

УДК: 10.18522/2308-9709-2019-30-2
<https://new.jbks.ru/archive/issue-30/article-2>

Буферность черноземов обыкновенных карбонатных Ростовской области

[Гончарова Л. Ю.¹](#)

1. кандидат сельскохозяйственных наук

Работа посвящена изучению некоторых показателей буферной способности черноземов обыкновенных карбонатных Ростовской области. Буферная способность является важным элементом устойчивости плодородия почв. Ее следует учитывать при химической мелиорации, а также при экологической оценке почв. Цель работы – определить буферную способность и некоторые ее показатели в черноземах обыкновенных карбонатных Ростовской области. Установлено, что черноземы обыкновенные карбонатные обладают высокой устойчивостью к подкислению, что обусловлено их физико-химическими свойствами и факторами почвообразования. При подкислении наибольшая площадь буферности и наибольшая устойчивость установлена для чернозема опытного хозяйства Южного федерального университета «Недвиговки», что объясняется более высоким содержанием гумуса и карбонатов. Большой устойчивостью к подщелачиванию обладают черноземы Ботанического сада по сравнению с более легкими по гранулометрическому составу черноземами «Недвиговки». При подщелачивании все почвы характеризуются однотипностью химических реакций, которые нейтрализуют добавляемую в почву щелочь. Зафиксированы значения $9,0 \text{ рН}11,5$. При данных значениях рН вносимые в почву количества щелочи компенсируются в основном фенольными гидроксидными органического вещества.

Введение. Проблема сохранения условий, приемлемых для жизни биоты и человека, делает актуальным вопрос о способности почв поддерживать экологический баланс. Почвы обладают способностью сохранять и поддерживать в определенном диапазоне значений свойства и режимы при различных внешних воздействиях. Это уникальное свойство почв обеспечивает стабильность осуществления их экологических функций, в первую очередь, устойчивость параметров среды обитания растений, почвенных животных и микроорганизмов [5].

Буферная способность является важным элементом, составляющим почвенное плодородие. Она позволяет сохранять благоприятные для растений свойства почв [1].

Буферные свойства почвы по отношению к кислотам и основаниям играют ключевую роль в поддержании экологического равновесия не только в самом профиле почвы, но и в ландшафте. Именно от этих свойств зависит количество кислотных и основных реагентов, которое задерживается в почвенном профиле или мигрирует с раствором через почву и попадает в другие компоненты экосистем – в биоту, почвообразующие породы, поверхностные и грунтовые воды [11].

Цель работы: определить буферную способность и некоторые ее показатели в черноземе обыкновенном карбонатном Ростовской области

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи:

- определение общей буферности изучаемых почв по методу Аррениуса,
- расчет площадей и интенсивности буферности в черноземах обыкновенных
- выявление механизмов буферности в черноземах обыкновенных Ростовской области

Значимость работы: полученные данные о буферности почв могут быть использованы для характеристики их физико-химических свойств и для сравнения показателей буферности почв разного типа почвообразования.

Материал и методы. Объектом исследования были чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке особо охраняемых территорий (ООПТ) Ростовской области (Ботанический сад и учебно-опытное хозяйство Южного федерального университета) «Недвиговка».

По классификации почв России (2004) черноземы обыкновенные классифицируются следующим образом: ствол – постлитогенные почвы, отдел – аккумулятивно-гумусовые, тип – черноземы, подтип – миграционно-сегрегационные, род – карбонатсодержащие, вид – среднемоштные, среднегумусовые, разновидность – тяжелосуглинистые, разряд – на лессовидных суглинках.

По классификации WRB изучаемая почва относится к почвенной реферативной группе Chernozems: Calcic Chernozems (Pachic)

