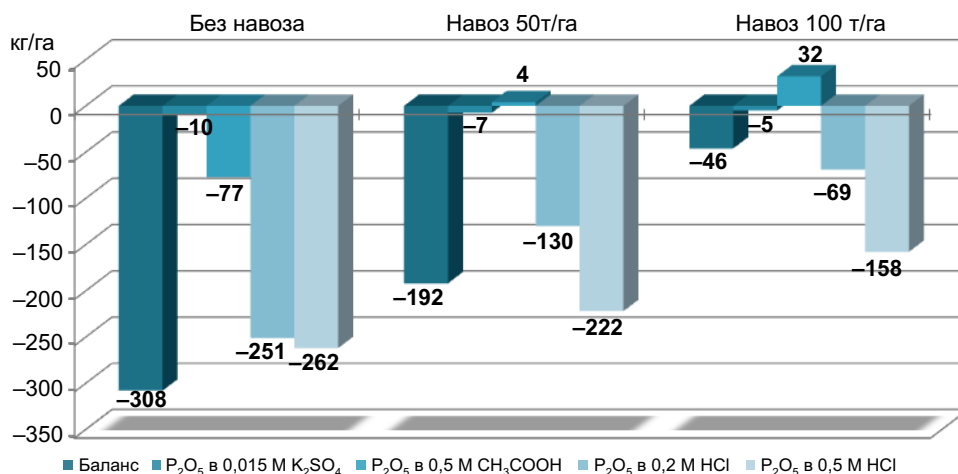


Рис. 3. Баланс фосфора и изменение в пахотном слое почвы запасов различных форм фосфатов за ротацию зернопропашного севооборота

На фоне внесения 50 т/га навоза при балансе равном –192 кг/га потери подвижных фосфатов по Кирсанову составили 130 кг/га, т. е. 68 % от баланса. Снижение запасов фосфатов, определяемых 0,5 М HCl (–222 кг/га), превышало баланс, но показатели данных величин были довольно близки.

Применение 100 т/га навоза, с которым было внесено 280 кг/га фосфора, в значительной мере обеспечило культуры севооборота данным элементом. При отрицательном балансе его величина (–46 кг/га) была существенно ниже, чем на других изучаемых фонах. На данном фоне обращают на себя внимание превышающие

расчетный баланс потери фосфатов, извлекаемых не только 0,5 М HCl, но и 0,2 М соляной кислотой. Таким образом, 112 кг/га фосфатов, определяемых 0,5 М HCl (из них 23 кг/га в 0,2 М HCl вытяжке), составляют непроизводительные потери.

Полученные результаты могут свидетельствовать о переходе остаточных фосфатов на органических фонах в более прочно фиксированные формы, неизвлекаемые 0,5 М HCl, что согласуется с результатами исследований Карпинского Н. П. и Глазуновой Н. М., в которых указывается на снижение в почве, систематически удобрявшейся в прошлые годы, концентрации фосфатов, обусловленное переходом их в более устойчивое состояние с меньшей степенью подвижности [10].

Приведенные выше данные говорят об участии в питании растений фосфатов разной растворимости. Для оценки эффективности метода как показателя, отражающего фосфатное состояние почвы, более пригодным является определение зависимости снижения запасов фосфатов, определяемых различными методами, от баланса фосфора (рис. 4).

