

получение максимальной биологической урожайности культуры 73,26 ц/га при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 33 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 143 шт.; количество семян в стручке – 33,1 шт.; масса 1000 семян – 4,7 г; масса семян с одного растения – 22,2 г.

В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимого рапса 47,7 ц/га получена в втором варианте, прибавка к контролю составила 4,0 ц/га или 9,2%.

Наибольшую прибавку по сбору сырого протеина (0,9 ц/га) озимый рапс гибрида Петрол F1 обеспечивал при внесении Экосила в дозе 0,20 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,20 л/га в фазу полной бутонизации, а по сбору жира (1,8 ц/га) – при внесении в дозе 0,15 л/га в два срока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Влияние регуляторов роста на качество рассады капусты белокочанной / А. А. Аутко, Г. В. Наумова, Л. Ю. Забара // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы 11 Международной научной конференции, Минск, 5-8 декабря 2001 г./НАНБ, Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, Бел. О-во физиол. Растений. – Минск, 2001. – 15 с.
2. Овчинникова, Т. Ф. Влияние гуминового препарата из торфа «Гидрогумат» на полиферазную активность и метаболизм дрожжевых микроорганизмов / Т. Ф. Овчинникова // Биол. Науки. – 1991. – № 10. – С. 87-90.
3. Экологически безопасные биологически активные препараты растительного происхождения и перспективы их использования в овощеводстве / Г. В. Наумова [и др.] / Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: Материалы науч. – практ. конф. / Акад. Агр. Наук РБ. Бел. НИИ овощеводства. – Минск, 2000. – С. 30-31.

УДК 631.445.24:631.416.2(476.6)

ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ АГРОДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ОГЛЕЕННОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ

Т. Г. Синевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28
e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** фосфатный режим, агродерново-подзолистые почвы, групповой и фракционный состав фосфатов.*

***Аннотация.** Приведены результаты исследования фосфатного режима агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почвы с различной обеспеченностью подвижным фосфором, и изменение его под влиянием минераль-*

ных удобрений. Установлено, что под влиянием трехлетнего применения возрастающих доз фосфорных удобрений происходит увеличение на уровне тенденции (при внесении P_{20-60}), а также существенное повышение (при применении P_{80-100}) содержания P_2O_5 в почве независимо от исходного фосфатного уровня. Остаточный фосфор трансформируется в типичные для исследуемых почв формы минерального фосфора.

PHOSPHATE MODE AGRODERNOVO GLEYED PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL WITH VARYING DEGREES OF MOBILE PHOSPHORUS

T. G. Sinevich

EI «Grodno State Agrarian University»

(Belarus, Grodno, 230008, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: phosphate treatment, agro sod-podzolic soils, group and fractional composition of phosphates

Summary. The results of the study of the phosphate regime agroderново gleyed podzolic light loamy soil with different mobile phosphorus, and change it under the influence of mineral fertilizers. It is found that under the influence of three applications of increasing doses of phosphate fertilizers is an increase on the trend (when making P_{20-60}), and a significant increase (using P_{20-60}) P_2O_5 content in soil regardless of the initial phosphate level. The residual phosphorus is transformed into a typical form of the test soil mineral phosphorus.

(Поступила в редакцию 01.06.2016 г.)

Введение. Эффективность земледелия в значительной степени определяет фосфатное состояние почв, которое зависит не только от естественных факторов, но и от антропогенных.

Естественные дерново-подзолистые почвы характеризуются весьма низким запасом как валового фосфора в целом, так и его доступных форм. При антропогенном воздействии – известковании, внесении органических и минеральных (в частности, фосфорных) удобрений и т. д. – фосфатное состояние почв, как правило, улучшается.

Систематическое применение фосфорных удобрений в дозах, обеспечивающих расширенное воспроизводство плодородия почв по данному элементу питания, приводит к значительному увеличению содержания различных форм фосфора в почве [1].

Внесенные удобрения подвергаются в почве различным изменениям, образуя неравнозначные по степени доступности для растений соединения [2]. Изучение фосфатного режима почв и в частности фракционного состава минеральных фосфатов играет важную роль в определении направленности трансформации в почве остаточных фосфатов, что дает возможность регулировать дозы вносимых удобрений [3].

