

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Известия ТСХА, выпуск 2, 2000 год

УДК 031.582:631.821:631.415

ВЛИЯНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ИЗВЕСТКОВАНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА КИСЛОТНОСТЬ И ОБМЕННЫЕ ОСНОВАНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ И БЕССМЕННО

И. Г. ПЛАТОНОВ, А. Ф. САФОНОВ, В. Д. ПОЛИН, ЛЕ ВАН ТХИЕН

(Кафедра земледелия и методика опытного дела)

По результатам длительного полевого опыта рассмотрено влияние периодического известкования, удобрений и сельскохозяйственных культур на кислотность и обменные основания дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и запасы Са и Mg в пахотном слое.

Показано, что полевые культуры, адаптированные к условиям НЗ (озимая рожь, овес), не оказывают отрицательного действия на кислотно-основные свойства почвы.

Хорошо известно, что причинами низкой продуктивности пашни в Нечерноземной зоне являются неблагоприятные для роста и развития полевых культур кислотно-основные и катионообменные свойства дерново-подзолистых почв. Эти почвы характеризуются высокой степенью кислотности, неудовлетворительным составом катионов почвенного поглощающего комплекса (ППК) и низкой степенью насыщен-

ности основаниями. С их высокой кислотностью связаны такие явления, как токсичность ионов алюминия (Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$, $Al(OH)^+$) для культурных растений, низкая доступность элементов питания и интенсивность поступления Ca^{2+} в растения. Важная роль в повышении плодородия этих почв принадлежит известкованию, внесению органических и минеральных удобрений. Под действием известкования, возделывае-

мых культур, применяемых минеральных и органических удобрений изменяются реакция почвенной среды, состав обменных оснований и степень насыщенности основаниями.

При внесении известковых удобрений в почву обеспечивается благоприятная реакция почвенной среды для развития культур, требовательных к кислотности, подвижные формы токсичных элементов (Al^{3+} , Mn^{4+} , Fe^{3+}) переводятся в труднорастворимые соединения, а катионы водорода и алюминия в составе ППК замещаются основаниями. Создаются более благоприятные условия для гумусообразования и питания растений [1- 4]. Под действием природных процессов, а также из-за внесения минеральных удобрений происходит подкисление почвы и со временем возникает необходимость повторного их известкования.

В сельскохозяйственной практике минеральные удобрения стали применять в начале XX в., а периодическое известкование — во второй половине века. С этого времени в нашей стране проводятся систематические исследования по выяснению влияния перечисленных выше приемов земледелия на плодородие почвы и урожай полевых культур.

Для развития теоретических основ современных систем земледелия и практики значительный интерес представляют данные о влиянии периодического известкования, длительного применения удобрений в посевах полевых культур на кислотность почвы, содержание в ней обменных кальция и магния и степень насыщенности основаниями; эти показатели характеризуют условия жизни растений.

В настоящей работе изложены результаты изучения кислотности, содержания обменных кальция и магния, степени насыщенности основаниями дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, полученные в 1998—1999 гг. в длительном полевом опыте ТСХА, заложенном в 1912 г. профессором А. Г. Дояренко по инициативе академика Д. Н. Прянишникова.

Методика

Программа, схема, методика и условия проведения опыта подробно изложены в работе В. Е. Егорова [1].

Варианты опыта следующие: без удобрений, известь, НРК, НРК+известь НРК+навоз, НРК+навоз+известь в бессменных посевах культур и в севообороте. Чередование культур в севообо-

роте: пар чистый — озимая рожь - картофель ячмень с подсевом клевера (до 1973 г. овес) — клевер — лен.

В табл. 1 приведены дозы внесения навоза и минеральных удобрений под культуры в соответствующих вариантах в течение всего периода проведения опыта.

