

ДИНАМИКА ОБМЕННЫХ ОСНОВАНИЙ И КИСЛОТНОСТИ ДЕРНОВО- СЛАБОПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРЕДУРАЛЬЯ

Е.М. МИТРОФАНОВА,

*кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный
сотрудник, Пермский НИИСХ, Пермский край*

***Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, известкование
почвы, реакция почвенной среды, гидролитическая
кислотность почвы, обменная кислотность почвы,
подвижный алюминий, содержание обменного кальция,
содержание обменного магния, емкость поглощения.***

Физико-географическая обстановка, имевшая место в Предуралье в послеледниковое время, обусловила господство в крае подзолистого почвообразо-

вательного процесса. Наряду с ним развиты дерновый и болотный процессы. Почвенный покров характеризуется пестротой, мелкоконтурностью и частой



Dernovo-podsolic soil, soil liming, reaction of the soil environment, hydrolytic acidity of soil, exchange acidity of soil, mobile aluminium, the maintenance of exchange calcium, the maintenance of exchange magnesium, absorption capacity.

Таблица 1

Характеристика физико-химических свойств дерново-слабоподзолистой почвы

Горизонт	Глубина взятия образца, см	pH _{KCl}	М-экв на 100 г почвы						Гумус, %
			Hг	Ho	Al	S	Ca	Mg	
A ₁	5-18	4,1	6,7	0,155	0,080	21,0	16,5	2,5	3,52
A ₁	18-28	4,2	6,0	0,100	0,030	23,3	18,0	3,0	3,22
A ₁ B ₁	28-40	4,2	5,3	0,135	0,070	22,2	14,0	7,5	2,53
B ₁	40-50	3,8	3,8	0,510	0,435	26,2	18,5	6,0	0,52
B ₁	50-60	3,8	3,8	0,610	0,170	28,6	21,0	8,0	0,89
B ₁	60-70	3,8	3,6	0,615	0,155	28,0	28,5	4,5	0,46
B ₂	70-80	3,8	3,5	0,615	0,135	28,6	22,0	8,5	0,57
B ₂	90-100	3,8	3,5	0,600	0,080	29,9	26,0	6,0	0,54
BC	110-120	3,8	3,5	0,415	0,065	30,2	21,5	10,0	0,43
BC	130-140	3,9	3,5	0,250	0,040	31,0	30,0	4,0	0,41
C	140-150	4,2	3,8	0,170	0,045	30,6	29,5	5,0	0,66

пространственной сменой почв, обусловленными влиянием рельефа, почвообразующих пород, уровня грунтовых вод, характера растительного покрова и другими условиями. Дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности являются основным биоклиматическим подтипом и составляют основную сельскохозяйственный земельный фонд края. Формируются они под южно-таежными хвойными или хвойно-широколиственными травяными лесами на покровных глинах и суглинках водно-ледникового или элювиально-делювиального генезиса, а также на водно-ледниковых, озерно-ледниковых и древне-аллювиальных отложениях легкого гранулометрического состава. Преобладают почвы тяжелого гранулометрического состава, занимающие около 85% площади Пермского края [1-3]. Климат – умеренно-континентальный; средняя температура января – от -15 до -18°C; средняя температура июля – от 16 до 18°C; количество осадков – около 550 мм в год. Осадки за год превышают испаряемость; коэффициент увлажнения (КУ) > 1.

Поскольку в почвенно-климатической зоне Предуралья господствует подзолистый тип почвообразования, большая часть почв имеет кислую реакцию среды (более 70% почв с pH_{KCl} ниже 5,5). Основным мероприятием, направленным на снижение кислотности почв, является известкование. В Предуралье хорошо изучена эффективность известкования дерново-сильноподзолистых почв, однако недостаточно изучены вопросы известкования дерново-слабоподзолистых почв, имеющих кислую реакцию среды. В предыдущей публикации автора [4] были затронуты вопросы эффективности известкования таких почв, которые показали невысокое действие данного приема на урожайность полевых культур и продуктивность пашни. В настоящей работе более подробно рассматриваются изменения физико-химических свойств почвы во времени.

