



ЭКОБИОТЕХ

ISSN 2618-964X

<http://ecobiotech-journal.ru>


КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ БУФЕРНОСТЬ В РЯДУ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Назырова Ф.И., Гарипов Т.Т., Сулейманов А.Р.

Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа
E-mail: nazyfli@mail.ru

В статье изучались буферные и физико-химические свойства засоленных почв Южного Зауралья, где в составе водорастворимых солей в верхних горизонтах преобладают сульфат-ионы и ионы натрия. При нейтральной и щелочной реакции среды кислотно-основная буферность больше в кислотном и меньше в щелочном плече в соотношении 2-2,5 : 1. Содержание обменного натрия до 7 смоль(экв)/кг в ППК в засоленных разновидностях чернозема обыкновенного значительного влияния на общую буферную способность этих почв не оказало. В солонце черноземном с ярко выраженным сульфатным засолением и с общим содержанием солей 17 %, буферность к подкислению меньше, чем к подщелачиванию и соотношение площадей буферности приближается к единице. В черноземе южном солонцеватом отношение между плечами буферности также сужается в сторону повышения способности к подщелачиванию и равно 1:1,3-1,5. В солончаках наблюдалось резкое увеличение содержания магния в ППК, Ca:Mg = 1-1,6. Была обнаружена положительная корреляционная связь обменного магния с гумусом и коллоидной фракцией в гранулометрическом составе почвы ($r = 0,58$), и отрицательная с илистой фракцией ($r = -0,59$). Связь буферной площади в кислотном интервале с коллоидной фракцией тесно отрицательная ($r = -0,80$), но положительная с илистой фракцией ($r = 0,70$).

Ключевые слова: засоленные почвы, кислотно-основная буферность, физико-химические свойства, водорастворимые соли

ACID-BASIC BUFFERNESS TO A NUMBER OF SEDICULOUS SOILS OF THE SOUTHERN URAL

Nazyrova F.I., Garipov T.T., Suleymanov A.R.

Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Centre of
the Russian Academy of Sciences, Ufa
E-mail: nazyfli@mail.ru

The article studied the buffer and physico-chemical properties of saline soils of the southern Trans-Urals, where the composition of water-soluble salts in the upper horizons is dominated by sulfate ions and sodium ions. In the neutral and alkaline reaction of the medium, the acid-base buffering is greater in the acidic and less in the alkaline shoulder in a ratio of 2-2.5 : 1. The content of exchangeable sodium up to 7 cmol(+)/kg in SAK in saline varieties of ordinary Chernozems had no significant impact on the overall buffer capacity of these soils. In the black earth salt with a pronounced sulfate salinity and with a total salt content of 17 %, buffering to acidification is less than to alkalization and the ratio of buffering areas is close to one. In the southern solonchak Chernozem relationship between the shoulders buffering also tapers in the direction of improve the ability to alkalize is 1:1,3-1,5. In, The sharp increase in the magnesium content of the Solonchaks meadow SAK was observed (Ca:Mg = 1-1.6). The positive correlation between the exchange magnesium and humus and colloidal fraction in the granulometric composition of the soil ($r = 0.58$) and a negative correlation with the silt fraction ($r = -0.59$) was found. The relationship of the buffer area in the acidic interval with the colloidal fraction is closely negative ($r = -0.80$), but positive with the silt fraction ($r = 0.70$).

Keywords: saline soils, acid-base buffering, physical and chemical properties, water-soluble salts

Поступила в редакцию: 27.06.2019

[DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-3-223-227](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2019-2-3-223-227)

ВВЕДЕНИЕ

Кислотно-основную буферность почв можно рассматривать в качестве интегрального показателя физико-химических условий функционирования естественных и агроэкосистем. Применение метода непрерывного потенциометрического титрования для характеристики буферной способности почв позволяет объективно оценивать качественные изменения, происходящие в системе почва-растение, что важно для принятия решений и разработки

