

УДК 631.445.51:911.52

DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-173-183

Химические свойства и биологическая активность почв на акчагыльских глинах в Восточном Предкавказье в условиях интенсивной пастбищной нагрузки

¹ Попкова А.К., ² Идрисов И.А., ³ Пинской В.Н., ³ Ельцов М.В., ³ Борисов А.В.

¹ Российский университет дружбы народов,
Россия, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

² Институт геологии ДНЦ РАН,
Россия, 367010, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Ярагского, 75

³ Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Россия, 142290, г. Пушкино, ул. Институтская, 2
E-mail: anutka2106@yandex.ru

Аннотация. Проведено исследование почв, развитых на засоленных плиоценовых отложениях акчагыльского яруса в аридной зоне Восточного Предкавказья (Республика Дагестан). Цель исследования заключалась в анализе влияния выпаса скота на химические свойства и биологическую активность почв на разных элементах рельефа. Изучены основные химические свойства каштановых почв и солонцов в различных геоморфологических условиях и разной интенсивности пастбищной нагрузки. Впервые получены данные о биологической активности почв зимних пастбищ в пределах теплой непромерзающей почвенно-климатической фации. Показано, что во всех случаях отмечаются весьма высокие значения коэффициента микробного дыхания, что указывает на стрессовое состояние микробного сообщества. Учитывая сенсорность и чувствительность микробного сообщества к изменениям внешних условий, такой подход может быть эффективным при экологической оценке состояния и прогнозов развития почв.

Ключевые слова: Предкавказье, солонцы, светло-каштановые почвы, выпас скота, активная микробная биомасса, коэффициент микробного дыхания, уреазная активность

Благодарности: Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 19-18-00406.

Для цитирования: Попкова А.К., Идрисов И.А., Пинской В.Н., Ельцов М.В., Борисов А.В. 2022. Химические свойства и биологическая активность почв на акчагыльских глинах в Восточном Предкавказье в условиях интенсивной пастбищной нагрузки. Региональные геосистемы, 46(2): 173–183. DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-173-183

Chemical Properties and Biological Activity of Soils on Akchagyl Clays in the Eastern Ciscaucasia under Conditions of Intensive Pasture Load

¹Anna K. Popkova, ²Idris A. Idrisov, ³Viktor N. Pinskoy, ³Maxim. V. Eltsov,
³Alexander V. Borisov

¹RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russia

²Institute of Geology of Dagestan Science Centre, RAS

75 Yaragskogo St, Republic of Dagestan, Makhachkala, 367010, Russia

³Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the RAS

2 Institutskaya St, Pushchino, 142290, Russia

E-mail: anutka2106@yandex.ru

Abstract. At present, there is an acute problem of disturbance of ecological balance in pasture ecosystems caused by natural and anthropogenic factors. Long-term and unsystematic use of pastures without taking into



account ecological features has led to the deterioration of biological diversity, the development of degradation processes. Among pasture soils, the danger of overgrazing of winter pastures soils is especially susceptible, since grazing in winter occurs on moist soils, which leads to over consolidation, erosion and negative changes in a number of soil properties. In this regard, a study of soils developed on saline Pliocene deposits of the Akchagyl stage in the arid zone of the Eastern Ciscaucasia (Republic of Dagestan) was carried out. The purpose of the study was to analyze the effect of livestock grazing on the chemical properties and biological activity of soils on different relief elements. The basic chemical properties of chestnut soils and solonchaks in various geomorphological conditions and different intensity of pasture load have been studied. For the first time, data on the biological activity of winter pastures soils within the warm non-freezing soil-climatic facies were obtained. It is shown that in all cases very high values of the microbial respiration coefficient are observed, which indicates the stressful state of the microbial community. Taking into account the sensitivity and sensitivity of the microbial community to changes in external conditions, this approach can be effective in the ecological assessment of the state and forecasts of soil development.

Keywords: Ciscaucasia, Solonchak, Light Kastanozem soils, winter pastures, active microbial biomass, mmicrobial respiration coefficient, urease activity

Acknowledgements: The work is supported by the Russian Science Foundation, grant № 19-18-00406.