image not found or type unknown

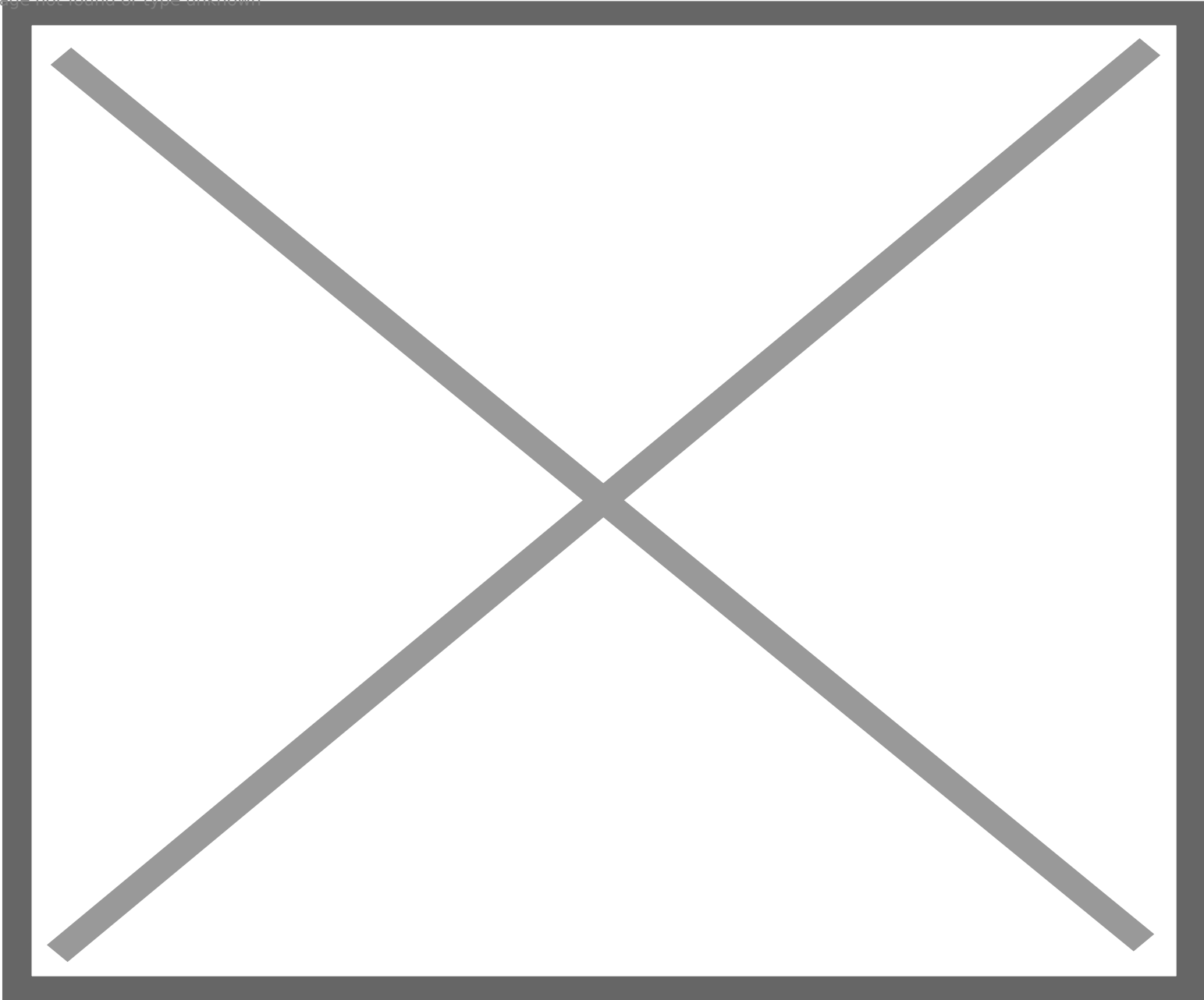


Рисунок 1 – Почвенные профили черноземов обыкновенных в исследуемых ООПТ Ростовской области

В ходе работы были заложены и описаны почвенные разрезы. С помощью систем глобального позиционирования (GPS) были получены географические координаты почвенных разрезов, по генетическим горизонтам которых были отобраны почвенные образцы.

Отобранные образцы почв для химического анализа высушивали до воздушно-сухого состояния по ГОСТ 5180-75. Содержание гумуса определяли по методу Тюринга в модификации Симакова; pH – потенциометрическим методом [3, 9], поглощенные катионы – методом Гиссинга в модификации Тюринга [3] карбонаты – по методу Шейблера

Буферность изучаемых почв определяли по методу Аррениуса [3,9].

Принцип метода основан на способности почвы противостоять изменению почвенной суспензии при действии возрастающих количеств 0,1н HCl и 0,1н NaOH. Эта величина сопротивляемости определяется с помощью расчета площади, образуемой кривой изменения pH почвы с кислотой и щелочью и кривой буферного прокаленного песка, к которому добавляются такие же количества кислоты и щелочи.

Параллельно изучалась буферность чернозема обыкновенного бескарбонатного, прокаленного (без карбонатов и органического вещества) и без органического вещества [7].

Все полученные данные статистически обработаны. Повторность определения изучаемых показателей трехкратная

Результаты и их обсуждение

Физико-химические свойства черноземов обыкновенных карбонатных

Черноземы УОХ «Недвиговка» (Недвиговка) и Ботанического сада ЮФУ (БС) характеризуются низким содержанием гумуса (4,00 и 3,55 % соответственно) (табл.1). Наименьшее содержание гумуса отмечено в черноземах БС ЮФУ, что объясняется разными периодами заповедования: «Приазовская степь» существует как залежь с 1939 г. по настоящее время (80 лет), а заповедный участок Ботанического сада ЮФУ – 36 лет (с 1983 года) и в настоящее время они все еще находятся в стадии восстановления.

Таблица 1 – Содержание гумуса и морфометрические характеристики -черноземов обыкновенных ООПТ Ростовской области

Типы почв	Мощность горизонта. А, см	Мощность А+В, см	Глубина залегания белоглазки, см
Чернозем обыкновенный БС	31,0±3,9	76,0±5,2	75,0±4,5
Чернозем обыкновенный Недвиговка	27,0±2,5	52,0±6,1	62±3,4

Также был проведен сравнительный анализ морфологических характеристик исследуемых черноземов (табл. 1), который установил, что по мощности гумусового горизонта А и А+В черноземы обыкновенные БС ЮФУ превышают черноземы обыкновенные заповедной залежи «Приазовская степь» (Недвиговка). Это согласуется с данными [4, 8] о том, что среди черноземов южно-европейской фации черноземы «Приазовской степи» отличаются наименьшей мощностью гумусового горизонта. Черноземы БС ЮФУ и УОХ «Недвиговка» характеризуются средними запасами гумуса.