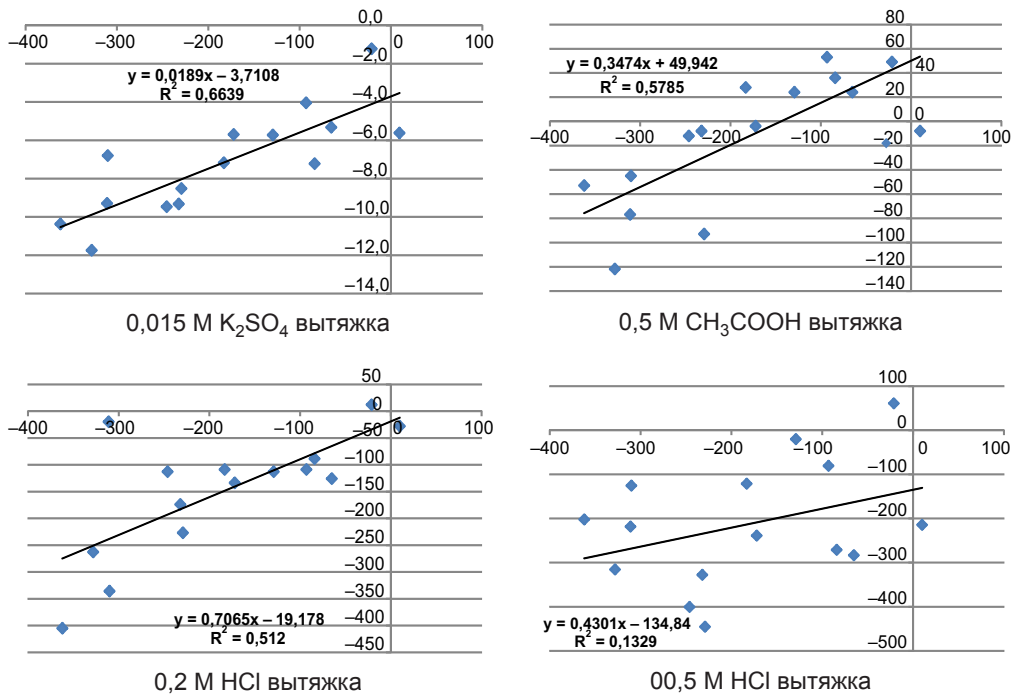


Рис. 4. Линейные взаимосвязи баланса фосфора и изменений запасов соединений фосфора различной растворимости

Так, несмотря на сопоставимость параметров снижения запасов фосфатов в 0,5 М HCl вытяжке и баланса не выявлено статистической зависимости ($R^2 = 0,13$) между этими величинами. Это может служить подтверждением тому, что соединения фосфора, извлекаемые соляной кислотой по Чирикову, непосредственно не участвуют в питании растений, а являются резервом пополнения легкодоступных фосфатов.

Положительная линейная связь обнаружена между балансом и изменением запасов фосфатов, извлекаемых 0,015 М K₂SO₄ ($R^2 = 0,66$), 0,5 М CH₃COOH

($R^2 = 0,58$) и 0,2 М НСl ($R^2 = 0,51$). Наиболее тесная связь отмечается между выносом фосфора и изменениями запасов фосфатов, извлекаемых по методу Карпинского–Замятиной, т. е. соединений фосфора, доступных в первую очередь. Чем более сильный растворитель применяется для извлечения фосфора, тем менее тесная связь с выносом данного элемента. Вместе с тем представленные модели пригодны для практического применения, так как более половины общей вариации результативного признака объясняется воздействием факторного признака. Таким образом, определение фосфатов в данных трех вытяжках (0,015 М K_2SO_4 , 0,5 М CH_3COOH , 0,2 М НСl) удовлетворительно описывает фосфатное состояние в отношении доступных соединений дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с очень высокими запасами фосфора.

ВЫВОДЫ

В результате изучения фосфатного состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в условиях остаточного последействия фосфорных удобрений установлена очень высокая обеспеченность фосфатами различной растворимости к концу ротации пятипольного севооборота. Степень подвижности фосфатов по Карпинскому–Замятиной (0,015 М K_2SO_4) была на уровне 1,05–1,62 мг/л раствора, содержания подвижных фосфатов, извлекаемых 0,2 М НСl по Кирсанову – 691–804 мг/кг почвы, содержание фосфатов I + II группы по Чирикову (0,5 М CH_3COOH) составило 358–428, III группы (0,5 М НСl) – 1042–1117 мг/кг почвы.

За ротацию севооборота степень подвижности фосфатов, определяемая методом Карпинского–Замятиной, по всем изучаемым фонам достоверно снизилась на 15–29 % по отношению к начальным показателям. Существенное уменьшение содержания фосфатов, определяемых по методу Кирсанова и I+II группы по Чирикову, наблюдалось исключительно на минеральном фоне и не превышало 8 и 5 % соответственно. Изменение количества фосфатов III группы по Чирикову было несущественным.

Установлено влияние систем удобрения на фосфатное состояние почвы. Внесение навоза положительно отразилось на снижении темпов деградации почвенного плодородия в отношении фосфатов. При этом целесообразным является внесение 50 т/га навоза, при внесении 100 т/га увеличиваются непроизводительные потери фосфора.

Преимущество полного минерального удобрения при внесении за севооборот $N_{630}P_{90}K_{195}$ перед удобрением азотом (N_{630}) отмечено только в отношении степени подвижности фосфатов на фонах с применением навоза. При совместном применении NPK с навозом подвижность фосфатов была на 0,24 мг/л выше, чем в вариантах с применением N на фоне навоза.

