



УДК 63.8: 631.415.12:631.445.4

Ф.И. Назырова, Т.Т. Гарипов

КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ БУФЕРНОСТЬ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

В статье представлены результаты исследования кислотно-основной буферности почвы.

Установлено что, при слабой степени эродированности светло-серой лесной почвы наблюдается увеличение площади буферности в щелочном интервале, а при средней степени – общая буферная способность почвы понижается, особенно в щелочном интервале. В сильноэродированной почве в зависимости от характера склона произошли разнонаправленные изменения буферной способности в кислотном-щелочном интервале, коррелирующие с валовым содержанием гумуса, поглощенных оснований и щелочно гидролизуемого азота.

Ключевые слова: светло-серая лесная почва, эродированность, степень, буферная способность, кислотно-щелочной интервал.

F.I. Nazyrova, T.T. Garipov

THE ACID-BASE BUFFER CAPACITY OF THE LIGHT-GREY FOREST SOIL WITH DIFFERENT EROSION DEGREE IN THE LONG AGRICULTURAL USE

The research results of the soil acid-base buffer capacity are presented in the article.

It is determined that the increase in the alkaline interval buffer space is observed at a low erosion degree of light gray forest soil, and total soil buffer capacity decreases at the average degree, especially in the alkaline interval. The differently directed changes of the buffer capacity in the acid-alkaline interval occurred in the soil with high degree of erosion depending on the slope nature, which correlate with the total humus content, absorbed bases and alkaline-hydrolyzed nitrogen.

Key words: light gray forest soil, erosion degree, degree, buffer capacity, acid-alkaline interval.

В природных условиях буферность зависит не только от твердых фаз почвы, но и от населяющих ее организмов, от интенсивности нисходящих или восходящих потоков влаги, постоянно нарушающих складывающееся почвенно-химическое равновесие. Буферность в таких условиях приобретает черты динамического показателя и характеризует способность почв не только противостоять изменению pH при подкислении или подщелачивании, но и восстанавливать прежнее значение во времени. А определение кислотно-основной буферности с использованием непрерывного потенциометрического титрования (НПТ) необходимо не только для выяснения механизмов устойчивости к внешним воздействиям, но и последствий в результате загрязнения и выноса питательных элементов [4]. Одним из мощных факторов, ухудшающих естественное и эффективное плодородие почв, являются процессы эрозии почв, так как при этом происходит смыв самой плодородной верхней части гумусового горизонта.

На территории Республики Башкортостан 54 % площади пахотных земель составляют почвы, подверженные водной и ветровой эрозии. Процессы водной и ветровой эрозии генетически взаимосвязаны и их совместное проявление усиливает разрушение почв [8]. При слабой эрозии теряется в зависимости от типа и подтипа почвы 0,6–2,5 тыс. т/га почвенной массы, при средней – 3,0–7,3 и при сильной – 5,4–11 тыс. т/га. С этой массой выносятся колоссальное количество гумуса и азота, а вместе с ними – десятки тонн питательных веществ [10]. Например, при смыве почвы 25–50 т с 1 га теряется около 2–5 т гумуса, 150–250 кг азота и 30–50 кг фосфора ежегодно. Урожаи сельскохозяйственных культур на этих почвах в зависимости от степени эродированности в среднем на 20–70% ниже, чем на неэродированных [9].

Ранее нами были выявлены особенности изменения буферной способности зональных типов почв Южного Приуралья в кислотном-основном интервалах в агротехногенных условиях [6].

Целью данной работы является изучение буферной способности в кислотно-основном интервале светло-серой лесной почвы при ее эрозионной деградации и при длительном сельскохозяйственном применении в комплексе с агрохимическими и физико-химическим показателями.

Исследования проводились в образцах почвенных разрезов светло-серой лесной почвы Янаульского района Республики Башкортостан на участках с разной степенью их эродированности при длительном сельскохозяйственном использовании (35 лет): Р.53 – незэродированная, Р.54 – среднеэродированная, Р.55 и Р.56 – сильноэродированные, Р.57 – целина, Р.58 (залежь) и Р.59 (пашня) – слабоэродированные.

Агрохимические показатели и физико-химические свойства в изучаемых почвах определяли общепринятыми методами согласно руководствам по химическому анализу почв [1, 2]. Для характеристики кислотно-основной буферной способности почвенных образцов использовали метод непрерывного потенциометрического титрования (НПТ) [5]. Результаты статистически обработаны с помощью программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Светло-серые лесные почвы в зависимости от гранулометрического состава в кислотном интервале могут быть неустойчивыми и среднеустойчивыми, а в щелочном – устойчивыми и среднеустойчивыми [7].