мероприятий по управлению плодородием почв, в том числе деградированных вследствие их засоления [Родикова, 2007; Новикова и др., 2010; Ронжина, Кречетов, 2013; Кочубеев, Яковлева, 2014; Убугунов и др., 2015] Почвы при этом могут быть засолены нейтральными и гидролитически щелочными солями [Воробьева, Панкова, 2008]. От степени засоления (состава и концентрации этих солей в почве), зависит возможное произрастание культурных растений и их сельскохозяйственное использование этих почв. В группу засоленных почв Республики Башкортостан входят солонцеватые разновидности зональных подтипов черноземов обыкновенных и южных, распространенных преимущественно в Зауральской степной зоне (около 37 тыс. га), и солончаковатые разновидности луговых почв. Общая площадь солонцов – 18,5 тыс. га, солончаков – 1,7 тыс. га [Хазиев, 2007]. Их образование в основном связано со вторичным засолением в связи с усиливающейся ксерофитизацией местности за счет поднятия солей, содержащихся в почвообразующей породе в условиях недренированного рельефа с близким залеганием грунтовых вод (1,2-1,5 м). Однако солевой состав солончаков находится в сложной зависимости от химизма почвенно-грунтовых вод, отражая определенный этап эволюции педогалогенеза [Сосорова и др., 2016].

Мелиорация этих почв была и остается важнейшей агропочвенной задачей региона. Поэтому целью работы является изучение физико-химических свойств и буферной способности засоленных почв Южного Зауралья в зависимости от типа и степени их засоления.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований явились засоленные почвы Южного Зауралья (черноземы обыкновенные и южные в комплексе с солончаками и солонцами (табл. 1). Изучали следующие показатели: реакцию почвенной среды (потенциометрически), количество обменных оснований комплексометрическим методом [Аринушкина, 1970] валовое

Таблица 1. Морфологическое описание почвенных разрезов исследуемых почв

Почвенный разрез	Горизонт, мощность, морфологическое описание	Название почвы
Р.1-2018. Заложен на пологом склоне вблизи водохранилища. ПП = 90 %; травы: полын 90%, чилига, злаки, тысячелистник.	А1 0-23 см. Серый, сухой, комковато-порошистый, уплотненный, легкосуглинистый; встречаются блестки SiO ₂ ; вскипает от 10 % HCl, переход четкий по цвету и гранулометрическому составу	Чернозем обыкновенный карбонатный слабогумусированный маломощный среднеармированный среднесуглинистый
	В 23-28 см. Бурый, с серыми гумусовыми затеками, влажноватый, столбчато-призматический, тяжелосуглинистый, очень плотный, карбонатные псевдомицелии по структурным отдельностям.	
Р. 2-2018. На поверхности пашни, брекчия, окатанные кварциты. Трава сухая, ПП = 80 %. (граничит с солонцовым луговым черноземом)	А1 0-16 см. Серый, сухой, крупнокомковато-порошистый, легкосуглинистый, плотный, редко - мелкие камни и корни растений; вскипает от 10 % HCl с поверхности и по всему профилю. Переход постепенный.	Чернозем обыкновенный карбонатный слабогумусированный маломощный среднеармированный среднесуглинистый
	АВ 16-37 см. Серовато-бурый, гумусовые затеки и вертикальные полосы карбонатов, тяжело (средне?) суглинистый, столбчатый, ярко выраженное вертикальное деление, переход постепенный.	
	В 37-50 см. Светлый, серовато-бурый, светлые пятна карбонатов, влажноватый, тяжелосуглинистый, столбчатый, очень плотный, встречается мелкая щебенка; вскипает от 10 % HCl с поверхности и по всему профилю.	