For citation: Popkova A.K., Idrisov I.A., Pinsky V.N., Eltsov M.V., Borisov A.V. 2022. Chemical Properties and Biological Activity of Soils on Akchagyl Clays in the Eastern Ciscaucasia under Conditions of Intensive Pasture Load. *Regional Geosystems*, 46(2): 173–183 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-173-183

Введение

Деградация почвенного покрова в результате выпаса скота является одной из основных проблем современного сельского хозяйства в степной зоне, где скотоводство является ведущей отраслью экономики [Снакин и др., 1995; Добровольский, 2000; Экологическое нормирование..., 2013]. Актуальной проблемой и первоочередной задачей на сегодняшний день является оценка современного состояния и прогноз развития почв естественных пастбищ в разных климатических, ландшафтно-географических, литологических и геоморфологических условиях.

При перегрузке пастбищ наблюдаются уплотнение почвы, сокращение мощности гумусового горизонта и запасов органического углерода (C_{org}), происходит пастбищное засоление, усиление слитости, нарушение структуры почв. Пасторальная дигрессия растительного покрова и разрыв дернины приводят к активизации водной эрозии и дефляции почв [Асанов и др., 1992; Котенко, 1993; Мусейбов, 1998; Добровольский, 2002; Усманов и др., 2010; Насиев, 2015; Сушко, 2015]. Все указанные негативные сценарии развития почв естественных пастбищ особенно актуальны для регионов, где почвообразующими породами выступают засоленные тяжелосуглинистые плиоцен-плейстоценовые отложения, а низкий уровень осадков обуславливает постоянное присутствие солей в корнеобитаемом слое. В этом случае любое нарушение почвенно-растительного покрова может приводить к прогрессирующему засолению почв и снижению кормовой емкости пастбищ.

Республика Дагестан является традиционно одним из ведущих скотоводческих регионов Российской Федерации, где земли выпаса занимают 1,8 млн га, из которых более 15 % подвержены деградации почвенного покрова [Государственный (национальный) доклад..., 2021]. Значительные площади пастбищ приурочены к выходам засоленных пород акчагыльского яруса верхнего плиоцена [Идрисов, 2011]. Акчагыльские глины формировались на различных стадиях литогенеза и в различных палеогеографических обстановках, что определило изменчивость их состава и неоднородность структурных характеристик. Горизонты сложены тонкослоистыми глинами серого цвета с различными оттенками, наполненными карбонатными материалами (в среднем 23 %), или мергелями. В грануло-

метрическом составе отмечаются, как чистые глины, с содержанием примеси песчано-алевритовых фракций менее 25 %, так и алевритовые глины, с содержанием песчано-алевритовых включений до 50 % и прослоев алевритовых частиц [Староверов, Савко 2004; Волож и др., 2020]. На территории Восточного Предкавказья на выходах таких пород развиваются светло-каштановые маломощные карбонатные солончаковатые (реже – глубокосолончаковатые) почвы в комплексах с солонцами корковыми или мелкими солончаковатыми. Следует отметить недостаточную изученность свойств такого рода почв. Известна лишь работа О.С. Хохловой с соавторами [2015], которые изучали погребенные почвы курганного могильника Паласа-Сырт и современные фоновые почвы. В этой работе описаны современные почвы залежного участка; целинные почвы не исследовались. Кроме того, описан один почвенный разрез в работе И.А. Идрисова [2010]. Комплексные исследования химических и биологических свойств почв региона ранее не проводились. В этой связи целью работы было изучение химических свойств и биологической активности почв пастбищ на акчагыльских глинах в Восточном Предкавказье.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования расположены в окрестностях с. Сюют в Дербентском районе республики Дагестан. В географическом плане объекты приурочены к южной части возвышенности Паласа-Сырт, которая расположена в пустынно-степной зоне предгорий Восточного Кавказа (рис. 1). Климат засушливый умеренно-континентальный. Почвообразующие породы представлены засоленными акчагыльскими глинами, в почвенном покрове преобладают светло-каштановые почвы и солонцы [Агроклиматические ресурсы..., 1975]. Данная территория используется в качестве зимних пастбищ для выпаса овец. Пастбищная нагрузка умеренная (около 3 голов МРС/га).