Т а б л и ц а 1
Дозы внесения минеральных удобрений и навоза

Годы	Навоз, •г/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		кг д.в. на гектар		
1912 1938	18	7,5	15	22
1939 1954	20	75	60	90
1955—1972	10	50	75	60
1973 по н.в.	20	100	150	120

Периодическое известкование на половине всех полей опыта проводится с 1949 г. один раз в ротацию (через 6 лет) по полной гидролитической кислотности. В качестве мелиорантов вносили доломитизированный известняк и доломитовую муку. Последнее известкование было проведено в 1997 г.

Определение реакции почвенной среды (pH_{KCl}) и содержания обменных кальция и магния проводили в смешанных образцах при соотношении почвы с раствором 1 н KCl:2,5 (ОСТ 26483—85). Обменные кальций и магний

в фильтрате определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре марки ASS. Гидролитическую кислотность определяли по Каппену в модификации ЦИЯО (ГОСТ 26212—84), $pH_{\text{кол}}$ — потенциометрическим методом (ОСТ 4649—76).

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ данных, приведенных в табл. 2, показывает, что из изучаемых факторов наибольшее влияние на кислотность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы оказывает известкование. Реакция почвенной среды на периодически известкуемых полях была близкой к нейтральной. При этом под бессменными культурами значение pH_{KCl} было наиболее низким в варианте NPK под бессменным клевером (5,86), а наиболее высоким — в варианте NPK+навоз под ячменем (6,32). На периодически известкуемых полях севооборота реакция среды в варианте NPK была близкой к нейтральной — pH 5,78, а в вариантах без удобрений и NPK+навоз — соответственно 6,04 и 6,18.

Длительное (86 лет) возделывание сельскохозяйственных культур бессменно позволило выявить влияние их

на кислотность неизвесткуемых почв. На полях, где возделывали озимую рожь и ячмень (до 1973 г. овес), степень кислотности почвы в вариантах без удобрений была слабокислой, величина pH_{KCl} составила 5,30—5,23, это на единицу выше, чем под клевером и картофелем (табл. 2).

Таким образом, культуры, слабо чувствительные к повышению кислотности (озимая рожь и овес), при длительном бесменном возделывании не только не оказали подкисляющего действия, но и обеспечили более благоприятную реакцию среды почвы для сельскохозяйственных культур. Наиболее высокое подкисляющее действие на почву оказал бесменно возделываемый клевер.

Следует отметить, что разница значений pH_{KCl} между известкованными и периодически известкуемыми делянками под озимой рожью составила 0,72, под ячменем — 1,06 и гораздо больше под клевером и картофелем — соответственно 1,27 и 1,57.

Влияние минеральных удобрений на реакцию почвенной среды зависело от возделываемой культуры. Так, в вариантах NPK кислотность под озимой рожью была несколько ниже, чем

в варианте без удобрений, под ячменем — выше. Под клевером и картофелем минеральные удобрения практически не приводили к изменению кислотности почвы по сравнению с вариантами без удобрений. В вариантах NPK+навоз степень кислотности оставалась заметно ниже, чем в вариантах без удобрений и NPK. Очевидно, подщелачивание почвы связано с внесением щелочноземельных элементов, входящих в состав навоза. Обращает на себя внимание факт, что в вариантах с органоминеральной системой удобрений почва имела кислотность под озимой рожью и ячменем, близкую к нейтральной, даже без известкования, в то время как под клевером она была среднекислой, а под картофелем слабокислой.

Максимальная гидролитическая кислотность почвы 4,18 м-экв/100 г без известки отмечается под клевером в варианте NPK, а минимальная 2,17 под ячменем в варианте NPK+навоз.

Периодическое известкование обеспечивало снижение гидролитической кислотности в 2—3 раза под всеми культурами. Влияние полевых культур на гидролитическую кислотность почвы при периодическом известковании было меньше, чем без

известкования. Однако и здесь более высокая кислотность была под клевером.

Известно, что сельскохозяйственные культуры выносят разное количество питательных элементов из почвы. Из изучаемых культур наибольшее количество кальция выносится с урожаем клевера и картофеля. Именно этим объясняется то, что на делянках бессменного возделывания данных культур содержание обменного кальция в 1,5—2 раза меньше, чем при выращивании озимой ржи и ячменя.

