

КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ РАВНОВЕСИЕ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ГИДРОМОРФНОСТИ

Д.Н. Никиточкин, В.В. Гукалов, В.И. Савич, А. Селиванова, РГАУ-МСХА

Рассматривается кислотно-основное равновесие почв, как интегральный показатель их плодородия. Показана относительность оптимума кислотно-основного состояния почв от сочетания свойств почв и факторов почвообразования. Предлагается информационная оценка кислотно-основного состояния почв с учетом взаимосвязей между их свойствами. Показано, что в таежно-лесной зоне при окультуривании почв под яблоней не прекращается развитие подзолообразования и оглеения. Предлагается применение Са-сберегающих технологий.

Ключевые слова: плодородие, кислотно-основное состояние почв, гидроморфность, дерново-подзолистая почва.

Кислотно-основное состояние почв в значительной степени определяет их плодородие и биопродуктивность угодий. Оно влияет на микробиологическую активность почв и разложение растительных остатков, на накопление и состав гумуса, на подвижность катионов и анионов, водно-физические и физико-механические свойства почв, на усвояемость элементов питания растениями [1, 4, 6, 7, 9].

В почвах таежно-лесной зоны в ряде случаев подкисление почв сочетается с условиями избыточного увлажнения и развития анаэробизиса. Развитие оглеения почв приводит к существенным изменениям их свойств, понижению E_h , увеличению содержания подвижных соединений Fe, Mn, Al, к гипоксии, уплотнению почв и увеличению прочности связи с твердой фазой воды, к ухудшению теплового режима, уменьшению доступности фосфатов вследствие образования фосфатов железа и алюминия, к дефициту азота из-за угнетения микробиологической активности [3, 8, 10, 11]. Это способствует падению урожая сельскохозяйственных культур, в том числе плодовых, в частности яблонь, при развитии оглеения и на глубине 200 см от поверхности почвы [6, 8]. Однако, влияние сочетания кислой реакции среды и развития оглеения на свойства дерново-подзолистых почв изучено недостаточно.

Объектом исследования служили дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы Московской области садового товарищества, где происходит гибель взрослых яблонь при достижении корнями глеевых горизонтов и Мичуринского сада РГАУ-МСХА, где на оглеенных почвах выращивают только саженцы яблонь. Для сравнения проанализировали расположенные рядом разрезы автоморфных почв [6].

Методика. Состояла в оценке содержания в почвах водорастворимых соединений Ca, Mg, Fe, Mn, K, Cu, Zn, их подвижных форм в вытяжке $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ с pH 4,8, в определении состава продуктов транспирации из листьев яблонь, в оценке влияния на подвижность катионов водорастворимых органических веществ из разлагающегося опада листьев яблонь и трав междурядий. Проведено сравнение полученных материалов с параметрами кислотно-основного и окислительно-восстановительного состояния почв [3, 10].

Результаты и их обсуждение. В проведенных исследованиях установлено, что кислотность дерново-подзолистых почв под яблоневыми садами Московской области изменяется по почвенному профилю с увеличением в элювиальном горизонте A_2 , т.е. в почвах и при окультуривании протекает почвообразовательный процесс (табл. 1).

Значительное изменение кислотно-основного состояния почв отмечено в пониженных элементах рельефа на дерново-подзолистых оглеенных почвах и при внесении больших доз органических удобрений на основе торфа.

При разложении органических удобрений в таежно-лесной зоне образуется большая масса кислых продуктов, которые,

мигрируя при промывном типе водного режима вниз по профилю, вымывают Ca, Mg, K и другие катионы из пахотного и подпахотного слоев. Это приводит к подкислению почв и накоплению в иллювиальных горизонтах подвижных форм Fe, Mn, Al, токсично действующих на корневые системы яблонь. Повышенное количество органических веществ вызывает всплеск микробиологической активности, что сопровождается усилением степени оглеения почв. В оглеенной дерново-подзолистой почве Мичуринского сада содержание органического вещества в A_1 достигало 7,9%, а подвижных форм железа – 28 мг/л.