Методика исследований

Исследования проводятся на базе длительного полевого опыта, заложенного в 1980 году в 1-м поле полевого 7-польного севооборота с чередованием

культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница + клевер, клевер I-II г.п., ячмень, овес. С 2001 года изучаются 3 дозы известки (0; 0,5; 1,0 г.к.), внесенных перед закладкой опыта на 3-х уровнях минерального питания (0; NPK; 2NPK).

Почва под опытом – дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая (суглинок средний песчано-крупнопылеватый), сформированная на некарбонатной покровной глине. В минералогическом составе пахотного горизонта почвы преобладают глинисто-охристые слюдястые образования монтмориллонитового состава с хлоритом (37,98%).

Почвенный разрез заложен на целинном участке вблизи с опытом. Подзолистый горизонт в профиле почвы отсутствует. Признаки оподзоливания проявляются по наличию единичных зерен орштейна, пластинчатой структуре горизонтов A₁ и A₁B₁. В горизонте B₁ отмечена обильная кремнеземистая присыпка, ясно выражена иллювирированность горизонта B₂ в виде ореховатопризматической структуры и плотности горизонта. На глубине 40-50 см средний суглинок сменяется тяжелым за счет увеличения содержания илистой фракции. Аккумуляция илистой фракции наблюдается в иллювиальном горизонте и материнской породе. Вынос илестых частиц из верхних горизонтов и перемещение их вниз по профилю является следствием промывного типа водного режима.

Характеристика физико-химических свойств почвенного профиля приведена в таблице 1. Характерной особенностью исходной почвы является высокое содержание обменных форм кальция и магния, которое увеличивается с глубиной, как и сумма поглощенных оснований. Реакция почвенной среды – кислая. Очень сильно кислая реакция среды и максимальные значения обменной кислотности (по А.В. Соколову) отмечены в иллювиальном горизонте. Обменная кислотность представлена в основном обменным водородом.

Почва обладает высокой естественной буферностью в щелочном интервале (58%) и средней – в кислотном (44%).

Химические анализы выполнены общепринятыми методами (Аринушкина Е. В., 1962; Агрохимические методы исследова-

ования почв, 1975). Подвижные формы Ca, Mg, Mn определяли по Палавееву Т., Тотеву Т., 1970, Fe – сульфосалициловым методом. Оценку кислотности проводили по методу Аррениуса на основании кривых буферности. Минералогический анализ выполнен в минералогической лаборатории НПО «Уралгеология» в 1989 году. Статистическая обработка результатов исследований проведена методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов (Доспехов Б. А., 1968; Литтл Т., Хиллз Ф., 1981) с использованием ПК.

Результаты исследований

В ранее опубликованных материалах [4] при анализе пахотного слоя почвы было установлено, что внесение известки в дозах, соответствующих 0,5-2,5 г.к., привело к существенному снижению кислотности почвы. Показатель pH_{KCl} повысился с 4,4-4,5 в исходной почве до 5,0-6,4 через один год после известкования. Максимальное снижение кислотности исследуемой почвы от известкования происходит в первые годы после внесения известки, а в последующие идет медленное подкисление. К концу 2-й ротации севооборота сдвиг pH_{KCl} от максимально достигнутого уровня (от доз известки 1,0-2,5 г.к.) составил 38-76%.