Применение минеральных удобрений привело к увеличению количества обменного кальция в почве на делянках озимой ржи на 0,21 м-экв/100 г, под картофелем на 0,56 м-экв/100 г, а под клевером и ячменем — к уменьшению соответственно на 0,04 и 0,35 м-экв/100 г. Варианты НРК+навоз по этому показателю значительно превосходили варианты без удобрений и НРК, особенно при выращивании клевера и картофеля. И все же более низкое содержание обменного кальция на данном фоне сохранялось под этими культурами, нежели в вариантах с озимой рожью и ячменем.

Периодическое известкование привело к увеличению содержания в почве обмен-

ных кальция и магния. По сравнению с вариантами без извести на произвесткованных делянках показатель был в 2 раза больше. Содержание в почве обменного магния изменялось от 0,49 до 1,07 м-экв/100 г в вариантах без извести и от 1,21 до 1,67 м-экв/100 г в периодически известкуемых вариантах (табл. 2). Содержание магния в вариантах с бессменным возделыванием озимой ржи и ячменя было выше, чем под клевером и картофелем. Соотношение Са:Mg в среднем составляло 1:0,4.

Таким образом, в условиях бессменного возделывания полевых культур на кислотно-основные и катионнообменные свойства почвы оказывают влияние полевые культуры и органические удобрения (навоз). При периодическом известковании закономерности влияния сельскохозяйственных культур и удобрений на кислотность и обменные основания почвы сохраняются такие же, как и на не известкованном фоне.

На полях севооборота без известкования степень кислотности почвы находилась на уровне вариантов бессменного возделывания клевера и картофеля и была значительно ниже, чем в вариантах с озимой рожью

Влияние бессеменных культур, удобрений и известкования (числитель — без известкования)
на кислотность и обменные основания дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

Культура	Вариант											
	без удобрений						NPK + навоз					
	Ca ²⁺			Mg ²⁺			Ca ²⁺			Mg ²⁺		
	pH _{KCl}	м-экв/на 100 г	Hг	pH _{KCl}	м-экв/на 100 г	Hг	pH _{KCl}	м-экв/на 100 г	Hг	pH _{KCl}	м-экв/на 100 г	Hг
Озимая рожь	5,30	2,81	1,07	2,71	5,62	3,02	1,06	2,28	5,68	3,22	0,94	2,17
	6,02	3,24	1,58	1,02	6,03	3,71	1,30	1,45	6,17	3,85	1,43	1,56
Ячмень	5,23	2,37	0,86	2,74	4,84	2,02	0,59	3,38	5,92	3,28	1,04	2,17
	6,29	3,68	1,59	0,93	6,25	3,22	1,21	1,15	6,32	3,71	1,29	1,07
Клевер	4,43	1,72	0,68	3,94	4,38	1,68	0,54	4,18	5,00	2,40	0,84	3,19
	5,87	3,56	1,67	1,40	5,86	3,22	1,45	1,82	6,00	3,67	1,61	1,54
Картофель	4,52	1,43	0,49	3,51	4,54	1,99	0,61	2,93	5,17	2,73	0,65	2,94
	6,09	2,97	1,58	1,19	6,06	2,97	1,46	1,17	6,18	3,38	1,32	1,16
НСР ₀₅			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Hг	pH _{KCl}						
Для известкования			0,18	0,59	0,34	0,16						
Для культуры			0,21	0,76	0,11	0,11						

и ячменем (табл. 3). Почва в вариантах севооборота без удобрений и с NPK оставалась сильнокислой (рН соответственно 4,46 и 4,50), а на полях с внесением NPK+навоз — среднекислой (рН 4,91). Внесение минеральных удобрений практически не привело к подкислению почвы, а применение навоза способствовало небольшому ее подщелачиванию. На фоне пе-

риодического известкования при уровне pH_{KCl} 6,04 в контроле без удобрений в варианте NPK pH_{KCl} была ниже на 0,26 единицы, а в варианте NPK+навоз на 0,14 выше. Таким образом, на фоне известкования минеральные удобрения оказали подкисляющее действие, в то время как навоз более эффективно влиял на кислотность почвы в вариантах без извести.

