

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ИЗВЕСТКОВАНИЯ И СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА КИСЛОТНОСТЬ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

В.С. Комиссарова, Ю.А. Богомолова, к.с.-х.н., А.О. Сюбаева, к.б.н., Нижегородский НИИСХ 607686, Россия, Нижегородская область, Кстовский район, с.п. Селекционной станции, e-mail: nnovniish@rambler.ru

В условиях многолетнего стационарного опыта на базе Нижегородского НИИСХ-филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока на светло-серой лесной легкосуглинистой почве изучали эффективность систематического внесения возрастающих доз минеральных удобрений на фоне последствия известкования, проведенного в 1978 г. Результаты наблюдения за динамикой кислотности почвы показали, что длительное применение минеральных удобрений способствует увеличению pH и снижению насыщенности ее основаниями. К 2014 г. гидролитическая кислотность возросла, а сумма поглощенных оснований снизилась. При этом наблюдаемые изменения находятся практически в прямой зависимости от дозы внесения NPK, а последствие известкования исчерпало свои возможности даже по высоким дозам внесения доломитовой муки.

Ключевые слова: известкование, дозы минеральных удобрений, светло-серая лесная почва, обменная кислотность, гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований, степень насыщенности основаниями.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.101.03

В условиях Нижегородской области основным приемом улучшения плодородия светло-серых лесных почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур является известкование. Однако, возрастающие дозы применения минеральных удобрений, увеличение продуктивности полей вызывают дополнительное отчуждение кальция и магния из пахотного слоя почвы. Длительное применение физиологически кислых форм минеральных удобрений без известкования приводит, как правило, к резкому ухудшению агрохимических свойств почвы [1-3].

В то же время, действие извести на свойства почвы и растения многообразно и неоднозначно. Так, исследования ННЦ «Институт земледелия Национальной академии аграрных наук Украины» подтверждают, что внесение полной дозы извести по гидролитической кислотности на серых лесных почвах нейтрализует почвенную кислотность, независимо от уровня агрохимической нагрузки на почву и внесения органических удобрений [4]. Положительный эффект действия извести отмечает Чувашский НИИСХ, согласно данным которого, в первые три года известкование серой лесной почвы снижало ее кислотность на 0,09-0,20 ед. pH, повышало степень насыщенности основаниями на 0,6-0,7% и сумму поглощенных оснований на 0,8 мг-экв/на 100 г почвы [5]. В ряде работ [6, 7] показано, что действие известковых удобрений на реакцию среды достигает максимума в первые два года после внесения, а в дальнейшем почва постепенно подкисляется. Однако, некоторые исследователи утверждают, что известь, внесенная в полной дозе, способна оказывать положительное действие по меньшей мере в течение 8-10 лет [8].

Менее изучен вопрос оптимизации физико-химического режима серых лесных почв при систематическом внесении различных доз минеральных удобрений на фоне длительного последствия извести, что определяет актуальность и практическую значимость данного вида исследований.

Цель исследования – оценить влияние различных доз разового известкования (перед закладкой опыта) и систематического применения минеральных удобрений на

изменение показателей кислотно-основных свойств светло-серой лесной почвы.

Методика. Исследования проведены на светло-серой лесной легкосуглинистой почве в длительном стационарном опыте, заложенном в 1978 г. на опытном поле Нижегородского НИИСХ.

Схема опыта: фактор А - известкование в дозах по 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 г.к.; фактор Б - возрастающие дозы минеральных удобрений: без удобрений - (NPK)₀, базовая - (NPK)₁, повышенная - (NPK)₂, высокая - (NPK)₃. Исследования проведены в 8-польном севообороте со следующим чередованием культур: 1 – ячмень; 2 – однолетние травы с подсевом многолетних трав; 3 – мн. травы 1-го г.п.; 4 – мн. травы 2-го г.п.; 5 – мн. травы 3-го г.п.; 6 – озимая пшеница; 7 – картофель; 8 – кукуруза. Дозы минеральных удобрений под культуры севооборота приведены в таблице 1. Минеральные удобрения в опыте применяли ежегодно под предпосевную культивацию в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата, хлористого калия. Доломитовая мука внесена в 1978 г. под вспашку при закладке опыта.