Обменная кислотность исходной почвы перед закладкой опыта в пахотном горизонте находилась в пределах 0,07-0,16 м-экв/100 г почвы. Под действием известкования она существенно снижалась. В изучаемой почве подвижный алюминий по методу А.В. Соколова был обнаружен в отдельных вариантах с реакцией почвенной среды ниже 5,5 (0,002-0,066 м-экв/100 г). В результате корреляционно-регрессионного анализа образцов почвы выявлена связь средней тесноты (r=-0,614) содержания подвижного алюминия от реакции почвенной среды, которая описывается следующим уравнением: Al=0,253-0,337lgpH. Следует отметить, что исследуемая почва содержит большие количества валовых форм алюминия (11,36% Al₂O₃). В связи с этим было проведено определение подвижного алюминия другими методами: по методике ЦИНАО в вытяжке 1 н KCl, по Крупскому в вытяжке аммонийно-уксуснокислого буфера и в вытяжке Тамма (щавелевая кислота и щавелевокислый аммоний). В результате проведенных анализов установлено, что в зависимости от метода определения в подвижную форму могут переходить значительные количества алюминия. Именно алюминий, по результатам многих исследований [5, 6], является причиной угнетения растений на кислых почвах.

Важным фактором, определяющим отрицательное действие кислотности почвы на растения, является избыточное накопление в почвах подвижных форм железа и марганца, что установлено многочисленными исследованиями А.Н. Небольсина и З.П. Небольсиной [6]. Наши данные показали наличие тес-

ных обратных зависимостей содержания Fe^{2+} , Mn^{2+} от реакции почвенной среды (pH и $Fe\ g = -0,908$; pH и $Mn\ g = -0,813$), которые свидетельствуют о том, что при подкислении почвы происходит существенное повышение содержания этих элементов в почве.

Внесение извести по полной величине гидролитической кислотности к концу IV ротации севооборота обеспечивает поддержание показателя pH_{KCl} на уровне 4,9-5,0, снижение показателей гидролитической и обменной кислотности (табл. 2). Фоны минерального питания практически не влияли на показатель реакции почвенной среды и гидролитическую кислотность почвы, в то же время оказали существенное влияние на наиболее подвижную часть потенциальной кислотности – обменную, особенно в варианте без извести и с дозой извести по 0,5 г.к. (табл. 2). Различия между известкованными и неизвесткованными вариантами на показатели кислотности почвы значимы не только для

слоя почвы 0-20, но и для слоя 20-40 см.

Принято считать, что процесс подкисления почвы вызван прежде всего потерей оснований, особенно кальция. Однако невысокие коэффициенты корреляции, установленные между показателем реакции почвенной среды и содержанием обменных форм кальция ($r=0,632$) и суммы кальция + магния ($r=0,373$), свидетельствуют о том, что подкисление почвы сопровождается не только потерей оснований. К аналогичному выводу пришли исследователи нечерноземных почв Томского Приобья [7].

В изучаемой почве в течение 4-х ротаций полевого 7-польного севооборота в пахотном слое почвы сохраняется высокое содержание обменного кальция и повышенное - обменного магния (табл. 2). Среди возможных причин относительно постоянного и устойчивого содержания в нашей почве обменных катионов кальция и магния наиболее приемлема следующая - высокие зна-

чения емкости поглощения. Исследованиями, проведенными в ЛенНИИСХ, установлено, что способность почв удерживать катионы оснований от вымывания напрямую связана с емкостью их поглощения [8].

Непосредственное значение емкости поглощения в опыте не определяли, но, используя расчетный показатель емкости катионного обмена почвы (в слое 0-20 см в вариантах без известкования она составляет 22,39-28,71 м-экв/100 г почвы), можно прогнозировать высокие значения емкости поглощения в почве.

Приемом, позволяющим удерживать в плодородном слое почвы катионы кальция и других элементов, является создание в ней помимо щелочного (карбонатного) геохимического барьера, который образуется при известковании почв, сорбционного. Это может быть достигнуто применением веществ, обладающих высокой емкостью катионного поглощения: перлит, вермикулит, цеолит, монтмориллонит и др. [9]. Поскольку в минералогическом составе почвы преобладают монтмориллонитовые образования, это обеспечивает почве высокую емкость поглощения.