Т а б л и ц а 3

Влияние удобрений и известкования на кислотность и обменные основания дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в севообороте

Варианты удобрений	Без извести				По извести			
	pH_{KCl}	Ca	Mg	Hг	pH_{KCl}	Ca	Mg	Hг
		м-экв/на 100 г				м-экв/на 100 г		
Без удобрений	4,46	1,45	0,51	3,83	6,04	2,96	1,48	1,21
NPK	4,50	1,57	0,56	3,79	5,78	3,00	1,34	1,73
NPK+навоз	4,91	2,42	0,77	3,29	6,18	3,48	1,45	1,39
НСР ₀₅ :								
известь					0,23	0,23	0,08	0,30
удобрения	0,14	0,23	0,08	0,21	0,14	0,23	0,08	0,21

Периодическое известкование полей севооборота привело к снижению гидролитической кислотности в варианте без удобрений на 2,62 м-экв/100 г почвы, NPK — на 2,06 и NPK+навоз — на 1,39 м-экв/100 г. Содержание обменного кальция в почве в вариантах без удобрений и с NPK увеличи-

лось в 2 раза, а в варианте NPK+навоз - в 1,5 раза по сравнению с уровнем в вариантах без извести. Содержание обменного магния возрастало в зависимости от вариантов удобрений в 2—3 раза.

Дерново-подзолистые почвы без известкования остаются не насыщенными основаниями. Наименьшая сте-

пень насыщенности почвы основаниями была под бессменным клевером, картофелем и в севообороте — 34—47% (табл. 4). Применение навоза привело к увеличению показателя до 49—50%. Полевые культуры влияли на степень насыщенности почв основаниями. Под озимой рожью и овсом (с 1973 г. ячмень), культурами наиболее адаптированными к условиям земледелия Нечерноземной зоны,

степень насыщенности почвы основаниями была значительно выше, чем под клевером и картофелем. При периодическом известковании дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы поддерживалась ее насыщенности подерживалась на уровне 72—85%. На известкуемых делянках опыта минеральные удобрения оказывали отрицательное действие на катионообменные свойства почвы (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

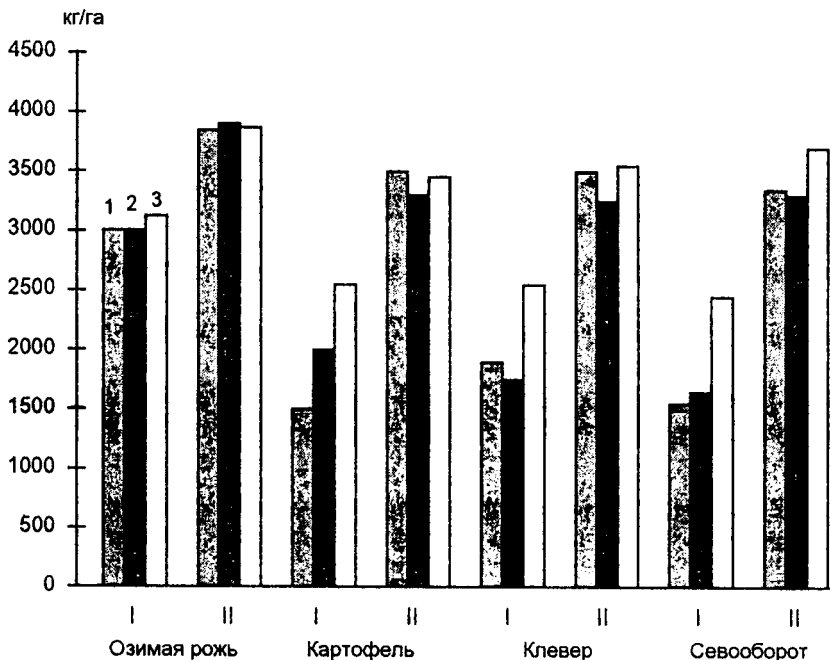
Влияние бессменных культур, севооборота, удобрений и известкования на степень насыщенности основаниями дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы (%)