Запасы фосфатов, определяемые в 0,015 М K_2SO_4 , 0,5 М CH_3COOH и 0,2 М НСl имеют значимую связь с балансом фосфора ($R^2 > 0,5$). Данные растворители могут быть использованы для описания фосфатного состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы с очень высокими запасами фосфора в отношении доступных соединений. Фосфаты, определяемые в 0,5 М НСl по Чирикову, характеризуют ближайший резерв доступных фосфатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касицкий, Ю. И. Об оптимальном содержании подвижного фосфора в почвах Нечерноземной зоны СССР / Ю. И. Касицкий // *Агрохимия*. – 1991. – № 6. – С. 107–109.
2. Schweitzer, K. Einfluß langjdhrig unterschiedlicher Dыngung auf die P-Fractionen und die P-Sorption im Boden / K. Schweitzer, H. Pagel // *UFZ-Bericht*. – 1999. – № 24. – S. 229–232.
3. Ваулин, А. В. Изменение фосфатного режима дерново-подзолистой средне-суглинистой окультуренной почвы без внесения фосфорных удобрений / А. В. Ваулин, А. А. Коваленко, В. А. Варламов // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 3. – С. 8–10.
4. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. В. Соколова, Д. Л. Аскинази. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Наука, 1965. – 436 с.
5. Метод Карпинского и Замятиной [Электронный ресурс] // Все об агрохимии. – Режим доступа: <http://agrohimiya24.ru/agrohimicheskie-metody/1765-metod-karpinskogo-i-zamyatinoj.html>. – Дата доступа: 27.11.2019.
6. Паукштис, С. И. Фосфатный режим дерново-подзолистых почв под влиянием слаборастворимых фосфорных удобрений и кремния [Электронный ресурс] / С. И. Паукштис // Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов. – Режим доступа: www.dissercat.com/content/fosfatnyi-rezhim-derново-podzolistykh-pochv-pniem-slaborastvorimyykh-fosfornyykh-udobr. – Дата доступа: 26.09.2019.
7. Тиво, П. Ф. Влияние длительного сельскохозяйственного использования на агрохимические свойства осушенной дерново-глеевой почвы [Электронный ресурс] / П. Ф. Тиво, С. М. Крутько, Л. А. Саскевич // Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/48963/1/inflongtermagriuse.pdf>. – Дата доступа: 22.11.2019.
8. Чириков, Ф. В. Агрохимия калия и фосфора / Ф. В. Чириков. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 464 с.
9. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – 416 с.
10. Карпинский, Н. П. Изменение степени подвижности почвенных фосфатов в длительных микрополевых опытах при внесении фосфорных удобрений / Н. П. Карпинский, Н. М. Глазунова – *Агрохимия*. – 1993. – № 9. – С. 3–13.

DYNAMICS OF PHOSPHATES, VARIOUS SOLUBILITY IN SOD-PODZOLIC LIGHT-LOAMY SOIL WITH VERY HIGH RESOURCES OF PHOSPHORUS

O. G. Kulesh, E. G. Mezentseva, O. V. Simankov, O. A. Shedova

Summary

The results of studies on the phosphate state of sod-podzolic light loamy soil under conditions of residual aftereffect of phosphorus fertilizers are presented. With a very high supply of soil with phosphates of various solubilities, a significant decrease in the degree of phosphate mobility (by 15–29 %) was noted for mineral and organic

backgrounds of the crop rotation. A significant decrease in the phosphate content, determined by the method of Kirsanov and I + II group according to Chirikov, was observed exclusively against a manless background and did not exceed 8 and 5 %, respectively. The change in the amount of phosphates of group III according to Chirikov was insignificant.

Поступила 31.03.2020

УДК:631.811.3

ДИНАМИКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КАЛИЕМ ПАХОТНЫХ И ЛУГОВЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

И. М. Богдевич, Ю. В. Путятин, И. С. Станилевич, О. Л. Ломонос

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Калий – один из важных элементов в физиологии человека, животных и растений. Соли калия, входящие в состав внутриклеточных жидкостей, необходимы для нормального функционирования всех мягких тканей человека, печени, почек, желез внутренней секреции. Физиологическая роль калия в жизни растений многогранна, проявляется прежде всего в активизации множества ферментов и в поддержании благоприятных физико-химических свойств протоплазмы клетки – обводненности, вязкости, эластичности и других.

Несмотря на высокое содержание валового калия в дерновых и дерново-подзолистых почвах (до 0,5–1,0 % в песчаных и до 2,0–3,0 % в суглинистых) растениям доступна только небольшая часть этих запасов – водорастворимые и обменные формы. При остром дефиците калия в почвенном растворе растения могут частично использовать необменные формы калия, находящиеся в динамическом равновесии с обменными и водорастворимыми формами. Необменное поглощение калия связано не только с илесто-пылевой минеральной частью почвы, но и с органическими пленками-гелями, склеивающими мелкодисперсные минералы в агрегаты. Содержание подвижных форм калия в вытяжке 2М HCl является информативным диагностическим показателем обеспеченности калием дерново-подзолистых и торфяных почв [1, 2].

Содержание подвижных форм калия в почвах изменяется в зависимости от характера интенсификации земледелия. Диапазоны оптимальных показателей реакции почв, содержания подвижных форм фосфора и калия, установленные в полевых опытах, используются при планировании и оценке результатов почвоулучшающих мероприятий [3–6].

Обеспеченность почв калием по полям и участкам в настоящее время сильно различается по областям и районам Беларуси в зависимости от факторов интенсификации производства [7]. Возрастает значимость рационального использования удобрений с учетом агрохимических свойств почв. Важным становится