Обобщив литературные источники по опытам с известкованием почв на северо-западе России [6, 8, 10], в Западной Сибири [7, 11] и во Владимирском Ополье [12], можно сказать, что невысокое действие извести на урожайность полевых культур и продуктивность пашни на исследуемой почве вполне закономерно. Приведенные авторами данные убедительно доказывают, что наибольшее положительное действие известкование оказывает на сильнокислых малобуферных обедненных основаниями почвах с высоким содержанием подвижных форм алюминия, марганца и железа. Изучаемая почва, несмотря на кислую реакцию почвенной среды, характеризуется неплохой буферностью, значительно насыщена обменными формами кальция и магния.

Выводы

1. Известкование изучаемой дерново-слабоподзолистой почвы существенно снижает все формы кислотности и сопутствующее кислым почвам содержание легкоподвижных форм железа, марганца и подвижного алюминия.
2. Максимальное снижение кислотности от известкования происходит в основном через один год после внесения извести. В последующие годы идет медленное подкисление почвы. Существенные изменения свойств почвы от известкования происходят в слоях почвы 0-20 и 20-40 см.
3. Исследуемая почва содержит большие валовые запасы алюминия и низкое количество подвижного алюминия (по А.В. Соколову). Между показателем реакции почвенной среды и содержанием подвижного алюминия установлена связь средней тесноты ($r=-0,614$).
4. Содержание легкоподвижных

Таблица 2

Влияние извести и минеральных удобрений на кислотность почвы и содержание обменных катионов, 2007 г. (конец IV ротации севооборота)

Вариант опыта	Глубина, см	pH_{KCl}	М-экв/100 г почвы			
			Hг	Ho	Ca	Mg
Контроль	0-20	4,7	6,71	0,031	18,6	3,4
	20-40	4,6	4,56	0,059	18,8	3,1
	40-60	4,2	4,99	0,517	21,2	7,2
	60-80	4,2	4,55	0,515	25,8	9,4
	80-100	4,4	3,64	0,239	28,9	11,2
$CaCO_3$ 0,5 г.к.	0-20	4,8	4,82	0,030	17,3	3,2
	20-40	4,8	4,43	0,027	16,5	2,1
	40-60	4,3	4,91	0,415	21,9	8,9
	60-80	4,3	4,16	0,445	25,3	8,1
	80-100	4,4	3,72	0,290	25,9	8,5
$CaCO_3$ 1,0 г.к.	0-20	5,0	4,25	0,030	16,6	2,7
	20-40	5,0	4,12	0,030	17,1	3,5
	40-60	4,4	4,71	0,305	22,2	7,3
	60-80	4,1	5,54	0,289	21,4	8,7
	80-100	4,2	4,56	0,458	27,6	8,5
NPK	0-20	4,7	4,69	0,042	15,0	2,7
	20-40	4,7	4,78	0,033	15,9	3,2
	40-60	4,4	4,51	0,135	21,8	7,7
	60-80	4,4	4,25	0,290	24,3	7,8
	80-100	4,6	3,28	0,195	25,4	11,5
NPK + $CaCO_3$ 0,5 г.к.	0-20	4,7	4,88	0,054	15,3	3,6
	20-40	4,6	4,79	0,050	15,3	4,4
	40-60	4,2	4,95	0,549	24,1	6,3
	60-80	4,3	4,95	0,393	25,9	10,2
	80-100	4,3	4,08	0,308	26,7	7,6
NPK + $CaCO_3$ 1,0 г.к.	0-20	4,9	4,60	0,032	17,7	2,2
	20-40	4,9	4,47	0,034	17,6	3,4
	40-60	4,3	4,60	0,535	23,5	5,9
	60-80	4,2	4,64	0,605	25,4	8,5
	80-100	4,4	3,85	0,265	26,3	9,3
2NPK	0-20	4,6	6,00	0,084	16,0	2,5
	20-40	4,6	5,60	0,072	15,1	3,8
	40-60	4,3	5,12	0,530	23,1	6,8
	60-80	4,3	5,13	0,537	26,2	9,9
	80-100	4,3	4,73	0,494	27,2	9,6
2NPK + $CaCO_3$ 0,5 г.к.	0-20	4,7	5,78	0,055	17,5	3,3
	20-40	4,6	5,78	0,065	18,1	4,5
	40-60	4,2	5,56	0,595	24,3	8,9
	60-80	4,2	4,95	0,612	28,0	7,8
	80-100	4,4	3,63	0,335	26,5	9,4
2NPK + $CaCO_3$ 1,0 г.к.	0-20	4,9	5,00	0,023	18,3	2,8
	20-40	4,9	4,86	0,027	17,2	3,7
	40-60	4,4	5,11	0,374	24,8	6,3
	60-80	4,4	3,99	0,275	27,2	10,7
	80-100	4,5	3,46	0,232	28,2	9,3