Цель работы: изучить различные формы почвенных фосфатов и их динамику в результате сельскохозяйственного использования.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в полевом опыте в 2001-2003 гг., заложенном в СПК «Прогресс-Вертелишки» на агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почве, развивающейся на моренном суглинке, с различной степенью обеспеченности подвижным фосфором: повышенной – 184 мг/кг P_2O_5 почвы (участок 1) и очень высокой – 425 мг P_2O_5 /кг (участок 2). Агрохимические показатели пахотного слоя почвы участка 1 характеризуются следующими данными: pH_{KCl} 6,4, содержание гумуса – 2,3%, P_2O_5 – 184 мг, K_2O – 386,5 мг на 1 кг почвы. Гидролитическая кислотность – 1,24 мг-экв. на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 91,1%. Пахотный слой участка 2 характеризовался следующими показателями: pH_{KCl} 5,7, содержание гумуса – 3,0%, P_2O_5 – 425 мг, K_2O – 391 мг на 1 кг почвы. Гидролитическая кислотность – 1,32 мг-экв. на 100 г почвы. Степень насыщенности основаниями – 90,2%.

Эффективность возрастающих доз фосфорных удобрений и фосфатный режим почвы изучались в звене севооборота со следующим чередованием культур: ячмень (Дивосны) – яровой рапс (Явар) – овес (Эрбграфт).

Опыт был развернут в пространстве всеми шестью полями севооборота: по три поля на почве с повышенной (IV группа по содержанию фосфора) и очень высокой (VI группа) степенью обеспеченности подвижным фосфором.

Из минеральных удобрений применяли мочевины, двойной суперфосфат и хлористый калий. Полную дозу фосфорных и калийных удобрений, а также N_{60} на зерновых культурах и N_{80} на рапсе вносили предпосевную культивацию. Оставшиеся дозы азотных удобрений применяли в подкормку: на зерновых культурах (60 кг/га по д.в.) – в фазу конец кущения – начало выхода в трубку; на рапсе в фазу 4-5 листьев (40 кг/га) и в фазу бутонизации (30 кг/га по д.в.)

Опыт закладывали в соответствии с общепринятой методикой (Б. А. Доспехов, 1973) по схеме, представленной ниже (см. раздел «Результаты исследований и их обсуждение»). Повторность в опыте четырехкратная. Общая площадь делянки 60 м² (10×6 м), учетная площадь делянки – 40 м² (8×5 м). Агротехника возделывания культур соответствовала рекомендациям для Гродненской области.

Почвенные образцы для проведения анализов были отобраны в 2001 г. перед закладкой опыта и 2003 г. после окончания исследований с каждой делянки опытов из пахотного слоя.

Анализы почвы выполнены следующими методами: валовой фосфор – по Гинзбург и др. (1963,1971); минеральные формы фосфора – по Гинзбург – Лебедевой (1971); общий и органический фосфор – по Мета (1954) в варианте Гинзбург (1969); подвижные соединения фосфора и калия – по Кирсанову (1935); гумус по Тюрину; кислотность (pH_{KCl}) – потенциометрически; гидролитическая кислотность – по Каппену; сумма обменных оснований – по Каппену-Гильковицу; емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями – расчетным способом. Статистическая обработка проведена по Б. А. Доспехову.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в естественном состоянии дерново-подзолистые почвы характеризуются невысоким валовым содержанием фосфора (0,06-0,16%). По мере окультуривания почвы данный показатель может изменяться в достаточно широком диапазоне.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что систематическое применение фосфорных удобрений приводит к значительному росту содержания валового фосфора в агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почве: в пахотном слое почвы участка 1 содержание валового фосфора варьировало в пределах 1781-1973 мг/кг при среднем содержании 0,19%; почва участка 2 характеризовалась более высоким значением данного показателя – 2289-2392 мг/кг и в среднем составляло 0,23% (таблица 1).

Таблица 1 – Групповой состав фосфатов агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почвы

Участок	Валовой фосфор, мг/кг	Рмин		Рорг		Рнеизвл		Подвижный фосфор	
		мг/кг	% от валов.	мг/кг	% от валов.	мг/кг	% от валов.	мг/кг	% от минер.
Участок 1	1888	815	43	636	34	437	23	184	23
Участок 2	2328	1310	56	668	29	350	15	425	32

Для оценки эффективного плодородия почвы необходимо представлять соотношение различных форм фосфора в составе валового, т. к. они представляют неодинаковую ценность в обеспечении сельскохозяйственных культур данным элементом питания. Установлено, что насыщение почвы подвижным фосфором до очень высокого уровня (участок 2) приводит к накоплению в ней минеральных фосфатов. В данной почве содержание минеральных фосфатов увеличилось в среднем в 1,6 раза по сравнению с почвой 1 участка (с 815 до 1310 мг/кг), а доля минеральных фосфатов в составе валового фосфора возросла до 56% при одновременном снижении долевого участия органического фосфора с 34 до 29% и неизвлекаемого фосфора – с 23 до 15%.