Как следует из данных таблицы 2, содержание карбонатов в черноземах залежи «Приазовская степь» также выше, чем в черноземах БС ЮФУ.

Таблица 2 – Содержание карбонатов и морфометрические характеристики черноземов обыкновенных ООПТ Ростовской области

Черноземы	Генетические горизонты	Мощность горизонтов	Содер
Чернозем обыкновенный карбонатный БС	Ад	0-10	
	А	10-25	
	АВ	25-60	
	В	60-80	
	Вса	80-90	
Чернозем обыкновенный карбонатный «Недвиговка»	Ад	0-15	
	А	15-35	
	АВ	35-45	
	В	45-60	
	Вса	60-90	

Гранулометрический состав черноземов обыкновенных в ООПТ

Был изучен гранулометрический состав черноземов обыкновенных в исследуемых ООПТ Ростовской области. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Гранулометрический состав черноземов изучаемых ООПТ

Image not found or type unknown

По классификации Н.А. Качинского [6] черноземы в БС ЮФУ определяются по содержанию физической глины (<0,01 мм) как тяжелосуглинистые, а чернозем в УОХ ЮФУ «Недвиговка» – как среднесуглинистый.

По преобладающим фракциям изучаемые черноземы классифицируются следующим образом:

Чернозем обыкновенный БС ЮФУ – иловато-крупнопылеватый

Чернозем обыкновенный «Недвиговка» – мелкопесчанисто-крупнопылеватый.

Таким образом, для черноземов обыкновенных в исследуемых ООПТ характерно повышенное содержание крупнопылевой фракции (частицы 0,05-0,01 мм).

По минералогическому составу эта фракция мало отличается от песчаной, так как состоит из обломков первичных минералов – кварца и полевых шпатов. Фракция крупной пыли не пластична, слабо набухает, характеризуется невысокой влагоемкостью.

Черноземы Ботанического сада в отличие от черноземов Недвиговки имеют достаточно высокое содержание ила. Эта фракция состоит преимущественно из высокодисперсных вторичных минералов. Илистая фракция обладает высокой поглотительной способностью, содержит много гумуса и элементов питания растений, проявляет способность к структурообразованию (коагулирует и склеивает механические элементы в агрегаты). Из первичных минералов встречаются кварц, ортоклаз, мусковит.

Черноземы УОХ ЮФУ «Недвиговка» отличаются повышенным содержанием мелкого песка.

Буферность чернозема обыкновенного карбонатного БС ЮФУ

Ботанический сад Южного федерального университета был создан в 1927 г. на северо-западной окраине г. Ростова-на-Дону, на территории, которая включает водораздел между р. Темерник и балкой Сухой Чалтырь, остепнённые склоны правого коренного берега р. Темерник, пойму и русло р. Темерник, а также ручей Гремучий, берущий начало от источника Серафима Саровского и впадающий в р. Темерник. В настоящее время площадь Ботанического сада составляет 160,54 га [2].

Согласно методике были определены значения pH в почвенной суспензии генетических горизонтов чернозема обыкновенного карбонатного Ботанического сада ЮФУ при добавлении кислоты и щелочи, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения pH чернозема обыкновенного карбонатного среднесуглинистого на лессовидном суглинке при изучении его буферности (БС ЮФУ)

№ста- кана	NaOH мл	HCl мл	H ₂ O, мл	Вобщ., мл	pH, песок	pH Ad	pH А	pH. АВ	pH В	pH Bca	pH, BC
1	10		10	20	12,28	11,42	9,57	9,58	9,68	9,72	9,70
2	8		12	20	12,21	11,02	9,44	9,43	9,65	9,67	9,65
3	6		14	20	11,78	10,95	9,25	9,29	9,51	9,51	9,53
4	4		16	20	11,52	10,32	9,18	9,31	9,50	9,48	9,47
5	2		18	20	11,37	9,88	9,06	8,87	9,08	9,06	9,00
6	0		20	20	8,67	8,54	7,94	7,99	8,11	8,05	8,10
7		2	18	20	2,24	6,80	7,26	7,02	7,37	7,18	7,30
8		4	16	20	1,69	5,67	4,53	4,42	7,09	6,98	7,04
9		6	14	20	1,38	4,68	4,07	4,35	4,78	4,68	4,63
10		8	12	20	1,21	4,47	3,27	3,51	4,69	4,57	4,62
11		10	10	20	1,07	4,20	3,10	3,35	4,57	4,46	4,55

В результате проведенных исследований установлено, что при последовательном прибавлении уменьшающихся количеств 0,1н NaOH pH чернозема снижается в каждом генетическом горизонте. Но если проанализировать изменение по почвенному профилю, то можно увидеть, что горизонт Ad отличается повышенным pH по сравнению с другими горизонтами в щелочном интервале изменения pH (табл. 4). При увеличении прибавляемых количеств кислоты, кроме гор. Ad отмечены повышенные значения pH в нижних горизонтах, начиная с гор. B.

При взаимодействии органического вещества почв с основаниями происходит реакция нейтрализации протонов, находящихся на функциональных группах органических кислот.