1. Схема внесения минеральных удобрений

Культура	Доза минеральных удобрений, кг д.в./га			
	Контроль (без удобрений)	базовая	повышенная	высокая
Ячмень		N ₄₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₃₅
Однолетние травы		N ₄₅ P ₃₀ K ₄₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₃₅
Многолетние бобовые травы		P ₄₀ K ₆₀	P ₈₀ K ₁₂₀	P ₁₂₀ K ₁₈₀
Озимая пшеница		N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₁₃₅
Картофель		N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₈₀
Кукуруза		N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	N ₂₇₀ P ₁₈₀ K ₂₇₀

Опыт включает 24 варианта, расположение делянок в опыте рендомизированное. Общая площадь делянки 108 м², учетная – 64 м².

В почвенных образцах были определены:

- обменная кислотность потенциметрически ГОСТ 26483-85;
- гидролитическая кислотность по Каппену ГОСТ 26212-91;

- сумма поглощенных оснований по Каппену ГОСТ 27821;
- степень насыщенности почв основаниями (расчетным методом).

Результаты и их обсуждение. Известкование оказывает многоплановое воздействие на свойства почвы, в том числе на физико-химические. Именно они, кроме непосредственного действия на урожай сельскохозяйственных культур и эффективность внесенных удобрений, оказывают значительное влияние на питательный режим почвы, её биологическую активность, обуславливают характер превращения внесенных в почву удобрений и определяют возможность передвижения некоторых соединений в более глубокие слои. Для определения научно обоснованной по-

требности в известковых удобрениях и планирования периодичности проведения известкования необходимо располагать экспериментальным материалом, сохраняющим общице закономерности действия известки на реакцию среды.

Одним из важных показателей является величина обменной кислотности почвы, оптимальное значение которой для большинства выращиваемых культур варьирует в пределах 5,6-6,0 ед. рН, в то время как большая часть почв Нижегородской области имеет рН < 5,5 ед. Проведенные исследования показали, что при длительном (в течение 36 лет) выращивании культур севооборота на фоне без известкования и применения минеральных удобрений кислотность почвы оставалась практически без изменений – в пределах среднекислых значений рН - 5,0-4,6 (табл. 2).

2. Влияние длительного последствия различных доз известки и минеральных удобрений на изменение обменной кислотности, ед. рН

Дозы минеральных удобрений	Дозы доломитовой муки по гидролитической кислотности											
	0,0		0,5		1,0		1,5		2,0		2,5	
	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.
(NPK) ₀	5,0	4,6	5,7	4,7	6,3	4,2	6,4	4,7	6,3	4,7	6,3	4,5
(NPK) ₁	5,1	4,4	5,7	4,4	5,9	4,5	6,2	4,7	6,3	4,5	6,5	4,5
(NPK) ₂	5,0	4,2	5,8	4,3	5,8	4,3	6,1	4,7	6,2	4,5	6,0	4,5
(NPK) ₃	5,0	4,0	5,7	4,1	5,9	4,3	6,2	4,1	6,7	4,4	6,4	4,1
HCP ₀₅ : A	0,13* / 0,13**											
B	0,10* / F _φ < F _м **											
AB	0,25* / 0,26**											

*Данные за 1978 г. **Данные за 2014 г. (здесь и в табл. 3, 4).

При ежегодном внесении минеральных удобрений на фоне без известкования к 2014 г. наблюдалась тенденция к подкислению светло-серой лесной почвы (на 0,7-1,0 ед. рН). Следует отметить, что в большей степени эта закономерность проявилась в варианте с применением высокой дозы полного минерального удобрения (достоверное снижение с 5,0 до 4,0 ед. рН).

Проведенное весной 1978 г. известкование разными дозами доломитовой муки уже к осени положительно повлияло на обменную кислотность, в результате почва из слабокислой перешла в разряд с близкой к нейтральной и нейтральной реакцией среды. Значительнее всего

это проявилось в вариантах с внесением известки в дозе по 1,5; 2,0 и 2,5 г.к. К 2014 г. во всех вариантах отмечено достоверное повышение кислотности по сравнению с годом закладки опыта.

Применение известкования существенно влияло на изменение гидролитической кислотности светло-серой лесной почвы (табл.3). На момент закладки опыта она достигала 2,8 мг-экв/100 г почвы. После внесения мелиоранта уже к осени 1978 г. её значения заметно уменьшились, при этом скорость снижения была соразмерна дозам известкования.