Исследуемая светло-серая лесная почва показала среднюю устойчивость к протонированию и в кислотном, и в щелочном интервалах относительно целинного аналога (табл. 1). В эродированных вариантах буферная способность почвы меняется неоднозначно. По результатам непрерывного потенциометрического титрования (НПТ) наблюдается заметное снижение буферной площади пахотной светло-серой лесной почвы в кислотном интервале по сравнению с целинной. При слабой степени эродированности буферные площади на пашне и на залежи примерно одинаковы, за исключением горизонта A_1A_2 , где в щелочном интервале буферность на пашне увеличилась на 6 см^2 , а в кислом соответственно уменьшилась. Но при сравнении с незэродированной почвой мы видим и на залежи, и на пашне явное ($8\text{--}9 \text{ см}^2$) увеличение площади буферности в щелочном интервале. А в горизонтах A_2B и B_1 , где $\text{pH H}_2\text{O}$ составляет $5,4\text{--}5,6$ единиц, разница составляет $15\text{--}20 \text{ см}^2$, т.е. здесь изменение буферной способности почв этих вариантов может быть связано с увеличением обменной кислотности и образованием солей алюминия, которые появляются благодаря разрушению части легко разлагающихся цеолитных силикатов. Буферность благодаря образованию этих солей алюминия начинается только при довольно кислой реакции почвы, когда перейдена граница для существования ионов алюминия, которая лежит при реакционном числе около 5,5. Образование соли алюминия может происходить только из глинозема, который освобождается благодаря полному разложению цеолитных силикатов [3].

При средней степени эродированности буферная способность в щелочном плече резко падает по сравнению с незэродированной почвой на $10\text{--}12 \text{ см}^2$, начиная с $A_{\text{пах}}$ и до горизонта B_1 включительно.

Нужно отметить, что выявленные изменения буферности исследуемой почвы, как в кислотном, так и в щелочном интервалах, прямо зависят от валового содержания гумуса и степени обогащенности его азотом (C:N). Противоречивые корреляционные зависимости по горизонтам в почвенных разрезах наводят на мысль, что различия в направлениях изменения буферности серой лесной почвы обусловлены превращениями азота гумусовых веществ в результате минерализационных процессов в почвах согласно разной степени их эродированности (табл.). Известно, что аминокислоты, как продукты расщепления белков, являются одним из химических веществ, обуславливающих буферность почвы, что связано с их амфолитным характером из-за одновременного присутствия щелочно реагирующих аминогрупп и кислых карбоксильных групп. К примеру, вышеупомянутое понижение буферной способности к подщелачиванию в среднеэродированной почве может быть связано с увеличением количества фульвокислот при разложении гумусовых веществ до простых соединений, а также с изменением качественного состава аминокислот в периферических цепях гумусовых соединений. Второй причиной изменений буферной способности почв при воздействии кислот и щелочей является обеднение основаниями цеолитных силикатов и гуматов [3]. По нашим данным (табл. 1) видно, что в среднеэродированной почве потеря обменного кальция в составе ППК составила $45\text{--}50 \%$, и при этом сильно понизилась общая буферная способность светло-серой лесной почвы. Более значительное понижение буферной площади в щелочном интервале, скорее всего, связано с разной степенью подвижности новообразованных гумусовых азотсодержащих соединений в эродированных вариантах светло-серой лесной почвы. Если в пахотных горизонтах почв буферность в кислотном интервале тесно связана с количеством общего гумуса ($r = 0,71$), азота ($r = 0,76$), в том числе и щелочногидролизуемого ($r = 0,67$), то в горизонте A_2B связь буферности к подкислению и общим гумусом ослабевает ($r = 0,37$), и в горизонте B_1 уже не наблюдается ($r = 0,23$). В то же время связь буферности в кислотном интервале как с общим азотом ($r = 0,88$), так и подвижным ($r = 0,91$) явно усиливается именно в горизонте A_2B . А в горизонте B_1 влияние этих форм азота выявлено только на буферную способность в щелочном плече, причем связь отрицательная ($r = -0,78$ и $r = -0,57$ соответственно).