При подщелачивании чернозема обыкновенного карбонатного (БС ЮФУ) зафиксированы значения pH от 11,42 до 9,00. При данных значениях вносимые количества щелочи компенсируются в основном фенольными гидроксильными группами органического вещества

При подкислении этой почвы значения pH изменялись преимущественно в основном в пределах 3,10 до 7,37. А это означает, что основными механизмами буферности – основными типами химических реакций – являются [10]:

1. Растворение карбонатов при pH >6,2
2. Растворение силикатов при pH от 5,0 до 6,2

3. Вытеснение обменных оснований из ППК протоном, при pH от 4,2 до 5,0

По полученным данным изменения pH были построены кривые буферности (рис. 2) и рассчитаны площади буферности (табл. 5).

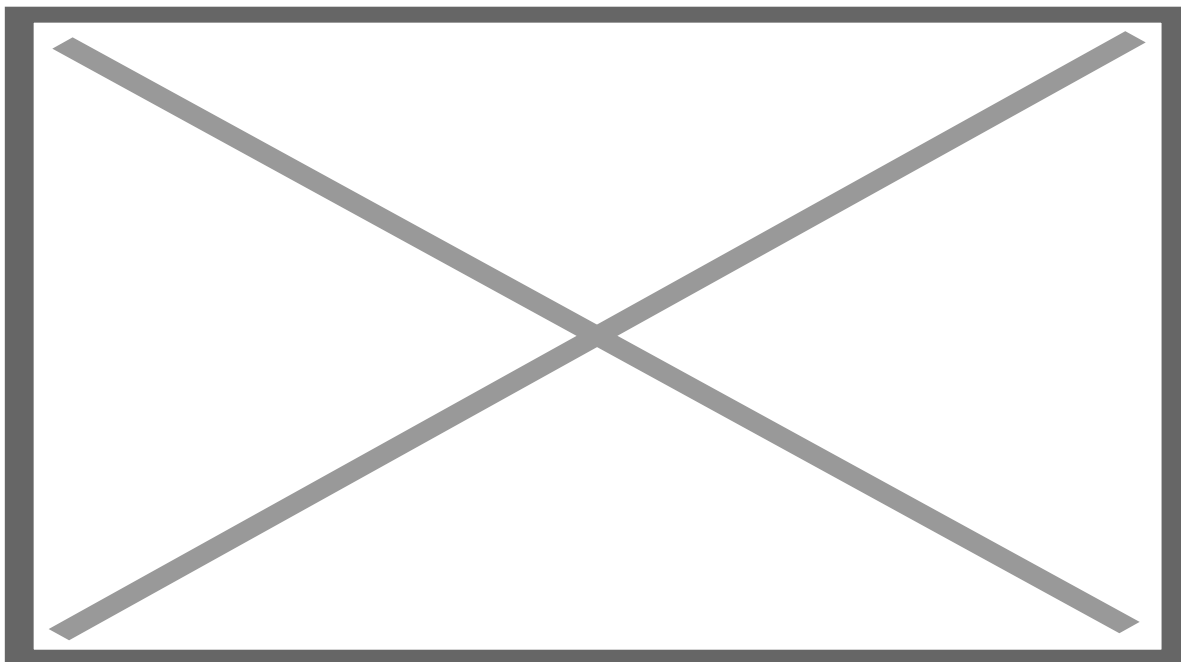


Рисунок 2 – Кривые буферности и площади буферности чернозема обыкновенного Ботанического сада ЮФУ (на примере горизонта А)

Как следует из данных таблицы 5 и графиков кривых буферности чернозем обыкновенный карбонатный БС ЮФУ в целом и по отдельным генетическим горизонтам имеет площади буферности при подкислении в 1,14–3,88 раза больше площади буферности при подщелачивании. Это означает, что почва сильнее противостоит изменению pH при добавлении кислоты. При подщелачивании площади буферности чернозема увеличиваются вниз по профилю до горизонта BC, что объясняется распределением гумуса и карбонатов. Площадь горизонта Ad в 3 раза меньше по сравнению с другими горизонтами, это означает, что горизонт Ad менее устойчив к подщелачиванию, чем другие горизонты.

Таблица 5 – Площади буферности генетических горизонтов чернозема обыкновенного карбонатного (см²) (БС ЮФУ)

Горизонт, см	Площадь, см ²		Соотношение площадей
	подщелачивания	подкисления	
Ad 0-20	4,0	15,5	3,88
A 20-30	11,0	13,0	1,18
AB 45-65	11,0	12,5	1,14

В 70-90	11,0	17,5	1,59
BC 83-93	9,5	17,0	1,78
С 116-дно	9,5	18,0	1,89

Проведенные расчеты показали, что устойчивость почв к подкислению возрастает вниз по почвенному профилю, что связано с увеличением содержания карбонатов по почвенному профилю.

Следует отметить, что максимальная площадь буферности - 18,0 см²-зафиксирована в нижнем горизонте при содержании карбонатов 10,34 %.

Определение буферности чернозема обыкновенного карбонатного заповедной залежи «Приазовская степь» УОХ ЮФУ «Недвиговка»

Заповедная залежь «Приазовская степь» занимает площадь 15 га и располагается на территории УОХ ЮФУ «Недвиговка» в Мясниковском районе Ростовской области. Существует как залежь с 1939 г.