Бессменные культуры и севооборот	Без известки			По известки		
	без удобрений	НПК	НПК+навоз	без удобрений	НПК	НПК+навоз
Оз. рожь	59	64	66	82	78	77
Ячмень	54	44	66	85	79	82
Клевер	38	35	50	79	72	77
Картофель	35	47	50	79	79	80
Севооборот	34	36	49	79	71	78

За время проведения опыта на делянки с периодическим известкованием было внесено 9960 кг кальция и 3557 кг магния с доломитовой мукой на 1 га.

Запасы обменного кальция и магния в слое почвы 0—30 см значительно различались по вариантам опыта. Наименьший их уровень был под бессменным картофелем в варианте без удобрений

и известки соответственно 1227 и 252 кг/га (рисунок). Под бессменным клевером запасы этих элементов не намного превосходили их содержание под картофелем. Более высокие запасы обменных оснований были в варианте с бессменной озимой рожью. Возделывание этих культур в севообороте не способствовало сохранению в почве обменных кальция



Влияние периодического известкования, удобрений и сельскохозяйственных культур на запасы обменных оснований (кальция и магния) в почве.

I — без извести, II — по извести.

1 — без удобрений (контроль), 2 — NPK, 3 — NPK+навоз.

и магния. Их запасы на соответствующих вариантах севооборота были на уровне запасов под клевером и картофелем.

Действие минеральных удобрений на обменные основания зависело от культур. Так, под бессменным картофелем и в севообороте запасы кальция и магния были выше, чем в контроле без удобрений, а под остальными культурами значительно

меньше, за исключением озимой ржи.

Внесение навоза способствовало увеличению запасов обменного кальция под всеми культурами, а магния — под ячменем, клевером, картофелем и в севообороте.

Периодическое известкование почвы привело к увеличению запасов обменных оснований кальция и магния в вариантах без удобрений и с NPK под клевером более чем в 2 раза,

под картофелем и в севообороте — приблизительно в 2 раза, под ячменем — в 1,5 раза и под озимой рожью — в 1,2—1,3 раза. В варианте НРК+навоз по прибавке запасов обменных кальция и магния выделяются поля под бессменным клевером и в севообороте.

Выводы

1. По воздействию на кислотность и катионообменные свойства дерново-подзолистой почвы изученные факторы воспроизводства плодородия образуют ряд: известкование > полевые культуры и севооборот > органические удобрения > минеральные удобрения (при средних нормах внесения).

2. Полевые культуры, адаптированные к условиям Нечерноземной зоны (озимая рожь, овес), в бессменных посевах не оказывают подкисляющего действия на дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы и обеспечивают благоприятный для сельскохозяйственных куль-

тур режим обменных оснований.

3. Культуры, потребляющие большое количество кальция и магния (клевер и картофель), приводят к обеднению почвы обменными основаниями и подкисляют почвенную среду.

4. По влиянию на кислотность и катионообменные свойства севооборот стоит ближе к бессменным посевам клевера и картофеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Егоров В. Е.* Опыт длится 60 лет. М.: Знание, 1972. —
2. *Кулаковская Т. Н.* Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М.: Агропромиздат, 1990.
3. *Небольсин А. Я., Небольсина З. П.* Роль органического вещества в формировании кислотности и изменении гумусового состояния дерново-подзолистых почв при известковании. — *Агрохимия*, 1998, № 8, с. 14–20.
4. *Шильников И. А., Лебедева Л. А.* Известкование почв. М.: Агропромиздат, 1987.

*Статья поступила
29 февраля 2000 г.*