Кислотно-основная буферность и агрохимические свойства светло-серой лесной почвы

Горизонт, глубина, см	S _к	S _щ	рН		Гумус, %	C: N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Азот, мг/кг		
	см ²		H ₂ O	KCl			мг-экв/100 г		общ.	щел.	
Разрез Р. 53-2010 (неэродированная светло-серая лесная почва)											
A _{ПАХ} 0–20	20,3	40,1	6,33	5,36	3,02	8,2	17	5	2148	91	
A ₁ A ₂ 20–33	19,5	38,7	6,39	5,35	2,40	7,5	18	5	1860	98	
A ₂ B 33–50	15,8	35,5	6,59	5,20	1,40	10,9	17	6	744	49	
B ₁ 50–68	18,3	38,5	6,56	5,03	1,24	16,9	21	11	426	28	
Р. 54-2010 (среднеэродированная светло-серая лесная почва)											
A ₁ A ₂ 0–10	16,1	29,8	6,64	5,48	2,39	10,4	9	4	1338	70	
A ₂ B 10–27	16,7	26,4	6,76	5,62	1,84	7,9	10	4	1338	70	
B ₁ 27–35	14,9	25,6	6,12	5,81	1,42	6,9	8	4	1182	56	
Р. 55-2010 (сильноэродированная светло-серая лесная почва)											
A ₂ B 0–10	15,8	27,2	6,57	5,64	1,75	11,5	11	4	882	42	
B ₁ 10–33	14,2	26,1	5,91	5,51	1,64	12,2	10	4	780	35	
Р. 56-2010 (сильноэродированная светло-серая лесная почва)											
A ₂ B 0–15	25,8	40,4	6,59	5,58	1,93	5,2	27	5	2142	112	
B ₁ 15–26	22,5	40,1	6,42	4,84	1,60	16,8	36	10	552	42	
Р. 57-2010 (неэродированная светло-серая лесная почва, целина)											
A ₁ 0–20	24,4	31,1	5,98	4,87	3,43	7,8	16	5	2568	119	
A ₁ A ₂ 20–35	22,7	32,9	6,15	4,57	2,35	19,1	16	5	714	42	
A ₂ B 35–50	17,1	40,6	6,27	4,45	1,49	19,5	24	6	444	35	
B ₁ 50–70	16,7	37,3	6,32	4,40	1,29	17,8	25	6	420	28	
Р. 58-2010 (слабоэродированная светло-серая лесная почва, залежь)											
A _{ПАХ} 0–9	17,7	47,9	5,63	4,63	3,32	9,6	14	9	2004	112	
A ₁ A ₂ 9–29	16,9	46,2	5,80	4,57	2,72	16,8	14	9	936	63	
A ₂ B 29–50	15,1	55,4	5,61	3,95	2,05	18,3	20	12	648	35	
B ₁ 50–70	15,9	54,4	5,59	3,81	1,68	30,6	21	12	318	14	
Р. 59-2010 (слабоэродированная светло-серая лесная почва, пашня)											
A _{ПАХ} 0–9	18,8	40,3	6,07	4,94	2,88	15,0	14	9	1110	77	
A ₁ A ₂ 9–29	22,9	39,3	6,42	5,72	2,22	13,4	13	6	960	70	
A ₂ B 29–50	14,9	53,8	5,56	4,00	1,36	16,2	15	4	486	42	
B ₁ 50–70	14,8	59,0	5,36	3,81	0,74	11,3	21	4	378	35	

В сильноэродированных почвах из-за потери пахотного слоя A_{ПАХ} и подпахотного A₁A₂ слоя почвы в результате эрозионных процессов горизонты A₂B и B₁ выходят на поверхность, отмечается в этих горизонтах существенное и неодинаковое изменение буферности в обоих интервалах. В разрезе № 55 наблюдается уменьшение буферной площади в щелочном плече на 10 см² и в горизонте A₂B, и в горизонте B₁ по сравнению с контрольной почвой. А в разрезе № 56 заметно увеличение буферности в кислотном интервале до 10 см², особенно в горизонте A₂B по сравнению с почвой разреза №55. Думается, что здесь имеет место некоторое усиление процесса нитрификации, о чем свидетельствует как изменение реакции среды в щелочную сторону, так и повышение количества поглощенного кальция, общего азота и гумуса в горизонте A₂B разреза № 56. Т.е. на разнонаправленных изменениях агрохимических свойств сильноэродированных почв могли отразиться процессы накопления питательных элементов в результате их смыва сверху вниз по склону.