Почвенный разрез	Горизонт, мощность, морфологическое описание	Название почвы
Р. 3-2018. Микропонижение, на поверхности средние и мелкие камни. Есть белое солевое пятно на поверхности.	A1 0-20 см. Светло-бурый, сухой, глыбистый, столбчатый. Среднесуглинистый, плотный; встречаются корни растений, редко – мелкая щебенка. Переход постепенный.	Солончак луговой легкосуглинистый
	B 20-40 см. Желтовато-бурый. Влажноватый, призматически-столбчатый, тяжелосуглинистый, очень плотный, вскипает с глубины 36 см.	
Р. 4-2018. Растительность сухая, на поверхности глубокие трещины.	A1 0-30 см. Серый, сухой, порошисто-комковатый, среднеуплотненный, среднесуглинистый, вскипает бурно с 10 см, корни, переход постепенный.	Чернозем обыкновенный карбонатный слабогумусированный маломощный среднеармированный среднесуглинистый
	AB 30-50 см. Светло-серый с буроватым оттенком, гумусовые языки и затеки, вертикально-серые полосы, комковато-ореховатый, тяжелосуглинистый, плотный; редко камни.	
Р. 5-2018. Небольшое понижение недалеко от Р. 43, зеленая трава.	A1 0-30 см. Серый, влажноватый порошисто-комковатый, среднеуплотненный, среднесуглинистый, вскипает бурно с 10 см, корни, переход постепенный; Аналогичный Р.45 и Р.41.	Чернозем обыкновенный карбонатный слабогумусированный маломощный среднеармированный среднесуглинистый
Р. 6- 2018. На поверхности окатанный кварцит, щебенка; ПП = 50%: чилига, полынь, тысячелистник, злаки.	A1 0-23 см. Серый, сухой, глыбистый, столбчатый, призматичный; среднесуглинистый, редко - блестки кварцита, корни растений, переход постепенный.	Чернозем обыкновенный среднегумусный маломощный легкосуглинистый
	AB 23-28 см. Светло-серый, влажноватый, затеки и языки, тяжелосуглинистый, очень плотный, переход постепенный.	
	B 28-40 см. Желтовато-бурый, влажноватый, тяжелосуглинистый, очень плотный, слитой.	
Р. 7-2018 (контур 47). Почвенный покров неоднородный, много белых пятен с солевой коркой, без растительности, много трещин по типу такыра; промежутки с травяной растительностью, местами высохшей.	A 0-2 см. Солевая корка, рыхлая, отслаивается; серовато-бурый, влажный, крупно-комковатый призматический (хотя структура не выражена ясно); тяжелосуглинистый, уплотненный, местами светлые скопления солей корни редко, переход постепенный	Комплекс: 1. Солонец черноземный средний сильнощелочный.
	A1 2-14 см. Серовато-бурый, влажноватый, крупно-комковато призматический (хотя структура не выражена ясно), тяжелосуглинистый, уплотнен, местами светлые скопления солей, корни редко, переход постепенный.	
	AB 14-31 см. Бурый с оливковым оттенком, влажный, с непрочной, неясно выраженной структурой, тяжелосуглинистый, светлые пятна солей, переход постепенный.	
	B 31-60 см. Буровато - оливковый, сырой, непрочно ореховатый, тяжелосуглинистый, заметно оглеение.	
Р. 8-2018. Рядом с Р. 3-2018.	A0 0-2 см. Серовато-бурый, влажноватый	2. Чернозем южный солонцеватый карбонатный малогумусный маломощный
	AB 2-14 см. Далее – как в Р. 3-2018.	

[Агрохимические методы..., 1975]; для характеристики буферной способности в кислотно-основном интервале использовали метод непрерывного потенциометрического титрования (НПТ) [Назырова, 2002]. В почвенных образцах определяли содержание ионов (CO_3^{2-} , HCO_3^- ,

Cl⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺) в водной вытяжке 1:5. Результаты обрабатывались статистически при P = 0,95 и P = 0,99.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

В составе водорастворимых солей засоленных почв Южного Зауралья преобладают сульфат-ионы, их содержание составило в верхних горизонтах исследованных почв 42-65% от общей суммы; хлора – 0,3-5,5%; гидрокарбонатов – 0,1-8,2% (тип засоления хлоридно-сульфатный или гидрокарбонатно-сульфатный). В катионной части преобладает натрий (11-42%); содержание водорастворимых кальция – 3-13 %, магния – 8-26 %. Анионное и катионное соотношение солей позволяет судить о том, что в качестве токсичных для растительности солей выступают сернокислый и хлористый натрий [Хазиев, 2007]. Засоленные почвы часто встречаются в виде отдельных пятен, образуя сложные комплексы незасоленными подтипами черноземов.