1. Физико-химические свойства автоморфных и оглеенных дерново-подзолистых почв

Объект	Горизонт	pH _{ксл}	Органическое вещество, %	Fe в вытяжке $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, мг/л
Садовое товарищество	A_n	5,4	4,9	7,0
	A_1/A_2	4,5	3,2	5,3
	B_g	5,2	6,3	11,0
Мичуринский сад, Р-3	A_n	6,2	7,9	1,2
	B_g	5,8	1,6	28,0

Содержание подвижных и водорастворимых форм Ca, Mg, K в дерново-подзолистых почвах различалось во внешних и внутренних слоях структурных отдельностей. Так, для горизонта В дерново-подзолистых почв содержание водорастворимого Ca во внешних и внутренних слоях структурной отдельности составляло в слабоокультуренной почве 2,6 и 3,5 мг/л, а в хорошо окультуренной – 7,6 и 3,8 мг/л [3].

По полученным данным, развитие оглеения изменяет кислотность почв. При промывном типе водного режима это приводит к подкислению среды, при непромывном типе – к подщелачиванию, что иллюстрируется данными таблицы 2.

2. pH суспензий и водных вытяжек и содержание водорастворимых катионов (мг/л) в дерново-подзолистых почвах при компостировании их 3 месяца в условиях избыточного увлажнения

Горизонт почвы	pH суспензии	Вытяжка H_2O		
		pH	Fe	Ca
Автоморфный	5,5±0,7	7,3±0,1	0,8±0,2	3,7±0,6
Оглеенный	6,7±0,2	7,5±0,1	1,2±0,5	4,8±0,6

Как видно из представленных данных, в оглеенных почвах более нейтральные значения pH, по сравнению с неоглеенными, и больше водорастворимых соединений железа. При сравнении pH суспензии и водной вытяжки проявляется кислый суспензионный эффект, величина которого больше в автоморфных почвах.

Развитие оглеения приводит и к изменению соотношения катионов в растворе, что иллюстрируется данными таблицы 3.

3. Отношение подвижных соединений катионов в оглеенных и неоглеенных горизонтах дерново-подзолистых почв Мичуринского сада (вытяжка $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ с pH 4,8)

Степень гидроморфизма	Fe/Mn	Ca/Mg	Fe/Ca	Fe/Cu	Fe/Zn
Автоморфная почва	5,7±2,3	1,8±0,2	0,1±0,01	102,2±31,6	11,1±2,5
Оглеенная почва	11,1±0,1	1,4±0,2	0,7±0,2	713,5±43,9	43,8±0,5

Как видно из представленных данных, в оглеенных почвах шире отношение Fe/Mn, Fe/Ca, Fe/Cu, Fe/Zn, Ca/Mg.

Значительно меняется в зависимости от pH среды и подвижности других ионов [2, 3, 9]. Пример такой зависимости для дерново-подзолистых среднесуглинистых почв хозяйства Московской области приведен в таблицах 4, 5.

При этом содержание подвижного фосфора в мг/100 г составляло при pH 5,67 величину $15,7 \pm 2,6$, а при pH 7,36 величину $31,1 \pm 9,5$.

4. Зависимость водорастворимости Fe, Ca, P от pH среды в дерново-подзолистых почвах

Гумус, %	pH _(H2O)	P ₂ O ₅	Fe	Ca	Fe/Ca
		мг/л			
1,68±0,06	5,67±0,04	0,19±0,05	16,7±4,7	61,3±11,0	0,56±0,16
1,74±0,03	7,36±0,04	0,37±0,08	2,0±1,2	104,6±10,1	0,05±0,02

5. Содержание в дерново-подзолистых почвах Мичуринского сада подвижных форм фосфора и обменного калия в зависимости от pH среды

pH _{KCl}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Органическое вещество
	мг/кг		
> 5,5	391,7±137,1	680,3±109,9	2,6±1,2
< 5,5	86,2±25,1	129,0±12,5	0,8±0,1

Полагаем, что известкование необходимо в первую очередь на тех полях, где в большей степени оптимизируются факторы, лимитирующие урожай на единицу внесенного мелиоранта.