3. Влияние длительного последствия различных доз известки и минеральных удобрений на изменение гидролитической кислотности, мг-экв/100 г почвы

Дозы минеральных удобрений	Доза доломитовой муки по гидролитической кислотности											
	0,0		0,5		1,0		1,5		2,0		2,5	
	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.
(NPK) ₀	2,8	3,8	2,5	2,9	1,9	4,4	1,4	3,2	1,4	3,3	1,5	3,8
(NPK) ₁	2,6	3,9	2,2	3,8	2,6	3,6	1,9	3,2	3,5	3,9	2,7	3,7
(NPK) ₂	2,9	4,2	3,7	4,2	3,6	3,9	2,3	3,2	2,9	3,9	3,4	4,2
(NPK) ₃	2,6	4,3	2,6	4,4	2,5	4,5	3,4	4,4	2,8	3,8	2,6	4,3
HCP ₀₅ : A	0,16* / 0,37**											
B	0,13* / F _φ < F _м **											
AB	0,33* / 0,74**											

К 2014 г. (36-й год последствия известкования) наблюдения за динамикой гидролитической кислотности показали, что применение высоких доз доломитовой муки (1,5-2,5 г.к.) совместно с минеральными удобрениями в дозе (NPK)₂ и (NPK)₃ обладает длительным положительным последствием (удерживая значение показателя на уровне 3,2-4,4 мг-экв/100 г почвы).

Не менее важной характеристикой физико-химических свойств почвы является сумма обменных оснований (табл. 4), которая на момент закладки опыта достигла 10,1 мг-экв/100 г почвы. С увеличением дозы известки и уровня минерального питания сумма погло-

щенных оснований возрастает, такая положительная динамика сохраняется в течение 16 лет последствия известкования.

К 2014 г. действие известкования ослабевает, в результате происходит снижение суммы обменных оснований: почва в большинстве вариантов опытного участка характеризуется низким содержанием поглощенных оснований (снижение до 7,6 мг-экв/100 г почвы). Характерно, что длительное внесение высоких доз NPK оказало большее негативное влияние на данный показатель.

4. Влияние длительного последствия различных доз извести и минеральных удобрений на изменения суммы обменных оснований

Дозы минеральных удобрений	Доза доломитовой муки по гидролитической кислотности, мг-экв/100 г почвы											
	0,0		0,5		1,0		1,5		2,0		2,5	
	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.	1978 г.	2014 г.
Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г почвы												
(NPK) ₀	10,1	9,6	11,0	9,8	15,0	9,8	18,0	10,9	19,4	10,7	18,4	10,2
(NPK) ₁	11,4	9,6	12,2	9,9	13,2	11,0	15,4	10,4	17,0	8,5	23,2	10,6
(NPK) ₂	11,4	8,9	12,0	9,0	12,4	9,8	13,4	11,0	16,7	10,2	21,0	9,6
(NPK) ₃	11,2	7,9	11,8	7,6	11,8	8,2	16,0	8,5	20,6	8,5	21,6	8,2
HCP ₀₅ : A	0,44* /0,59**											
B	0,36* / 0,48**											
AB	0,89*/1,18**											
Степень насыщенности основаниями, %												
(NPK) ₀	78,1	71,6	81,5	77,2	88,8	69,0	92,8	77,3	93,3	76,4	92,5	72,9
(NPK) ₁	81,4	71,1	84,6	72,3	83,5	75,3	89,0	76,5	82,9	68,5	89,6	74,1
(NPK) ₂	74,5	67,9	76,4	68,2	77,5	71,5	85,4	77,5	85,2	72,3	86,1	69,6
(NPK) ₃	81,2	64,8	81,9	63,3	82,5	64,6	82,5	65,9	88,0	69,1	89,3	65,6

Примечание. При V < 80% почва нуждается в известковании.

Наряду с обменной кислотностью о потребности почвы в известковании судят по степени насыщенности основаниями. Перед закладкой опыта степень насыщенности основаниями изучаемой почвы составляла 78,1%, что указывает на необходимость известкования. Подкисляющее действие длительного применения различных доз удобрений отчетливо проявляется во влиянии на степень насыщенности почв основаниями к 2014 г.: при внесении базовой (однократной) дозы удобрений последствие всех доз доломитовой муки поддерживало этот показатель на уровне более 80%; при внесении повышенной (двукратной) дозы удобрений степень насыщенности основаниями на уровне 80% обеспечивали дозы доломитовой муки не менее 1,5 г.к.; на фоне высокой (трехкратной) дозы удобрений значение показателя независимо от последствия известкования было менее 80%.