Были определены значения рН в почвенной суспензии горизонтов чернозема обыкновенного карбонатного Заповедной залежи «Приазовская степь» учебно-опытного хозяйства ЮФУ «Недвиговка» при добавлении кислоты и щелочи (табл. 6)

Таблица 6 - Значения рН чернозема обыкновенного карбонатного среднемощного тяжелосуглинистого на лессовидном суглинке УОХ ЮФУ «Недвиговка» при изучении его буферности

№ ста- кан.	NaOH, мл	HCl, мл	H ₂ O, мл	Вобщ., мл	рН, песок	рН, гор. Ad	рН, гор. А	рН, гор. АВ	рН, гор. В
1	10		10	20	12,28	11,29	11,16	10,42	10,66
2	8		12	20	12,21	11,24	11,04	10,18	10,35
3	6		14	20	11,78	10,78	10,59	9,97	10,07
4	4		16	20	11,52	10,55	10,39	9,75	9,84
5	2		18	20	11,37	10,14	10,14	9,10	9,45
6	0		20	20	8,67	9,22	8,03	7,83	7,93
7		2	18	20	2,24	8,00	7,68	7,63	7,55
8		4	16	20	1,69	7,31	7,24	7,50	7,16
9		6	14	20	1,38	6,90	7,03	6,98	6,84

10		8	12	20	1,21	6,74	6,91	6,72	6,56
11		10	10	20	1,07	6,50	6,55	6,45	6,31

Было установлено, что при последовательном прибавлении уменьшающихся количеств мл 0,1н NaOH pH чернозема снижается в каждом генетическом горизонте. Но если проанализировать изменение pH по почвенному профилю, то можно увидеть, что горизонт Ad отличается повышенным pH по сравнению с другими горизонтами (табл. 6).

При подщелачивании чернозема обыкновенного карбонатного УОХ «Недвиговка» зафиксированы значения pH от 11,29 до 9,1, практически такие же, как и в черноземе БС ЮФУ. При данных значениях вносимые количества щелочи компенсируются также в основном фенольными гидроксидными [10].

При подкислении этой почвы значения pH изменялись в основном в пределах 6,31 до 8,00. А это означает, что основными механизмами буферности – основными типами химических реакций – являются только растворение карбонатов при $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

По полученным данным изменения pH были построены кривые буферности (рис. 3) и рассчитаны площади буферности (табл. 7).

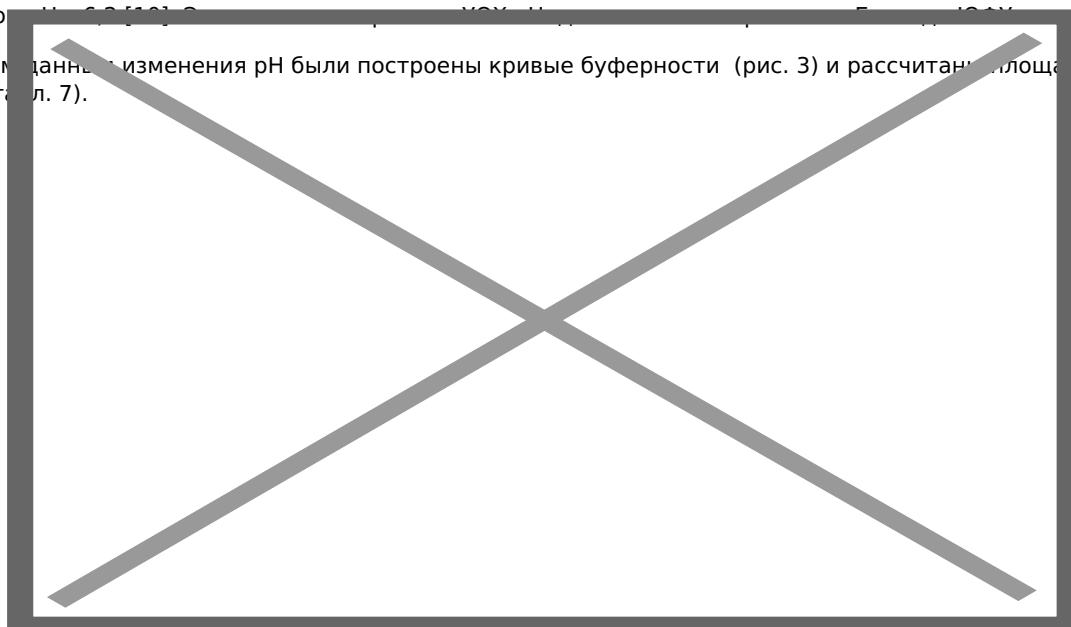


Рисунок 3 – Кривые буферности и площади буферности чернозема обыкновенного УОХ «Недвиговка» (на примере горизонта А)

При подкислении чернозем обыкновенный карбонатный (Недвиговка) в целом и по отдельным генетическим горизонтам имеет площади буферности в 2,75–6,85 раза больше площади буферности при подщелачивании. Это означает, что почва более устойчива к изменению pH при добавлении кислоты.

Установлено, что чернозем проявляет не одинаковую устойчивость к подщелачиванию ($S=3,5-8,0 \text{ см}^2$), что объясняется различным содержанием карбонатов в почвенном профиле, почва менее устойчива к подщелачиванию.