Рис. 1. Расположение объектов исследования (белый квадрат) (www. google.com)
Fig. 1. Location of research objects (white square) (www. google.com)



Изучены почвы трех ключевых участков, приуроченных к различным формам рельефа и характеризующихся разной интенсивностью выпаса. Исследовали светло-каштановые почвы и солонцы.

Сюют-1. Эрозионный останец. Площадка между двумя отвершками оврага. В почвенном покрове доминируют светло-каштановые почвы и солонцы. Ниже в балке расположена ферма. Предположительно этот участок в наибольшей мере подвержен влиянию выпаса. Растительный покров сильно нарушен (проективное покрытие 30–40 %).

Сюют-2. Площадка на склоне северной экспозиции в привершинной зоне. Солонцов нет, доминируют светло-каштановые почвы (проективное покрытие более 50 %).

Сюют-3. Площадка на участке с горизонтальной поверхностью. Растительный покров схож с площадкой 1. В почвенном покрове участвуют светло-каштановые почвы и солонцы.

Химико-аналитические методы. Почвенные образцы на химические анализы отбирали по генетическим горизонтам. В образцах определяли содержание органического углерода титриметрическим вариантом метода И.В. Тюрина [Воробьева, 1998], содержание карбонатов ацидометрически [Воробьева, 1998; Александрова, 2019], гипс извлекали 0,2 М раствором HCl и определяли гравиметрическим методом [Воробьева, 1998; Стифатов, Рублинецкая, 2017], величину плотного остатка определяли весовым методом; определение рН водной вытяжки и емкости катионного обмена было проведено по традиционным методикам [Аринушкина, 1970]. Определение гранулометрического состава проводили пипеточным методом [Шейн, Карпачевский, 2007].

Методы определения биологической активности. Оценку биомассы микроорганизмов, дающих респираторный отклик на внесение глюкозы (С-СИД), проводили методом субстрат-индуцированного дыхания [Anderson, Domsch, 1978]. Рассчитывали коэффициент микробного дыхания Q_g как показатель устойчивости микробного сообщества [Благодатская, Ананьева, 1996]. Уреазную активность определяли с помощью модифицированного индофенольного метода [Kandeler, Gerber, 1988].

Результаты и их обсуждение

Химические свойства почв

Площадка Сюют-1 (Эрозионный останец). Содержание органического углерода (C_{org}) в верхнем горизонте почв на этом участке было на уровне 1 % в светло-каштановых почвах; в солонцах этот показатель был несколько ниже и достигал 0,8 %, с глубиной происходило равномерное его уменьшение (см. таблицу).

Содержание карбонатов варьировало в пределах от 0,4% до 18,1%, и уже в слое 13–28 см превышало 10 %. На площадке Сюют-1 происходило резкое увеличение этого показателя в солонцах на глубине 40–67 см, в светло-каштановых почвах на глубине 28–80 см и достигало максимальных значений 16,8 % и 18,1 % соответственно. Такая закономерность прослеживается и на других участках. Почвы характеризовались повышенной щелочностью, в солонце в средней части профиля значения рН достигали 9,1.

Верхняя часть профиля светло-каштановых почв выщелочена от гипса, его содержание возрастает лишь с глубины 80–120 см. В солонцах гипс обнаруживается в незначительных количествах с глубины 35–40 см, резкий пик его содержания наблюдается с глубины 67 см, где в горизонте $S_{ca,s,cs}$ значения достигают 13,4 %.

Площадка Сюют-2 (Склоновый участок). Участок приурочен к склону восточной экспозиции с уклоном 2–3°. В почвенном покрове абсолютно доминируют светло-каштановые почвы. Солонцов нет. Содержание органического углерода незначительно отличалось от вышеописанной площадки. Содержание $CaCO_3$ было несколько ниже, чем на площадке Сюют-1, максимальные величины отмечены в горизонте BC_{Anc} – 16,2 % (см. таблицу). Вскипание от HCl – с глубины 25 см. Значения рН также были несколько

ниже, по сравнению с почвами на эрозионном останце. Как и в случае с участком Сюгют-1, в склоновой почве наблюдалось резкое возрастание содержания солей и гипса с глубины 80 см, которое достигало 8,0 %.

