

МЕХАНИЗМЫ БУФЕРНОСТИ КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гончарова Л.Ю., Волошина М.С.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация: Изучена буферная способность каштановой почвы среднесолонцеватой почвы сухостепной зоны Ростовской области. Рассчитаны площади буферности при подкислении и при подщелачивании каштановой почвы. Показано, что каштановая почва более устойчива к подкислению, чем к подщелачиванию в 1,3 – 3,91 раза. Выявлены механизмы буферности каштановой почвы, которые зависят от количества карбонатов и содержания гумуса.

Ключевые слова. Каштановая почва, кислотно-основная буферность, механизмы буферности, площадь буферности, кривые буферности, интенсивность буферности

MECHANISMS OF CHESTNUT SOIL BUFFERING IN THE ROSTOV REGION

Goncharova L.Y., Voloshina M.S.

Southern Federal University, Rostov-on-don, Russian Federation

Abstract. The buffer capacity of chestnut soil in the dry-steppe zone of the Rostov region was studied. Buffer areas were calculated for acidification and alkalinization of chestnut soil. It is shown that chestnut soil is more resistant to acidification than to alkalinization by 1.3 – 3.91 times. The mechanisms of chestnut soil buffering that depend on the amount of carbonates and humus content are revealed

Keywords. Chestnut soil, acid-base buffering capacity, buffering mechanisms, buffer area, curves of buffering, the intensity of buffering

Буферность - уникальная способность почв, которая обеспечивает их стабильность и устойчивость. Также буферность поддерживает в определенном диапазоне значения свойства и режимы почв при различных внешних воздействиях.

Каштановые почвы - это основной тип почв сухостепной зоны, они занимают 20,8% площади Ростовской области. Каштановые почвы вместе с засоленными почвами, солонцами, солодами и лугово-каштановыми почвами формируют сложный комплексный почвенный покров, характерный для этой зоны.

Объектом исследований была выбрана каштановая среднесолонцеватая карбонатная среднемощная тяжелосуглинистая почва на желто-бурых суглинках на участке «Водном» биосферного заповедника «Ростовский». Это единственный биосферный заповедник в степной зоне Ростовской области и в Европейской части России, который был организован постановлением Правительства Российской Федерации «Об учреждении в Ростовской области государственного природного заповедника «Ростовский» Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации» в 1995 году.

Почвенные образцы для химического анализа были отобраны по генетическим горизонтам и высушены до воздушно-сухого состояния по ГОСТ 5180-75. Для определения гумуса использовали метод Тюрина в модификации Симакова, для карбонатов – метод Шейблера, для pH – потенциометрический метод. Гранулометрический состав каштановой почвы определяли методом пипетки, поглощенные катионы – методом Гиссинга в модификации Тюрина [1, 2].

На спектрометре «Спектроскан Макс-GV» в почвенных пробах был определен элементный состав методом рентгенофлуоресцентного анализа.

Буферность исследуемой почвы определяли по методу Аррениуса. Метод основан на прибавлении возрастающих количеств 0,1н HCl и 0,1н NaOH к почве с последующим измерением pH. Параллельно изучается действие возрастающих количеств 0,1н HCl и 0,1н NaOH на прокаленный песок. По полученным результатам строятся графики по данным почвы и песка и измеряются площади буферности в щелочном и кислотном интервалах pH. Эти площади будут характеризовать величину сопротивляемости почвы прибавляемым количествам кислоты и щелочи [2].

Физико-химический анализ позволил уточнить полевое название каштановой почвы – она была диагностирована как каштановая среднесолонцеватая, потому что в составе почвенно-поглощающего

комплекса был зафиксирован поглощенный натрий, который составлял 10% от емкости катионного обмена (табл. 1) [3].

В верхнем горизонте A_d содержание гумуса составляет 2,7%, а запасы гумуса в горизонте A+B - 167 т/га. Это позволяет диагностировать каштановую почву как подтип – каштановая.

pH каштановой среднесолонцеватой почвы неоднороден и изменяется от 7,9 в верхнем горизонте до 8,7 в нижнем, что можно объяснить увеличением содержания поглощенного натрия и карбонатов (табл. 1).