В незасоленном черноземе обыкновенном карбонатном (разрез 1-2018) в составе ППК преобладал магний, содержание кальция минимальное, натрий отсутствует (табл. 2). Содержание гумуса в почве больше 4 %. В гумусово-аллювиальном горизонте по сравнению с нижележащим иллювиальным площадь буферности в кислотном плече была несколько, а в щелочном существенно выше – на 9 см², что может быть обусловлено обменными реакциями, в том числе гумусоминерализационными (коэффициент корреляции между Mg²⁺ в ППК и содержанием гумуса равен 0,50) с участием более подвижных по сравнению с кальцием солей магния в почвенных коллоидах, на что указывает их отрицательная корреляционная связь с илистой фракцией (r = -0,59) и положительная с пылевой фракцией (r = 0,58).

Таблица 2. Физико-химические свойства почв.

Разрез, №	Горизонт, глубина, см	Гумус, %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na обм	S _к	S _щ	рН НТТ	Сух. ост., %	Мелкая пыль	Ил	Физ. глина
			смоль(экв) кг			см ²				0,005-0,001		≤0,001
Р. 1- 2018	A ₁ 0-23	4,21	9	11	0	42,5	29,5	7,04	0,07	19,29	33,37	64,32
	B 23-28	2,87	17	12	0	45,4	20,5	7,89	0,08	18,11	35,43	61,18
Р. 2- 2018	A ₁ 0-16	4,66	33	6	0	43,0	16,9	7,80	0,11	17,21	31,22	55,23
	AB 16-37	3,29	29	6	5	45,5	18,6	7,41	0,11	16,44	34,48	56,54
	B 37-50	2,58	24	9	1,2	45,9	18,5	8,18	0,12	16,08	36,17	61,9
Р. 3- 2018	A ₁ 0-20	3,02	8	10	2,2	49,0	29,6	7,09	0,23	8,79	40,75	53,94
	B 20-40	2,04	15	14	2,7	47,7	29,0	8,22	0,03	10,01	39,22	54,43
Р. 4- 2018	A ₁ 0-30	4,90	33	7	0,3	42,5	23,3	7,59	0,23	16,58	29,2	59,13
	AB 30-50	3,91	29	7	0,2	44,5	20,7	7,77	0,11	16,14	20,84	49,02
Р. 5- 2018	A ₁ 0-30	4,42	28	7	0,5	30,5	35,5	6,62	0,12	24,77	29,16	67,12
Р. 6- 2018	A ₁ 0-23	4,27	35	6	0	47,4	22,1	7,48	0,10	17,32	35,46	59,63
	AB 23-28	4,05	31	6	0	44,3	20,5	7,59	0,10	16,97	36,77	62,63
	B 28-40	3,18	29	11	0	42,3	21,9	7,49	4,11	17,43	37,7	61,21
Р. 7- 2018	A ₀ 0-2	3,22	46	33	7,5	27,9	33,3	6,89	16,8	27,1	18,9	57,72
	A ₁ 2-14	2,50	51	27	0	29,2	30,3	7,13	5,08	26,39	22,75	61,31
	AB 14-31	1,61	6	18	0	28,5	14,5	7,62	3,46	20,21	32,22	66,81
	B 31-60	1,19	12	13	1,0	36,2	26,5	7,67	1,55	29,14	31,08	74,42
Р. 8- 2018	A ₀ 0-2	2,93	16	16	0	33,2	26,7	7,51	4,03	17,95	19,75	52,06
	AB 2-14	3,09	48	25	0	32,6	28,7	7,29	4,16	27,58	21,18	63,95

Аналогичная почва (разрез 2-2018), граничащая с луговым солончаком, по содержанию в полуметровой толще сухого остатка и водной вытяжки также является незасоленной. Но в ППК иллювиального горизонта обнаружено до 1,2 смоль(экв)/кг почвы

обменного натрия при снижении содержания обменного кальция, и низком валовом содержании гумуса (2 %). При этом реакция среды сильнощелочная, буферность к подкислению оставалась высокой по отношению буферности к подщелачиванию; соотношение буферных площадей было равно 2,5. Наблюдалась тенденция к незначительному увеличению буферной способности к протонированию, которая возможно была обусловлена внедрением именно обменного натрия в почвенно-поглощающий комплекс с образованием преимущественно карбонатов натрия.