Что касается содержания поглощенных оснований по горизонтам, то в среднеэродированной светло-серой лесной почве количество обменного кальция уменьшается почти в два раза по сравнению с неэродированной серой лесной почвой и ее целинным аналогом. А в слабоэродированной почве количество обменного кальция остается примерно таким же. Относительно количества обменного магния вывод неоднозначен и меняется в зависимости от степени эродированности почв. В неэродированной светло-серой почве и ее целинном аналоге, начиная с пахотного и до горизонта B₁, количество поглощенного магния остается одинаковым. В слабоэродированных почвах на залежи и на пашне в верхних двух горизонтах количество обменного магния незначительно возросло, а в горизонтах A₂B и B₁ на залежи количество обменного магния в три раза больше, чем на пашне. Эти различия, очевидно, связаны с изменением реакции среды в кислую

сторону в эродированных почвах, где pH H₂O уменьшилась на единицу. Что подтверждается и отрицательной коррелятивной зависимостью между содержанием магния и обменной кислотностью книзу по всем горизонтам почвенного профиля ($r = -0,76$ в A_{пах}; $-0,57$ в A₂B и $-0,33$ в B₁).

Относительно буферности слабоэродированных почв в кислотном интервале на пашне явных изменений по сравнению с неэродированной нет, а на залежи есть тенденция к некоторому уменьшению буферной способности к подкислению, и к увеличению к подщелачиванию. Это может быть связано с обменными реакциями превращения новообразованных гумусовых соединений, в том числе азотоорганических, при участии поглощенных оснований, что косвенно подтверждается тесными коррелятивными связями буферности в кислотном интервале с гумусом ($r = 0,71$), азотом ($r = 0,75$) и кальцием ($r = 0,74$) в пахотном горизонте. Содержание щелочногидролизуемого азота во всех вариантах максимальное в верхнем горизонте почв. Вниз по профилю количество его уменьшается и находится в соответствии с содержанием в почве гумуса и общего азота.

При длительном сельскохозяйственном использовании эродированных почв степень проявления этого процесса зависит от характера обработки почвы и севооборотов. Например, в условиях Южного Предуралья при зернопаропропашных севооборотах мощность гумусированных горизонтов, запасы и содержание гумуса и питательных элементов, особенно в средне- и сильноэродированных черноземах значительно снижаются [11]. А на светло-серых лесных почвах при применении минимальных и комбинированных обработок и зернопаротравяных севооборотов можно добиться приостановления эрозионных процессов и даже увеличить мощность гумусовых горизонтов, содержание и запасы гумуса. Согласно нашим исследованиям по ретроспективному мониторингу свойств почв [12], в условиях почвосберегающей обработки запасы гумуса увеличились в слабоэродированной светло-серой лесной почве на 8,7 т/га, а при переводе в залежь – на 29,1 т/га.

Заключение

При слабой степени эродированности буферные площади в кислотном интервале на пашне и на залежи примерно одинаковы, но при сравнении с неэродированной почвой и ее целинным аналогом наблюдается явное увеличение площади буферности в щелочном интервале, особенно в нижних горизонтах (A₂B и B₁). При средней степени эродированности общая буферная способность почвы понизилась особенно в щелочном интервале вниз по профилю по всем горизонтам, начиная с A_{пах} и до горизонта B₁ включительно. При этом выявленные изменения буферности исследованной почвы как в кислотном, так и щелочном интервалах прямо зависят от валового содержания гумуса и степени обогащенности его азотом (C: N).

В сильно эродированных почвах из-за потери пахотного слоя A_{пах} и подпахотного A₁A₂, горизонты A₂B и B₁ выходят на поверхность. Это, а также расположение почвенных разрезов относительно склона привели к разнонаправленным изменениям буферной способности светло-серой лесной почвы. Повышение буферности в кислотном интервале положительно коррелировало с валовым содержанием гумуса, щелочногидролизуемого азота и поглощенных оснований.