Таблица 1 - Некоторые физико-химические показатели каштановой среднесолонцеватой почвы Ростовской области

Горизон-ты, мощность, см	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г			Карбонаты, %	pH	% Na ⁺ от ЕКО	Ил, %
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	a ⁺				
A _d 0-2	2,7±0,30	167±2,6	0,0	4,6	,6	2,7±0,4	7,9±0,1	2,5	24,1
A 2-9	2,0±0,20		9,5	6,2	,5	6,0±1,1	8,1±0,2	8,9	29,3
B ₁ 9-29	1,5±0,20		0,1	6,2	,8	8,9±1,8	8,4±0,2	6,5	34,5
B ₂ 29-45	0,4±0,10		0,2	6,3	,6	10,2±1,5	8,5±0,3	5,6	29,3
B _{ca} 45-80	0,1±0,05		0,3	6,3	,6	13,3±1,9	8,7±0,4	5,6	31,3

Проведенный анализ элементного состава каштановой почвы показывал, что в верхних горизонтах, наблюдается относительно повышенное накопление кремнезема (табл. 2). Количество полуторных окислов увеличивается вниз по профилю, что является следствием солонцеватости - типичным для каштанового типа почвообразования [3].

Такой же характер распределения по профилю каштановой почвы отмечен для CaO и MgO. Их содержание увеличивается в нижних горизонтах и достигает 4,18 и 1,50% соответственно.

Таблица 2 - Элементный химический состав каштановой среднесолонцеватой почвы Ростовской области (%)

Гор-т, см	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃
A _d 0-2	69,70	4,63	12,39	2,44	1,03	9,58	7,73
A2-9	65,90	5,40	13,37	2,38	1,05	8,37	6,65
B ₁ 9-29	65,90	5,39	13,97	2,71	1,30	8,01	6,42
B ₂ 29-45	66,11	5,07	13,57	4,18	1,50	8,27	6,67

Данные гранулометрического анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 Показатели гранулометрического состава каштановой среднесолонцеватой почвы Ростовской области

Горизонт, мощность, см	Гранулометрические фракции, мм и их содержание в %						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	<0,01
A 2-9	1,8	19,5	24,6	7,4	10,0	36,7	54,1
B ₁ 9-29	0,8	4,3	28,2	9,6	13,8	43,3	66,7
B ₂ 29-45	1,0	4,7	27,3	8,2	17,8	41,0	66,9
B _{ca} 45-105	1,3	8,8	44,3	4,5	22,8	18,3	45,6

Помимо миграции по почвенному профилю каштановой почвы полуторных окислов, необходимо отметить также перемещение илистой фракции из верхнего горизонта в горизонты B₁ и B₂, что также

обусловлено наличием солонцеватости (табл. 3). Содержание ила в верхнем горизонте составляет 36,7%, в горизонте В₁ - 43,3 %.

В горизонте В_{ca} количество ила снижается более чем в 2 раза, а крупной пыли возрастает до 44,3%. Это также является подтверждением наличия элементарного почвенного процесса - осолонцевания, который влияет на дифференциацию гранулометрических фракций почвенного профиля.

Данные гранулометрического анализа (табл.3) позволили уточнить название почвы: каштановая среднесолонцеватая карбонатная тяжелосуглинистая крупнопылевато-илистая.

Согласно методике определения буферности почв по методу Аррениуса были определены значения рН в почвенной суспензии горизонтов каштановой почвы при добавлении кислоты и щелочи.

При последовательном прибавлении уменьшающихся количеств мл 0,1н NaOH происходит снижение рН в каждом генетическом горизонте. Однако, в горизонте А отмечены повышенные значения рН по сравнению с другими горизонтами. Повышенные значения поглощенного натрия (2,5 мг-экв/100 г или 8,9% от ЕКО) в этом горизонте являются причиной этого увеличения рН (табл.1).

Таблица 4 - Значения рН каштановой среднесолонцеватой почвы Ростовской области при прибавлении кислоты и щелочи

№	0,1н NaOH, мл	0,1н HCl, мл	H ₂ O, мл	Вобщ., мл	рН, песок	рН, гор. Ad	рН, гор. А	рН, гор. В ₁	рН, гор. В ₂	рН, гор. В _{ca}
1	10		10	20	12,28	9,98	11,22	10,88	10,45	10,35
2	8		12	20	12,21	9,70	11,12	10,71	9,40	10,10
3	6		14	20	11,78	9,55	11,06	10,50	9,33	9,36
4	4		16	20	11,52	9,26	10,73	10,27	9,55	9,70
5	2		18	20	11,37	8,50	10,12	10,01	10,04	8,98
6	0		20	20	8,67	7,44	8,53	8,61	9,02	8,60
7		2	18	20	2,24	6,46	6,29	7,83	8,36	7,75
8		4	16	20	1,69	5,54	5,38	6,95	7,63	7,92
9		6	14	20	1,38	4,95	3,88	6,44	7,17	7,08
10		8	12	20	1,21	4,56	3,71	6,19	6,52	6,97
11		10	10	20	1,07	3,73	3,48	6,05	7,30	6,37

По полученным значениям рН были построены кривые буферности и рассчитаны площади буферности (табл.5).