Биология

форм Fe^{2+} , Mn^{2+} находится в тесной зависимости от реакции почвенной среды. Коэффициенты корреляции составляют: между показателем рН и содержанием Fe^{2+} - $r = -0,908$, между рН и Mn^{2+} - $0,813$.

5. Подкисление почвы за 4 ротации полевого 7-польного севооборота не

приводит к существенной потере обменных форм кальция и магния из почвы, что можно объяснить высокой емкостью поглощения почвы.

6. Невысокое действие известкования на урожайность полевых культур и продуктивность пашни объясня-

ется особенностью почвы, характеризующейся наряду с кислой реакцией среды высоким и устойчивым во времени содержанием обменных форм кальция и магния, которые препятствуют отрицательному действию на растения катионов водорода, алюминия, железа и марганца.

Литература

1. Коротаев Н. Я. Почвы Пермской области. Пермь : Кн. изд-во, 1962. 280 с.
2. Вологжанина Т. В. Почвенный покров // Агрохимия на службе земледелия. Пермь : Кн. изд-во, 1981. С. 9-39.
3. Петухов М. П., Прокошев В. Н. Применение удобрений в Предуралье. Пермь : Кн. изд-во, 1964. 334 с.
4. Митрофанова Е. М. Эффективность известкования дерново-слабоподзолистых среднесуглинистых почв и оподзоленного тяжелосуглинистого чернозема Предуралья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пермь, 2000. 19 с.
5. Авдонин Н. С. Повышение плодородия кислых почв. М. : Колос, 1969. 304 с.
6. Небольсин А. Н., Небольсина З. П. Теоретические основы известкования почв. СПб. : ЛНИИСХ, 2005. 252 с.
7. Каличкин В. К., Минина И. Н. Содержание обменных катионов и кислотность в почвах Томского Приобья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1989. № 3. С. 17-21.
8. Осипов А. И., Небольсин А. Н. Химическая мелиорация почв северо-запада России // Экологические функции агрохимии в современном земледелии : материалы Всероссийского совещания Географической сети опытов с удобрениями. 27-28 февр. 2008 г. М. : ВНИИА, 2008. С. 162-163.
9. Кропачев А. М. Геохимические свойства кислых почв Нечерноземья // Голоценовая карбонатная гажа Нечерноземья. Пермь, 1987. С. 21- 24.
10. Небольсин А. Н., Евдокимов В. М. Эффективность удобрений, мелиорантов и средств защиты растений на северо-западе России // Плодородие. 2005. № 3. С. 9-11.
11. Каличкин В. К., Наumenko И. В., Кондратьева Е. Д. К вопросу об известковании почв в Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1990. № 5. С. 7-17.
12. Окорков В. В. О механизме и эффективности взаимодействия известки с кислыми почвами // Агрохимия. 2004. № 7. С. 11 -21.