По полученным данным, подкисление исследуемых почв происходило и под влиянием развивающегося в садах процесса подзолообразования.

Развитию элювиального процесса способствует и нисходящий ток воды с поверхности к основной массе корней, расположенной на глубине 30-50 см. Усиливает рассматриваемый процесс и миграция вниз продуктов разложения растительного опада (яблонь и злакового травостоя междурядий). Водорастворимые продукты разложения растительных остатков, обладая комплексообразующей способностью, образуют комплексы с Ca, Mg, Fe, Al, Mn, что усиливает миграцию этих катионов вниз по профилю.

В работе оценена комплексообразующая способность водорастворимых продуктов разложения растительных остатков по отношению к Cu и Zn по растворимости порошка этих металлов в изучаемых растворах. Полученные данные приведены в таблице 6.

6. Содержание катионов в продуктах их десорбции из почв водорастворимым органическим веществом из опада листьев яблони и трав междурядий (5 г почв + 25 мл фильтрата, мг/л), A_n

Продукты разложения	Ca	Mg	Fe	Ca/Mg	Ca/Fe
Сено	58,2±0,5	72,0±0,1	0,34±0,05	0,81	171,2
Листья яблони	58,6±1,6	92,1±3,5	0,62±0,12	0,64	94,7

По полученным данным, водорастворимые органические вещества из продуктов разложения листьев яблони вытесняли из дерново-подзолистых почв больше магния и железа, чем продукты разложения сена.

Влияние продуктов разложения растительных остатков на вытеснение из почв катионов различалось при действии растворов на оглеенные и неоглеенные горизонты. При вытеснении катионов из оглеенных горизонтов отношение Ca:Fe равнялось $168,5 \pm 11,6$, а отношение K:Fe = $185,0 \pm 20,2$. Для неоглеенных горизонтов эти отношения составляли, соответственно, $235,5 \pm 5,4$ и $290,0 \pm 104,0$.

В условиях избыточного увлажнения увеличивается количество низкомолекулярных органических соединений, обладающих комплексообразующей способностью по отношению

к двух- и поливалентным катионам. Это подтверждают и наши исследования. Так, растворимость порошка металлической меди в почвенных растворах автоморфных горизонтов дерново-подзолистых почв составляла $3,07 \pm 1,2$ мг/л (P:P=1:5), а оглеенных почв – $16,9 \pm 5,1$ мг/л.

Время жизни яблоневого сада 30-50 лет. Корни деревьев идут до глубины 2-3 м. По данным Ф.Н. Пильщикова [5], в Мичуринском саду РГАУ-МСХА проводили исследования корневой системы яблонь сорта Лобо на подвое – сеянце сорта Анис. В возрасте 8 лет 73% корней было сосредоточено в слое 0-150 см и только 13% – в пахотном слое. У сорта Антоновка обыкновенная в пахотном слое было сосредоточено только 20% корней.

Таким образом, развитие оглеения и кислой реакции среды на глубине пахотного слоя и даже на глубине 1-3 м приводит к гибели растений. Поэтому в Мичуринском саду РГАУ-МСХА на дерново-глеевой почве (при глубине оглеения 30-50 см) выращивают саженцы только до 2 лет, а на дерново-глеевой почве садового товарищества с глубиной оглеения 50-70 см яблони гибнут. Это приводит и к изменению состава продуктов транспирации из листьев яблонь (табл. 7).