Содержание минерального фосфора в почве не является абсолютно объективным показателем обеспеченности им растений, т.к. только определенная его часть находится в подвижной (легкодоступной) форме [4, 5].

Проведенные исследования показали, что при повышении содержания в почве минеральных фосфатов за счет фосфорных удобрений большая их часть остается подвижной, а, следовательно, доступной для растений. Так, в почве с повышенным содержанием P_2O_5 (участок 1) подвижные фосфаты (по Кирсанову) составляют 19-24% от общего количества минерального фосфора, в то время как на втором участке опыта (содержание $P_2O_5 > 400$ мг/кг почвы) доля подвижного фосфора в составе минерального фосфора возрастает до 31-34%.

Анализ фракционного состава минеральных фосфатов показал, что увеличение содержания минерального фосфора происходит за счет прироста всех фракций: максимально возросло содержание фракций одно- и двухосновных фосфатов кальция ($Ca-P_1$ и $Ca-P_2$), полутораоксидов ($Al-P$ и $Fe-P$) – в 1,5 раза и высокоосновных (труднодоступных для растений) фосфатов кальция ($Ca-P_3$) – в 1,8 раза (таблица 2).

Таблица 2 – Фракционный состав минеральных фосфатов агро-дерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почвы, 2001 г.

Участок	Содержание фракций минерального фосфора									
	$Ca-P_1$		$Ca-P_2$		$Al-P$		$Fe-P$		$Ca-P_3$	
	мг/кг почвы	%	мг/кг почвы	%	мг/кг почвы	%	мг/кг почвы	%	мг/кг почвы	%
Участок 1	61	8	37	4	197	24	438	54	82	10
Участок 2	154	12	94	7	293	22	623	48	146	10

Вместе с тем оценка долевого участия различных фракций в составе минеральных фосфатов показала, что независимо от фосфатного статуса изучаемой почвы в составе минеральных фосфатов преобладают фосфаты полутораоксидов (70-78%). При этом наибольшее количество в их составе имеют фосфаты железа (46-56%). На долю алюмофосфатов приходится 20-24%.

В то же время следует отметить, что процентное (относительное) содержание полутораоксидов $Al-P$ и $Fe-P$ с увеличением обеспеченности почв минеральным фосфором несколько понижается (на 2 и 6% соответственно) при одновременном росте содержания наиболее доступных для растений фосфатов кальция ($Ca-P_1$ и $Ca-P_2$) – на 4 и 3% соответственно.

Возделывание сельскохозяйственных культур в течение трех лет при отсутствии фосфора в системе удобрения изучаемых культур звена севооборота привело к снижению на уровне тенденции (варианты 1-3)

и существенному уменьшению (варианты 4-5) содержания минерального фосфора независимо от уровня обеспеченности почв подвижным фосфором (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение содержания минерального фосфора под влиянием удобрений в агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почве

Вариант	Участок 1			Участок 2		
	2001 г.	2003 г.	измен.	2001 г.	2003 г.	измен.
1. Контроль (без удобрений)	879	859	-20	1303	1289	-14
2. N ₆₇	847	819	-28	1246	1226	-20
3. N ₆₇ K ₅₃	808	774	-34	1284	1261	-23
4. N ₁₃₀	876	840	-36	1371	1330	-41
5. N ₁₃₀ K ₁₁₀ – фон	845	805	-40	1270	1233	-37
6. Фон + P ₂₀	755	740	-15	1353	1343	-10
7. Фон + P ₄₀	730	736	+6	1321	1323	+2
8. Фон + P ₆₀	836	853	+17	1292	1303	+11
9. Фон + P ₈₀	827	861	+35	1348	1382	+34
10. Фон + P ₁₀₀	752	800	+48	1312	1357	+45
НСР ₀₅			33			33

Изменение содержания минерального фосфора при внесении фосфорных удобрений на соответствующем азотно-калийном фоне было обусловлено дозами вносимого фосфора и не зависело от фосфатного статуса почвы. Так, если при применении фосфорных удобрений в дозах 40-60 кг/га по д.в. наблюдается лишь тенденция в сторону увеличения содержания фосфатов данной группы (+6-+17 мг/кг на участке 1 и +2-+11 мг/кг на участке 2), то при внесении более высоких доз фосфорных удобрений (80-100 кг/га) содержание минерального фосфора достоверно возрастало по сравнению с исходным уровнем (на 35-48 мг/кг на участке 1 и на 34-45 мг/кг на участке 2).