Заключение. Полученные результаты исследования по влиянию длительного последствия известкования и ежегодного применения минеральных удобрений на светло-серой лесной почве в условиях Нижегородской области свидетельствуют, что к 2014 г. происходит ухудшения кислотности почвы. В целом за 36 лет последствия известкования исчерпало свои возможности даже по высоким дозам внесения доломитовой муки и почва нуждается в проведении повторных мелиоративных работ.

Литература

1. Дмитриев Н.Н. Изменение плодородия серых лесных почв и продуктивности яровой пшеницы в севообороте в условиях длительного

применения минеральных удобрений в Приангарье /Н.Н. Дмитриев// Вестник Бурятского государственного университета. – 2007. - № 3. – С.157-159.

2. Габбасова И.М. Влияние основной обработки и удобрений в севообороте на физико-химические свойства серой лесной почвы / И.М.Габбасова, Ф.И.Назырова, Г.А.Хакимова // Агрохимия. – 2007. - № 10. – С.24-31.

3. Титова В.И. Изменение продуктивности культур и агрохимических показателей почвы в 9-й ротации севооборота в многолетнем полевом опыте при применении удобрений /В.И.Титова, Л.Д.Варламова, Е.Г.Тюрникова, В.В.Нефедьева// Агрохимия. – 2013. - № 7. – С.25-32.

4. Ткаченко Н. А. Изменение кислотно-щелочных свойств серой лесной почвы под влиянием химической мелиорации и системы удобрения разной интенсивности /Н. А. Ткаченко// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: научно-методический журнал. - 2014. - № 1. - С. 71-77.

5. Коротков А.В. Влияние последствия известкования, удобрений и сидеральных культур на параметры плодородия серой лесной тяжелосуглинистой почвы и урожайности хмеля /Коротков А.В.// Вестник Марийского государственного университета. – 2015. - № 4. - С. 29-33.

6. Лозовая Н.Г. Влияние различных приемов известкования на агрохимические свойства серой лесной кислой почвы и продуктивность севооборота в Прибайкалье /Н.Г.Лозовая, В.Т.Мальцев, В.Н.Мошкарёв, В.А.Останин // Агрохимия. – 2011. - № 3. – С.24-32.

7. Мальцев В.Т. Влияние комплексного применения извести и удобрений на агрохимические показатели серой лесной кислой почвы и продуктивность плодосменного севооборота / В.Т.Мальцев, В.Н.Мошкарёв, В.А.Останин, Н.Г.Лозовая //Агрохимия. – 2010. - № 4. – С.35-42.

8. Потатуйева Ю.А. Влияние длительного последствия известкования на агрохимические свойства почвы, продуктивность сельскохозяйственных культур и содержание микроэлементов, тяжелых металлов, токсичных элементов в почве и растениях/ Ю.А.Потатуйева, В.Т.Игнатов// Агрохимия. – 2011. - № 3. – С.63-71.

THE INFLUENCE OF LONG AFTER-EFFECT OF LIMING AND SYSTEMATIC APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE ACIDITY INDICATORS OF LIGHT-GRAY FOREST SOIL

V.S. Komissarova, Ju.A. Bogomolova, A.O. Syubaeva, Nizhny Novgorod Research Institute – branch of FSBSO FARC the North-East, settlement of Breeding Station, Kstovo district, Nizhny Novgorod region, 607686 Russia, e-mail: nnovniish@rambler.ru

The research conducted in conditions of long-term stationary field trial on basis of the Nizhny Novgorod Research Institute – branch of FSBSO FARC the North-East on light-grey forest light loamy soil. We studied the effectiveness of systematic application of increasing the doses mineral fertilizers on the background of after-effect of liming, performed in 1978. The results of monitoring of soil acidity showed that long-term application of mineral fertilizers increases pH and decreases saturation of soil with bases. To 2014 year, the hydrolytic acidity had increased and the amount of absorbed bases had decreased. At the same time the demonstrated changes are in direct ratio to the doses of NPK. After-effect of liming had exhausted its possibilities even for high doses application of dolomite.

Key words: liming, doses of mineral fertilizers, light-grey forest soil, exchangeable acidity, hydrolytic acidity, total exchangeable bases, degree of base saturation.