Таблица 7 – Площади буферности генетических горизонтов чернозема обыкновенного карбонатного УОХ ЮФУ «Недвиговка» (см^2)

Горизонт, см	Площадь, см ²		Соотношение площадей
	подщелачивания	подкисления	
Ad 0-5	3,5	24,0	6,85
A 5-20	5,0	23,5	4,70
AB	8,0	22,0	2,75
B	8,0	23,0	2,87

Расчеты показали, что устойчивость почв к подкислению возрастает вниз по почвенному профилю, что также связано с увеличением содержания карбонатов. Следует отметить, что максимальная площадь буферности при подкислении – 24,0 см² – зафиксирована в верхнем горизонте Ad.

Определение вклада различных почвенных компонентов в буферность чернозема обыкновенного карбонатного

Для оценки поведения буферных систем и определения вклада различных почвенных компонентов в буферность чернозема обыкновенного (гор. А) проводили удаление из почвенных образцов карбонатов (при обработке 1М соляной кислотой), органического вещества и карбонатов (при прокаливании $t=900^{\circ}$) [7]. Органические вещества разрушают с помощью раствора перекиси водорода, который до сих пор остается наиболее часто используемым реагентом, обеспечивающим максимальную деструкцию ОВ и облегчающим исследование неорганических компонентов. В образец для испытаний добавляют 30 мл воды. Приливают 30 мл раствора перекиси водорода с объемной долей 30 %, и содержимое сосуда умеренно перемешивают с помощью стеклянной палочки. Сосуд накрывают защитным стеклом и оставляют на ночь.

Далее сосуд помещают на плитку и умеренно нагревают, перемешивая. Взвесь доводят до умеренного кипения, и нагревают до исключения всех признаков барботажа вследствие разрушения перекиси водорода. Почвы с высоким содержанием органических веществ требуют многократной обработки перекисью.

Полученные результаты изменения pH чернозема обыкновенного в прокаленных почвенных образцах, в бескарбонатных образцах, без органического вещества при прибавлении кислоты и щелочи представлены в таблице 8

Установлено, что обработка почвы различными методами сокращает количественный и качественный состав механизмов, которые определяют буферность чернозема обыкновенного.

Таблица 8 – Значения pH при определении вклада различных почвенных компонентов в буферность чернозема обыкновенного (гор. А)

№	NaOH мл	HCl мл	pH, песок	pH обычная	pH б/орган
1	10	-	12,28	9,57	9,40
2	8	-	12,21	9,44	9,20

3	6	-	11,78	9,25	8,90
4	4	-	11,52	9,18	8,60
5	2	-	11,37	9,06	7,9
6	0	0	8,67	7,94	7,1
7	-	2	2,24	7,26	6,8
8	-	4	1,69	4,53	6,4
9	-	6	1,38	4,07	6,3
10	-	8	1,21	3,27	6,2
11	-	10	1,07	3,10	6,0

Для изучения влияния вклада различных почвенных компонентов в буферность чернозема обыкновенного по данным таблицы 8 были построены кривые буферности и рассчитаны площади буферности (табл.9).

Таблица 9 - Площади буферности чернозема обыкновенного (гор. А)

Горизонт/ глубина	Площадь, см ²	
	Подщелачивания	подкисления
Чернозём обыкновенный (обычный)		
А 10-25	5,3	18,3
Чернозём обыкновенный (бескарбонатный.)		
А 10-25	26,5	3,8
Чернозём обыкновенный (прокаленный.)		
А 10-25	2,5	5,4
Чернозём обыкновенный (без органики)		
А 10-25	17,8	20,4

На основании теории об основных реакциях и механизмах буферности почв, разработанной немецкими исследователями Ульрихом и Швертманом [10], нами были определены механизмы в изучаемых нами почвенных образцах при различной их обработке.

Так при подкислении изучаемых почвенных образцов чернозема обыкновенного количество механизмов сокращается от 4 в естественной почве до 1 в прокаленной и в бескарбонатной почве.

При подщелачивании мы наблюдаем увеличение количества механизмов буферности до 3-х в бескарбонатной почве, по сравнению с необработанной. В естественной, прокаленной и в почве без органического вещества отмечается количественно по одному механизму, но они качественно противоположны. Так в естественной почве механизм буферности при подщелачивании определяется только органическими соединениями (за счет фенольных гидроксидов гумусовых кислот), а в прокаленном образце и в образце без органического вещества механизм буферности при подщелачивании определяется в основном минеральным компонентом почвы (за счет гидроксильных групп OH^- на поверхностях частиц гидроксидов Fe и Al).

Чернозем обыкновенный карбонатный (естественный) характеризуется в 3,45 раза большей площадью буферности при подкислении, чем при подщелачивании. Это означает, что почва сильнее в 3,45 раза противостоит изменению pH при добавлении кислоты. Такую же закономерность имеют прокаленная почва и почва без органики. Но при этом, снижаются площади буферности (в 2 и в 3 раза) и их соотношение. Так устойчивость прокаленного чернозема к подкислению снижается до 2,16 раза, а почва без органического вещества – в 1,15 раза, то есть в 1,6 и в 3 раза соответственно по сравнению с естественной почвой.

Если из почвы удалить карбонаты, то чернозем проявляет себя как кислая почва и становится более устойчив к подщелачиванию в 6,97 раза.

Интенсивность буферности черноземов обыкновенных карбонатных

Интенсивность буферности (β , смоль $\text{H}^+(\text{OH}^-)/\text{кг}^*\text{ед. pH}$) определена как количество молей кислоты (основания), которое необходимо добавить к почвенной системе, чтобы изменить pH на 1, и рассчитана для интервала от начальной (нулевой) точки титрования [10].