Химические свойства почв на разных элементах рельефа
Chemical properties of soils on different relief elements

Горизонт	Глубина, см	рН водн.	C _{орг.}	CaCO ₃	CaSO ₄	Плот. остаток	ЕКО ммоль(+)/100 г	Содержание частиц, мм (%)	
								% <0,001 <0,01	
Сюгют-1. Светло-каштановая среднесиловая карбонатная глубокосолончаковая									
AJ	0–13	7,3	1,0	1,1	0,1	0,1	20,0	16	45
BMca	13–28	8,2	0,5	12,3	0	0,2	20,0	33	61
BCAnc	28–80	8,3	0,3	18,1	0,1	0,1	16,0	26	59
Cca,s,cs	80–120	7,9	–	9,9	7,2	0,9	–	8	35
Сюгют-1. Солонец мелкий карбонатный солончаковый									
SEL	0–10	6,5	0,8	0,4	0	0,1	14,0	8	40
BSN	10–22	8,8	0,8	0,8	0	0,1	26,0	40	63
BCAdc	22–40	9,1	0,5	15,5	0,1	0,2	21,0	34	62
BCAnc	40–67	8,4	0,2	16,8	1,1	0,6	16,0	26	59
Cca,s,cs	67–120	8,3	–	9,8	13,4	1,6	–	26	56
Сюгют-2. Светло-каштановая среднесиловая карбонатная глубокосолончаковая									
AJ	0–15	7,1	0,9	0,5	0,1	0,1	23,0	12	41
BM	15–25	7,8	0,7	3,0	0,1	0,1	24,0	27	52
BCAnc	25–80	8,0	0,4	16,2	0,3	0,1	20,0	20	49
Cca,s,cs	80–120	7,9	–	9,1	8,0	0,6	–	18	43
Сюгют-3. Светло-каштановая среднесиловая карбонатная глубокосолончаковая									
AJ	0–13	7,3	1,3	0,8	0,1	0,1	18,0	13	42
BM	13–27	8,0	0,7	6,6	0,1	0,1	26,0	30	54
BCAnc	25–60	8,7	0,3	18,5	0,1	0,1	20,0	23	54
DCAdc	60–105	8,6	–	15,4	0,1	0,1	–	23	53
Cca,s,cs	105–120	7,9	–	11,9	5,0	0,8	–	20	48
Сюгют-3. Солонец мелкий карбонатный солончаковый									
SEL	0–7	6,6	0,9	0,4	0	0,1	14,0	8	37
BSN	7–20	8,9	0,6	0,8	0,1	0,2	28,0	36	58
BCAnc	20–46	9,1	0,3	17,5	0,4	0,2	21,3	27	57
Cca,s,cs	46–120	8,3	–	14,3	3,0	0,9	–	19	53

Площадка Сюгют-3 (Горизонтальный участок). На данной площадке были исследованы светло-каштановые почвы и солонцы. Отмечено наибольшее содержание органического углерода в светло-каштановых почвах (1,3 %) (см. таблицу). В солонцах этот показатель не превышал 0,9 %. Характерной особенностью почв данного участка было значительное содержание солей в солонцах с глубины 46 см, в то время как в профиле светло-каштановой почвы солевой максимум был на глубине 105 см.

Таким образом, для всех исследованных почв характерен однотипный карбонатный профиль. Обращает на себя внимание лишь более глубокое расположение карбонатных пиков в профиле каштановых почв. В светло-каштановых почвах содержание CaCO₃ в горизонте BCAsa было незначительно выше, чем в солонцах.

Содержание органического углерода на всех трех площадках было выше в светло-каштановых почвах, чем в солонцах, варьирование незначительное, однако максимальный показатель 1,3 % был отмечен на площадке умеренного выпаса Сюгют-3.

Солевой и гипсовый профили почв различались более заметно. В первую очередь обращает внимание резко выраженное накопление легкорастворимых солей в верхней части профиля солонцов.