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Аринушкина Е.Б. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 491 с.
3. Каппен Г. Почвенная кислотность. – М.: Гос. изд-во колхозной и совхозной лит-ры, 1934. – 392 с.
4. Мотузова Г.В. Природа буферности почв к внешним химическим воздействиям // Почвоведение. – 1993. – № 4. – С.54–39.
5. Назырова Ф.И. Влияние удобрений на буферные свойства чернозема типичного карбонатного // Агрохимия. – 2002. – № 2. – С. 5–12.
6. Назырова Ф.И., Гарипов Т.Т. Влияние удобрений и обработки почвы на физико-химические свойства и гумусное состояние чернозема типичного // Агрохимия. – 2005. – № 5. – С. 44–48.
7. Фрид А.С., Гребенников А.М. Устойчивость почв России к деградации по плодородию при кислотных и щелочных воздействиях // Агрохимия. – 1999. – № 2. – С. 5–11.
8. Почвы Башкортостана. – Т.1 / Ф.Х. Хазиев [и др.]. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 1995. – 384 с.
9. Хазиев Ф.Х., Наумов Н.С. Почвенный азот и эффективность азотных удобрений. – Уфа: Башкирское кн. изд-во, 1979. – 128 с.

10. Хабиров И.К. Экология и биохимия азота в почвах Приуралья. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 1993. – 224 с.
11. Хабиров И.К., Габбасова И.М., Хазиев Ф.Х. Устойчивость почвенных процессов. – Уфа: Башкир. ГАУ, 2001. – 340 с.
12. Eroded Soils in the Pre-Urals and the evaluation in their temporal changeability / I.M. Gabbasova [et al.] // Consequences of (post-socialist) land use and climate change for landscape water budgets, soil degradation and rehabilitation in the forest steppe zone of Bashkortostan. – Germany, Martin-Luther-University: Halle-Wittenberg, 2012. – P. 57–65.



УДК 634.0.114

О.А. Сорокина, Ч.И. Куулар, Н.В. Фомина, Н.Д. Сорокин

БИОГЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ ПОД ИСКУССТВЕННЫМИ ЛЕСНЫМИ ПОСАДКАМИ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА ШИРА

Изучены почвенно-агрохимические свойства и биогенные показатели плодородия почв в прибрежной зоне лечебного озера Шира.

Установлено, что искусственные лесные посадки в прибрежной зоне озера Шира характеризуются хорошей выживаемостью и устойчивостью за счет высокой биогенности верхних горизонтов почв.

Отмечена обильная микоризация корней лиственницы сибирской в опытных посадках с обработкой стимуляторами роста, активное развитие грибного мицелия, высокая биологическая активность почв как целинных, так и подлесных участков.

Ключевые слова: экологическая устойчивость, искусственные лесные посадки, стимуляторы роста, прибрежная зона озера, микориза, мицелий, эколого-трофические группы микроорганизмов, ферментативная активность.

O.A. Sorokina, C.I. Kuular, N.V. Fomina, N.D. Sorokin

SOIL BIOGENIC INDICES UNDER ARTIFICIAL FOREST PLANTATIONS IN THE LAKE SHIRA COASTAL ZONE

The soil agrochemical properties and biogenic indices of soil fertility in the therapeutic Lake Shira coastal zone are studied.

It is found that the artificial forest plantations in the Lake Shira coastal zone are characterized by good survival ability and stability due to high biogenic characteristics of soil upper layers.

The abundant root mycorrhization of Siberian larch in the experimental plantation with growth stimulator treatment, active development of fungal mycelium, high soil biological activity both of virgin and undergrowth sites are marked.

Key words: environmental sustainability, artificial forest plantations, plantings, growth stimulators, lake coastal zone, mycorrhiza, mycelium, microorganism ecological and trophic groups, enzyme activity.

Введение. Полезащитная лесистость в Южной Сибири в 2–3 раза ниже нормы, а лесные насаждения часто находятся в неудовлетворительном состоянии. Как компоненты агроландшафтов, мелиоративные насаждения имеют огромное экологическое значение, являясь местами концентрации видов растений, насекомых и животных лесной биоты, повышая биоразнообразие. Искусственные лесные насаждения в значительной мере изменяют пейзаж, выполняют почвозащитную, водоохранную, санитарно-гигиеническую и эстетическую функцию (Выращивание лесных полос..., 2001).

На обширных пространствах республик Хакасия и Тыва важнейшее значение в борьбе с деградацией земель и опустыниванием имеют восстановление лесов, интродукция древесных пород, искусственное лесоразведение в тех условиях, которые отвечают требованиям древесных растений (Кулик, 2007). Поиски путей адаптации древесных растений к почвенным условиям, не отвечающим или недостаточно отвечающим их требованиям, является сложнейшей экологической проблемой. Для подобных безлесных территорий