Расположенный рядом разрез 3-2018 был заложен на луговой солончаковой почве. По содержанию анионов здесь наблюдалось гидрокарбонатно-сульфатное засоление, в составе ППК преобладали магний и кальций с увеличением их содержания вниз по профилю (кальция – в 2, магния в – 1,5 раза). В ППК присутствовал обменный натрий в количестве более 2 смоль(экв)/кг почвы, его содержание также возрастало книзу. Реакция среды нейтральной области резко переместилась в щелочную – рН увеличилась на 1,2 единицы. Буферная площадь в кислотном интервале почвы при этом осталась без изменений; по буферной способности к подкислению идентична с карбонатными черноземами [Назырова, Гарипов, 2011].

В почвах, где содержание водорастворимых солей уменьшается с глубиной вплоть до уровня залегания грунтовых вод, что свидетельствует о непрерывном подъеме засоленных грунтовых вод по профилю и их испарении, засоляется вся толща почвы, а верхний горизонт непрерывно обогащается солями. При таком засолении чернозем обыкновенный (разрез 4-2018, содержание водорастворимых солей – 0,23 %) также обретает свойства, характерные для солончаков в начальной стадии развития – с расположением соленосного горизонта в верхнем слое, при котором содержание сухого остатка и обменного натрия вдвое уменьшается в горизонте АВ. Снижение содержания кальция книзу незначительно и буферность не изменилась, таким образом, в этой почве процессы натриевого засоления находятся в начальной стадии. Общая буферность в кислотном интервале в соотношении, равном 2:1 характерна для тяжелосуглинистых форм черноземов южных и обыкновенных. При повышении содержания солей до 0,50 % в верхнем 0-30 см слое почвы в (разрез 5-2018, заложенного в небольшом понижении недалеко от 4-2018) буферная способность к подкислению равна к буферности к подщелачиванию, что свойственна типичным черноземам легкосуглинистым и среднесуглинистым.

В черноземе обыкновенном (разрез 6-2018) может встречаться совершенно иной тип распределения солей по профилю. В верхнем горизонте их содержание незначительное, но в горизонте В наблюдалось их сильное насыщение – более 4%. Здесь имело место рассоление верхних горизонтов и накопление солей на глубине 30-40 см вследствие формирования иллювиального горизонта по отношению к легкорастворимым солям. Данная почва характеризовалась достаточно большим валовым содержанием гумуса и обменных оснований, а также общей буферностью (в кислотном плече буферная площадь в 2 раза больше, чем в щелочном), которая свойственна для незасоленных черноземов типичных карбонатных Предуралья.

В солонце черноземном (разрез 7-2018) содержание легкорастворимых солей достигало в горизонтах А₀ 16 % и уменьшалось до 1,6 % в иллювиальных горизонтах, с высоким содержанием в ППК обменного натрия (более 7 смоль/экв) и магния до 30 смоль(экв)/кг почвы. При этом наблюдалось изменение соразмерности буферных площадей в верхних горизонтах, т.е буферная способность к подкислению почвы была меньше, чем к подщелачиванию. Возможно, это связано с ярко выраженным здесь сульфатным засолением

почвы, так как содержание сульфат-ионов достигает максимально большого значения для всех исследуемых почв – 176 смоль(экв)/кг почвы. Корреляционный анализ показал также наличие тесной отрицательной связи между буферностью в кислом плече и коллоидной фракцией гранулометрического состав почвы ($r = -0,80$), и положительной связи с илистой ($r = 0,70$).