Интенсивный показатель или интенсивность буферности определяют по экспериментальным данным и рассчитывают по уравнению:

$$\beta = \Delta C_i / \Delta \text{pH},$$

где ΔC_i – количество добавленного в условиях опыта реагента,

ΔpH – измеренное изменение pH в системе, которое произошло после добавления очередной порции титранта.

Изучение одного из показателей буферности – интенсивности буферности – проводили на черноземе обыкновенном Ботанического сада ЮФУ, как обладающего более характерными свойствами этого типа почв, по сравнению с черноземом УОХ ЮФУ «Недвиговка». Данные по интенсивности буферности представлены в таблицах 10–14.

Таблица 10 – Интенсивность буферности на черноземе обыкновенном карбонатном при подщелачивании, смоль $(\text{OH}^-)/\text{кг}^*\text{ед. pH}$ (БС ЮФУ)

Кол-во NaOH, мл	Ad	A	AB	B	Bca	C
Общая интенсивность буферности $\beta_{\text{общ}}$						
2	1,49	1,79	2,27	2,06	1,98	2,22
4	2,25	3,23	3,03	2,88	2,80	2,92

6	2,49	4,62	4,62	4,32	4,11	4,20
8	3,23	5,33	5,60	5,19	4,94	5,16
10	3,47	6,14	6,29	6,37	5,99	6,25
Интенсивность буферности β при прибавлении каждого интервала(2 мл) щелочи						
2	1,49	1,79	2,27	2,06	1,98	2,22
4	1,12	1,61	1,52	1,44	1,40	1,46
6	0,83	1,53	1,54	1,44	1,37	1,40
8	0,81	1,33	1,39	1,30	1,23	1,29
10	0,69	1,23	1,26	1,27	1,20	1,25

Общая интенсивность $\beta_{\text{общ}}$ при подщелачивании (от нулевой точки до максимальной) в черноземе обыкновенном зафиксирована в диапазоне 1,49–6,37 (смоль $\text{OH}^-/\text{кг}^*\text{ед. pH}$).

Интенсивность буферности β отдельных диапазонов при подщелачивании в генетических горизонтах чернозема ниже $\beta_{\text{общ}}$ и имеет интервал изменений 0,69–2,27(смоль $\text{OH}^-/\text{кг}^*\text{ед. pH}$).

Установлено, что в генетических горизонтах происходит снижение интенсивности при каждом последующем прибавлении 2 мл 0,1н NaOH.

Максимальная общая интенсивность $\beta_{\text{общ}}$ при подщелачивании(от нулевой точки до максимальной) в черноземе обыкновенном зафиксирована для нижних горизонтов АВ-В-С (6,37 смоль (OH^-)/кг*ед. pH), минимальная в Ad (1,49 смоль (OH^-)/кг*ед. pH)

Таблица 11 - Интенсивность буферности чернозема обыкновенного карбонатного при подкислении, смоль $\text{H}^+/\text{кг}^*\text{ед. pH}$ (БС ЮФУ)

Кол-во HCl, мл	Ad	A	AB	B	Вса	C
Интегральная интенсивность буферности $\beta_{\text{общ}}$						
2	1.15	2.94	2.06	2.70	2.30	2.50
4	1.39	1.17	1.12	3.92	3.74	3.77
6	1.55	1.55	1.65	1.80	1.78	1.73
8	1.97	1.71	1.79	2.34	2.30	2.30
10	2.30	2.07	2.16	2.82	2.79	2.82

Интенсивность буферности β с учетом каждого интервала 2 мл кислоты						
2	1.15	2.94	2.06	2.70	2.30	2.50
4	0.70	0.59	0.56	1.96	1.87	1.89
6	0.52	0.52	0.55	0.60	0.59	0.58
8	0.49	0.43	0.45	0.58	0.57	0.57
10	0.46	0.41	0.43	0.56	0.56	0.56

При подкислении чернозема обыкновенного установлены следующие диапазоны интенсивности:

для общей интенсивности β общ-от 1,12 до 3,92 смоль Н+/кг*ед. рН,

для интенсивности буферности β отдельных диапазонов в генетических горизонтах чернозема – от 0,41 до 2,94 смоль Н+/кг*ед. рН.

Наибольшая интенсивность (общая) при подщелачивании зафиксирована в трех нижних горизонтах В, Вса и С, что вполне объяснимо более высоким содержанием карбонатов.

Установлено, что в генетических горизонтах происходит снижение интенсивности буферности при каждом последующем прибавлении 2 мл 0,1н NaOH или HCl.