7. Содержание катионов в продуктах транспирации из листьев яблонь, развивающихся на почвах разной степени гидроморфизма, мг/л

Состояние растений	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	K
Хорошее на автоморфной почве	20,1	31,1	0,4	0,04	0,05	15,1
Гибнущее дерево на оглеенной почве	11,0	38,7	0,8	0,08	0,92	27,6

Как видно из представленных данных, в продуктах транспирации листьев, гибнущих при избыточном увлажнении яблонь, больше Fe, Mn, Zn, K, Mg и меньше Ca. Особенно сильно меняется соотношение Fe:Ca.

Таким образом, в яблоневых садах Московской области на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах на покровных суглинках, несмотря на окультурирование, продолжает развиваться подзолообразование, что выражается в подкислении элювиального горизонта A₂. При избыточном увлажнении и проявлении анаэробности развивается оглеение почв, которое при промывном типе водного режима также приводит к их подкислению. Учитывая плодоношение яблонь до 30-50 лет и развитие основной массы корней глубже пахотного слоя, необходима оптимизация pH в подпахотном слое.

Литература

1. Аристархов А.И. Оптимизация питания растений кальцием и пути повышения продуктивности севооборотов с кальциеробными культурами// Сб.: Вопросы известкования почв.- М.: ВИАУ, 2002.- С. 23-29.
2. Голубева Е.С., Чекин Г.В. Формы кислотности торфяных почв Брянской области// Материалы докл. 6 с-да об-ва почвоведов им. В.В.Докучаева.- Петрозаводск-Москва, 2012. Кн. 2.- С. 97.
3. Замараев А.Г., Савич В.И., Сычев В.Г. Энергомассообмен в звене полевого севооборота.- М.: ТСХА, 2005. Ч. 2.- 336 с.
4. Небольсин А.Н. Небольсина З.П. Научная концепция известкования почв при современном уровне знаний// Сб.: Вопросы известкования почв.- М.: ВИАУ, 2002.- С. 132-134.
5. Пильщиков Ф.Н. Оптимизация условий функционирования корневой системы, как средства повышения продуктивности яблонь: Автореф. дис. д-ра с.-х. наук.- М., ТСХА, 1990.- 33 с.
6. Савич В.И., Байбеков Р.Ф., Никиточник Д.Н. Модели плодородия почв под плодовые культуры во времени и в пространстве// Международный с.-х. журнал.- 2015.- №2.- С. 15-18.
7. Соколова Т.А., Дронова Т.Я. Изменение почв под влиянием кислотных выпадений.- М.: МГУ, 1993.- 64 с.
8. Трунов Ю.В. Минеральное питание и удобрение яблони.- Мичуринск-научоград РФ, 2010.- 400 с.
9. Шильников И.А., Аканова Н.И., Баринев В.Н. Прогноз изменения кислотности почв и содержания кальция и магния в земледелии Нечерноземья// Сб.: Вопросы известкования почв.- М.: Агроконсалт, 2002.- С. 221-231.
10. Singh R., Savich V.I. u.a. Analysis of the composition and properties of soils tropics and subtropics, Agrobios.- India, 2014.- 253 p.
11. Veldkamp M.J. u.a. Institut Royal des Tropiques.- Amsterdam, Pays-Bas, 1991.- 200 p.

ACID-BASE SOIL BALANCE AS A CRITERION OF SOIL SUITABILITY FOR APPLE ORCHARDS

D.N. Nikitochkin¹, V.V. Gukhalov², V.I. Savich¹, A.G. Selivanova¹

*¹Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences,
ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia E-mail: savich.mail@gmail.com*

*²Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences,
ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia*

Acid–base soil balance is examined as an integral indicator of soil fertility. The relativity of the optimum acid–base soil status with respect to the combination of soil characteristics and soil-forming factors is shown. Information estimation of acid–base soil status is proposed with consideration for the interrelations of soil characteristics. It is shown that the podsolization and gleyzation processes do not stop when the soil under apple trees is cultivated in the taiga-forest zone. It is proposed to use Ca-saving technologies.

Keywords: fertility, soil acid–base status, hydromorphism, apple tree, soddy-podzolic soil.