В находящемся с солонцом в комплексе черноземе южном солонцеватом (разрез 8-2018) в верхних горизонтах (A_0 и AB) содержание легкорастворимых солей достаточно высокое – 4%. Буферность почвы в обоих интервалах остается стабильной, что, видимо связано с отсутствием обменного натрия в составе ППК. Содержание обменного кальция и магния, одинаковое в горизонте A_0 , значительно увеличилось в переходном горизонте, где преобладал обменный кальций. Причиной этому могло стать изменение долей илистой и коллоидной фракций в гранулометрическом составе данной почвы. Коэффициент корреляции между содержанием обменных оснований и коллоидной фракцией равен 0,58; илистой – -0,59.

ВЫВОДЫ

В ряду засоленных почв Зауралья в составе легкорастворимых солей в верхних горизонтах преобладают сульфат-ионы и ионы натрия. При нейтральной и щелочной реакции среды кислотно-основная буферность характеризуется большей площадью в кислотном и меньшей в щелочном плече в соотношении 2-2,5:1, свойственной карбонатным подтипам черноземов.

Содержание обменного натрия до 7 смоль(экв)/кг в ППК в засоленных разновидностях чернозема обыкновенного значительного влияния на общую буферную способность этих почв не оказало. Только в солонце черноземном с ярко выраженным сульфатным засолением и с общим содержанием солей 17 % в A_0 , буферность к подкислению меньше, чем к подщелачиванию и соотношение площадей буферности приближается к единице. В черноземе южном солонцеватом отношение между плечами буферности также сужается в сторону повышения способности к подщелачиванию и равно 1:1,3-1,5.

В солончаках наблюдалось резкое увеличение содержания магния в ППК, $Ca:Mg = 1-1,6$. При этом была обнаружена положительная корреляционная связь обменного магния с гумусом и коллоидной фракцией в гранулометрическом составе почвы ($r = 0,58$), и отрицательная с илистой фракцией ($r = -0,59$). Связь буферной площади в кислотном интервале с коллоидной фракцией тесно отрицательная ($r = -0,80$), но положительная с илистой фракцией ($r = 0,70$).

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № 075-00326-19-00 по теме № АААА-А18-118022190102-3. Часть результатов была получена с использованием оборудования ЦКП «Агидель».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринушкина Е.Б. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 492 с.
2. Агрoхимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
3. Воробьева Л.А., Панкова Е.И. Щелочные засоленные почвы России // Почвоведение. 2008. №5. С. 517-532.

4. Кочубеев А.А., Яковлева Л.В. Кислотно-основная буферность постагрогенных почв дельты Волги // Проблемы региональной экологии и природопользования. Естественные науки. 2014. № 3 (48). С. 9-18.
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. Кислотно основная буферность зональных типов почв Южного Приуралья в агротехногенных условиях // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 6 (125). С. 147-156.
7. Новикова А.Ф., Конюшкова М.В., Новикова Н.М., Климанов А.В., Вышивкин А.А. Засоление почв солонцовых комплексов Северной Калмыкии // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 1 (41). С. 51-65.
8. Родикова А.В. О происхождении и свойствах солончаков Хакасии // Вест. Томского ГУ. 2007. Вып. 305. С. 208-211.
9. Ронжина Т.В., Кречетов П.П. Изменение кислотно-основного состояния почв в результате реализации механизмов геохимической буферности при импактном воздействии минерализованных вод на дерново-подзолистые почвы // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-6. С. 1293-1296.
10. Сосорова С.Б., Меркушева М.Г. Болонева Л.Н., Балданова А.Л., Убугунов Л.Л. Содержание микроэлементов в солончаках Западного Забайкалья // Почвоведение. 2016. № 4. С. 459-474. DOI: [10.7868/S0032180X16040146](https://doi.org/10.7868/S0032180X16040146)
11. Убугунов В.А., Цыремпилов Э.Г., Черноусенко Г.И., Убугунова В.И., Жамбалова А.Д., Парамонова А.Е. Солончаки Северной окраины Центрально-азиатской аридной зоны // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 702-710.
12. Хазиев Ф.Х. Почвы республики Башкортостан и регулирование их плодородия // Уфа: Гилем, 2007. 278 с.