Изучение влияния минеральных удобрений на фракционный состав минерального фосфора показало, что снижение содержания минерального фосфора в обеих по обеспеченности подвижным P₂O₅ почвах в результате исключения фосфорных удобрений из системы удобрения возделываемых культур в звене полевого севооборота в течение 3-х лет происходит, главным образом, за счет фракций железозосфатов (на 45-65%) и одно- и двухосновных фосфатов кальция (на 29-52%). При этом следует отметить, что в почве участка 1 с повышенным содержанием подвижных фосфатов доля наиболее доступных для растений фосфатов кальция первой и второй групп в общем уменьшении минеральных фосфатов была на уровне 50%, то с повышением степени обеспеченности почвы подвижным фосфором доля одно- и двузамещенных фосфатов кальция снизилась и составила 30% (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние минеральных удобрений на изменение фракционного состава фосфатов в агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почве

Участок	Вариант	Содержание фракций минерального фосфора														
		Са-Р ₁			Са-Р ₂			Al-P			Fe-P			Са-Р ₃		
		н.р.	к.р.	+/-	н.р.	к.р.	+/-	н.р.	к.р.	+/-	н.р.	к.р.	+/-	н.р.	к.р.	+/-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Содержание P ₂ O ₅ > 400 мг/кг	1. Кон-троль (без удобрений)	153	150	-3	89	87	-2	308	309	1	615	607	-8	138	136	-2
	2. N ₈₀	143	138	-5	82	79	-3	266	269	3	617	604	-13	138	136	-2
	3. N ₈₀ K ₆₀	148	145	-3	90	88	-2	301	299	-2	599	581	-18	146	148	2
	4. N ₁₅₀	169	163	-6	105	99	-6	285	281	-4	643	620	-23	169	167	-2
	5. N ₁₅₀ K ₁₁₀ – фон	150	145	-5	98	92	-6	255	253	-2	609	585	-24	158	158	0
	6. Фон + P ₂₀	160	158	-2	88	87	-1	310	308	-2	635	627	-8	160	163	3
	7. Фон + P ₄₀	164	165	1	99	99	0	288	288	0	611	612	1	159	159	0
	8. Фон + P ₆₀	145	147	2	86	87	1	298	299	1	609	613	4	154	157	3
	9. Фон + P ₈₀	147	152	5	101	107	6	310	314	4	655	670	15	135	139	4
	10. Фон + P ₁₀₀	158	169	11	103	110	7	308	313	5	633	651	18	110	114	4
Содержание P ₂ O ₅ 184 мг/кг	1. Кон-троль (без удобрений)	69	63	-6	33	29	-4	204	202	-2	495	488	-7	78	77	-1
	2. N ₈₀	63	55	-8	34	30	-4	203	202	-1	453	439	-14	94	93	-1
	3. N ₈₀ K ₆₀	57	49	-8	34	29	-5	193	191	-2	441	426	-15	83	81	-2
	4. N ₁₅₀	70	58	-12	42	36	-6	212	209	-3	454	438	-16	98	99	1
	5. N ₁₅₀ K ₁₁₀ – фон	72	60	-12	44	36	-8	190	188	-2	438	417	-21	101	104	3
	6. Фон + P ₂₀	55	54	-1	33	31	-2	186	182	-4	408	401	-7	73	72	-1
	7. Фон + P ₄₀	55	56	1	35	36	1	183	184	1	390	392	2	67	68	1
	8. Фон + P ₆₀	52	55	3	43	44	1	210	214	4	455	463	8	76	77	1
	9. Фон + P ₈₀	58	64	6	41	48	7	205	208	3	447	463	16	75	78	3
	10. Фон + P ₁₀₀	61	71	10	35	43	8	188	193	5	396	417	21	72	76	4
НСР ₀₅				5			4			7			15			5

Сколько-нибудь значительного изменения содержания фосфатов алюминия (Al-P) и высокоосновных фосфатов кальция (Са-Р₃) в почвах обоих участков не прослеживается.

Увеличение группы минерального фосфора при внесении фосфорных удобрений в дозах 80...100 кг/га происходит за счет всех фракций, однако большая часть остаточного фосфора удобрений аккумулируется во фракциях Ca-P_1 и Ca-P_2 (37...38% – участок 1 и 32...40% – участок 2) и фракции Fe-P (44...46% и 40...44% соответственно).