Таким образом, буферность не является простой суммой буферности составляющих ее показателей, а является очень сложным механизмом, требующим дальнейшего его изучения

Выводы

1. Установлено, что площади буферности при подщелачивании черноземов обыкновенных карбонатных меньше, чем площади буферности при подкислении, что говорит о более высокой устойчивости этих почв к подкислению, чем к подщелачиванию. Это обусловлено факторами почвообразования.
2. Большой устойчивостью к подщелачиванию (в 1,5-2 раза) обладают черноземы Ботанического сада по сравнению с более легкими по ГМС черноземами «Недвиговки».
3. При подкислении изучаемых почв наибольшая площадь буферности и наибольшая устойчивость установлена для чернозема «Недвиговки», что объясняется более высоким содержанием гумуса и карбонатов. Также для этого чернозема характерна одинаковая устойчивость к подкислению по всему почвенному профилю.
4. При подщелачивании черноземы обыкновенные характеризуются однотипностью химических реакций, которые нейтрализуют добавляемую в почву щелочь в основном фенольными гидроксильными группами органического вещества.
5. Тремя типами химических реакций при подкислении характеризуется буферность чернозема обыкновенного БС ЮФУ, а чернозем обыкновенный УОХ «Недвиговка» избыток кислоты нейтрализует только карбонатами, при этом состав твердой фазы почвы не изменяется
6. Установлено, что в генетических горизонтах происходит снижение интенсивности буферности при каждом последующем прибавлении 2 мл 0,1н NaOH или HCl.

Список литературы

1. Богданова М. Д. Сравнительная характеристика буферности почв России по отношению к кислотным воздействиям // Почвоведение, 1994. №5. 93-101 с.

2. Вардуни Т. В., Шмараева А. Н., Шишлова Ж. Н., Козловский Б. Л., Федяева В. В. Коллекционная политика Ботанического сада Академии биологии и биотехнологии им. Д. И. Ивановского Южного федерального университета: учебно-методическое пособие. Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ, 2016. 168 с.
3. Воробьева Л. А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
4. Гончарова Л. Ю., Безуглова О. С., Вальков В. Ф. Сезонная динамика содержания гумуса и ферментативной активности чернозема обыкновенного карбонатного // Почвоведение, 1990. № 10. С. 86-93.
5. Добровольский В. В. Геохимия почв и ландшафтов. М.: Научный мир, 2009. 758 с.
6. Ковда В. А., Розанов Б. Г. Почвоведение: Ч. 1. Почва и почвообразование. М.: Высшая школа, 1988. 400 с.
7. Корнилова А. Г., Шинкарев А. А., Лыгина Т. З., Михайлов О. В. Методология пробоподготовки природных органоминеральных систем к физико-химическому анализу // Вестник Казанского технологического университета, 2011. № 4. С. 49-58.
8. Красная книга почв России: объекты Красной книги и кадастра особо ценных почв / под ред. Г. В. Добровольского, Е. Д. Никитина. – М.: МАКС Пресс, 2009. 576 с.
9. Практикум по агрохимии. Учеб. Пособие. Под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. М: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
10. 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. 124 с.
11. Соколова Т. А., Мотузова Г. В., Малинина М. С. Химические основы буферности почв. М.: Изд-во МГУ, 1991. 108 с.

Spisok literatury

1. Bogdanova M. D. Sravnitel'naya harakteristika bufernosti pochv Rossii po otnosheniyu k kislotnym vozdeystviyam // Pochvovedenie, 1994. №5. 93-101 s.
2. Varduni T. V., SHmaraeva A. N., SHishlova ZH. N., Kozlovskij B. L., Fedyaeva V. V. Kollekcionnaya politika Botanicheskogo sada Akademii biologii i biotekhnologii im. D. I. Ivanovskogo YUzhnogo federal'nogo universiteta: uchebno-metodicheskoe posobie. Rostov-na-Donu: Izdatel'sko-poligraficheskij kompleks KIBI MEDIA CENTRA YUFU, 2016. 168 s.
3. Vorob'eva L. A. Teoriya i praktika himicheskogo analiza pochv. M.: GEOS, 2006. 400 s.
4. Goncharova L. YU., Bezuglova O. S., Val'kov V. F. Sezonnaya dinamika sodержaniya gumusa i fermentativnoj aktivnosti chernozema obyknovennogo karbonatnogo // Pochvovedenie, 1990. № 10. S. 86-93.
5. Dobrovol'skij V. V. Geohimiya pochv i landshaftov. M.: Nauchnyj mir, 2009. 758 s.
6. Kovda V. A., Rozanov B. G. Pochvovedenie: CH. 1. Pochva i pochvoobrazovanie. M.: Vysshaya shkola, 1988. 400 s.
7. Kornilova A. G., Shinkarev A. A., Lygina T. Z., Mihajlov O. V. Metodologiya probopodgotovki prirodnyh organomineral'nyh sistem k fiziko-himicheskomu analizu // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2011. № 4. S. 49-58.
8. Krasnaya kniga pochv Rossii: ob"ekty Krasnoj knigi i kadastra osobo cennyh pochv / pod red. G. V. Dobrovol'skogo, E. D. Nikitina. M.: MAKS Press, 2009. 576 s.
9. Praktikum po agrohimii. Ucheb. Posobie. Pod oed akademika RASKHN V. G. Mineeva. – M: Izd-vo MGU, 2001. 689 s.
10. Sokolova T. A., Tolpeshta I. I., Trofimov S. YA. Pochvennaya kislotnost'. Kislotno-osnovnaya bufernost' pochv. Soedineniya alyuminiya v tverdoj faze pochvy i v pochvennom rastvore. Izd. 2-e, ispr. i dop. Tula: Grif i K, 2012. 124 s.
11. Sokolova T. A., Motuzova G. V., Malinina M. S. Himicheskie osnovy bufernosti pochv. M.: Izd-vo MGU, 1991. 108 s.