Таблица 5 - Площади буферности генетических горизонтов каштановой среднесолонцеватой почвы Ростовской области

Горизонт, мощность, см	Площадь, см ²		Соотношение площадей подкисления к подщелачиванию
	подщелачивания	подкисления	
А _d 0-2	9,0	12,0	1,33
А 2-9	4,5	12,5	2,78
В ₁ 9-29	5,5	21,5	3,91
В ₂ 29-45	9,5	24,0	2,53
В _{ca} 45-80	9,0	24,0	2,67

При подкислении площади буферности генетических горизонтов каштановой почвы в 1,3 – 3,91 раза больше площади буферности при подщелачивании. Следовательно, почва более сильно буферит в кислую сторону, то есть она устойчива к подкислению больше, чем к подщелачиванию.

Устойчивость каштановой почвы при добавлении кислоты возрастает вниз по почвенному профилю, что связано как с такими элементарными почвенными процессами, как осолонцевание, дифференциация гранулометрического состава и формирование иллювиально-карбонатного горизонта. В нижних горизонтах В₂ и В_{ca} зафиксирована максимальная площадь буферности (24,0 см²) при содержании карбонатов 10,2 и 13,3% соответственно. Значит, увеличение содержания карбонатов больше 10% не влияет на устойчивость почв к подкислению

При подщелачивании каштановая почва проявляет одинаковую устойчивость генетических горизонтов ($S=9,0-9,5 \text{ см}^2$), кроме А и В₁. В этих горизонтах площади буферности снижаются в 2 раза ($4,5-5,5 \text{ см}^2$). Это объясняется процессами осолонцевания.

Механизмы буферности при подщелачивании каштановой почвы. При подщелачивании каштановой почвы происходит взаимодействие органического вещества с основаниями. Основным механизмом буферности в этом случае является химическая реакция нейтрализации протонов, находящихся на функциональных группах органических кислот [4]. Благодаря более развитой периферии фульвокислоты обеспечивают большую кислотность, чем гуминовые кислоты. А непосредственно в фульвокислотах максимальная кислотность свойственна карбоксильным группам. В гуминовых кислотах роль карбоксильных групп и фенольных гидроксильных в формировании кислотности примерно одинакова [4].

При подщелачивании каштановой почвы зафиксированы значения рН от 11,22 до 10,12. При данных значениях рН вносимые количества щелочи компенсируются в основном фенольными гидроксильными группами органического вещества почвы.

При прибавлении увеличивающихся количеств мл 0,1н НСl рН каштановой почвы снижается по всем генетическим горизонтам. Как и в случае с щелочью, выделяется так же горизонт А, а, именно, пониженными значениями рН (табл. 4).

Механизмы буферности при подкислении каштановой почвы. В отличие от подщелачивания в каштановой почве существует 4 типа химических реакций.

При добавлении кислоты к каштановой почве рН изменяется в пределах от 6,29 до 4,2. Это означает, что основными процессами взаимодействия почвы и кислоты являются:

1. Растворение карбонатов - если при добавлении кислоты область значений рН будет больше 6,2;
2. Растворение силикатов - будет протекать при подкислении каштановой почвы в области значений рН от 5,0 до 6,2
3. Вытеснение обменных оснований из почвенного поглощающего комплекса протоном – этот процесс будет протекать, если при подкислении значения рН каштановой почвы будут находиться от 4,2 до 5,0;
4. При рН < 4,2 основной механизм буферности – это вытеснение протоном в раствор алюминия из тонкодисперсных аморфных гидроксидов, из комплексов алюминия с органическими лигандами, из прослоек гидроксида алюминия в почвенных хлоритах, а также алюминия из кристаллических решеток других глинистых минералов

Список использованных источников

1. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. С. 400
2. Минеев, В. Г. Практикум по агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
3. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение: Ч.2. Типы почв, их география и использование. М.: Высшая школа, 1988. С.368
4. Соколова Т.А., Толпешта И.И., Трофимов С.Я. Почвенная кислотность. Кислотно-основная буферность почв. Соединения алюминия в твердой фазе почвы и в почвенном растворе. Изд. 2-е, испр. и доп. – Тула: Гриф и К, 2012. С.124