Таким образом, фосфор удобрений закрепляется в агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почве независимо от обеспеченности ее подвижным фосфором во фракциях минерального фосфора, свойственному данному генетическому типу, существенно не изменяя соотношения между ними.

Заключение. В пахотном слое агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почве содержание валового фосфора при увеличении содержания подвижного фосфора от повышенного (184 мг/кг) до очень высокого (425 мг/кг) возрастает с 1888 мг/кг (0,19%) до 2328 мг/кг (0,25%) почвы.

Фосфатный фонд этих почв на 43-56% представлен минеральными, на 29-34% органическими и на 15-23% неизвлекаемыми формами фосфора. Повышение уровня содержания подвижного P_2O_5 в почве сопровождается увеличением доли минеральных фосфатов с 43 до 56% при одновременном увеличении долевого участия легкорастворимых фракций: Ca-P_1 с 8 до 12% и Ca-P_2 с 4 до 7% и снижении фракции Fe-P с 54 до 48%.

Отсутствие фосфора в системе удобрения культур звена севооборота: ячмень – яровой рапс – овес в течение 3 лет приводит к снижению на уровне тенденции или к значительному уменьшению содержания минеральных фосфатов (независимо от исходной обеспеченности почв подвижным фосфором), которое на 45-65% происходит за счет железозосфатов и на 29-52% за счет легкорастворимых фосфатов кальция.

Трехлетнее применение фосфорных удобрений в дозах 20-60 кг/га по д.в. совместно с азотно-калийными удобрениями сопровождается тенденцией к увеличению содержания в ней P_2O_5 . При внесении более высоких доз фосфора (P_{80-100}) в агродерново-подзолистой оглеенной легкосуглинистой почве независимо от обеспеченности ее подвижным P_2O_5 имеет место существенное повышение содержания данного элемента. Неиспользуемый растениями фосфор удобрений трансформируется в типичные для исследуемых почв формы минерального фосфора, существенно не изменяя соотношение между ними. При этом прирост минеральных фосфатов в большей мере происходит за счет подвижных фракций Ca-P_1 и Ca-P_2 (32-40%), а также железозосфатов Fe-P на 33-46%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулеш, О. Г. Фосфатный режим дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в условиях полевого опыта / О. Г. Кулеш // Земледелие и защита растений. - 2014. - № 1. - С. 36-40.

2. Муса Ауду. Изменение фракционного состава фосфора и калия в дерново-подзолистой почве при длительном применении удобрений в севообороте: автореф. ... дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04/Муса Ауду; М.:МСХА. - 2001.
3. Дёмин, В.А. Изменение содержания форм фосфора и калия в дерново-подзолистой почве и продуктивность севооборота при длительном применении удобрений./Демин В.А. [и др.] //Агрохимия. – 2003.-№ 3. - С. 18-26.
4. Белоус, Н. М. Системы удобрения и реабилитация песчаных почв: монография /Н. М. Белоус, М. Г. Драганская, С. А. Бельченко. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2010. – 224 с.
5. Ефимов, В. Н. Деградация хорошо окультуренных дерново-подзолистых почв России в условиях кризиса в земледелии / В. Н. Ефимов, А. И. Иванов // Почвы и их плодородие на рубеже столетий. Кн.1. – Мн., 2001. – С. 80-82.

УДК 633.88:632.954(476)

ИЗУЧЕНИЕ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

В. Г. Тимощенко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28

e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: календула, лекарственные растения, народная медицина, эфирные масла, соцветия, биохимия, гербициды, урожайность, экономическая эффективность, рентабельность.

Аннотация. В последнее время стремительно набирает популярность фитотерапия. В лекарственном растениеводстве повсеместно используется традиционная технология выращивания растений. Существующие приемы оптимизации условий их возделывания, включая внесение минеральных удобрений и борьбу с сорняками, позволяют получать в последние годы стабильные урожаи сырья календулы. В начальный период вегетации календула очень требовательна к чистоте полей от сорняков и нуждается в защите.

STUDY BIOMORPHOLOGICAL INDICATION OF THE EFFECTIVENESS OF APPLICATION OF HERBICIDES IN CROPS CALENDULA OFFICINALIS

Timoshenko V. G.

EI «Grodno State Agrarian University»

(Belarus, Grodno, 230008, 28 Tereshkova st.: e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: calendula, medicinal herbs, traditional medicine, essential oils, inflorescence, biochemistry, herbicides, productivity, economic efficiency, profitability.