Содержание легкорастворимых солей было максимальным в почвах Сюгют-1, где были наиболее выражены следы пастбищной депрессии.

Статистический анализ свойств светло-каштановых почв и солонцов выполнен методом главных компонент по семи показателям, которые проецируются на факторной плоскости, как показано на векторной диаграмме (рис. 2А). Каждый показатель представляет собой вектор, который указывает направление смещения точек на точечной диаграмме (Рис. 2Б), где фактор 1 представляет собой линию, проведенную через максимальный разброс значений по всем показателям, а фактор 2 – линию, перпендикулярную фактору 1 и пролегающую через второй по значимости разброс значений. В сумме оба фактора описывают 83,55 % всех различий. Фактор 1 при этом объясняет 57,44 %, а фактор 2 – 26,11 % различий. На диаграмме рассеивания хорошо видно практически полное сходство свойств горизонта SEL в солонцах и достаточно выраженные различия между свойствами верхних горизонтов каштановых почв (рис. 2). Что касается иллювиальной части профиля, то здесь различия обусловлены в первую очередь содержанием илистой и глинистой фракции и связанной с этим значениями ЕКО.

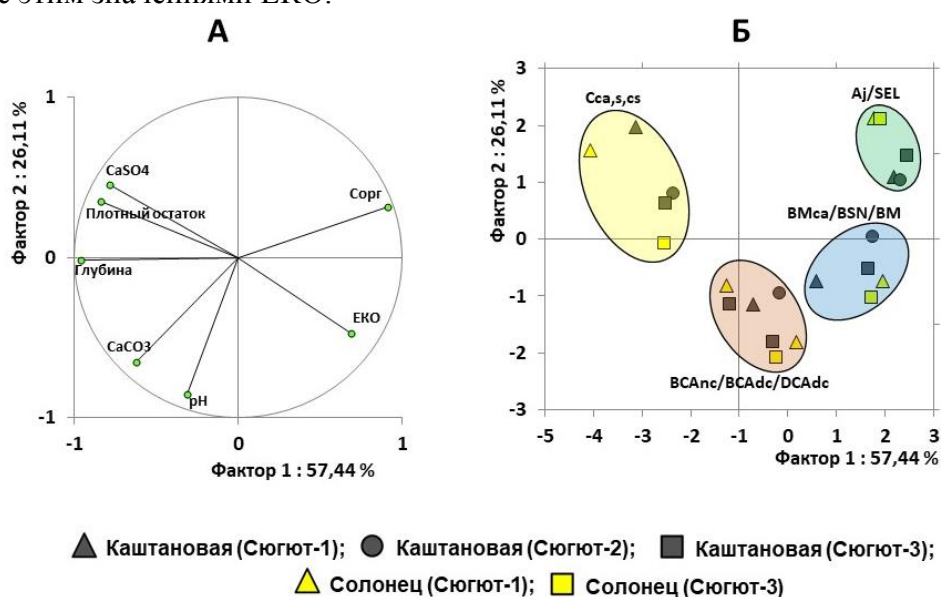


Рис. 2. Проекция химических свойств почв (А) и диаграмма рассеивания (Б) почвенных свойств в зависимости от типа почв и геоморфологического положения

Fig. 2. Projections of chemical properties of soils (A) and dispersion diagram (Б) of soil properties depending on the type of soil and geomorphological position of the site

Биологические свойства почв

Изучение биологических свойств почв позволило выявить закономерности влияния интенсивности выпаса и геоморфологических условий на состояние почвенных микробных сообществ (рис. 3).

Максимальные значения величины активной микробной биомассы (С-СИД) в верхнем слое почвы были отмечены на склоновом участке и на выровненном плато (рис. 3-1)). Характерно, что и в светло-каштановой почве, и в солонце эти значения были довольно близки, исключение составляют лишь почвы на эрозионном останце, где был максимально ин-

тенсивный выпас скота. Здесь значения С-СИД в солонце были на 70 мкг/г меньше, чем в светло-каштановой почве.

По отношению интенсивности базального дыхания к субстрат-индуцированному был рассчитан коэффициент микробного дыхания (Q_r). Максимальные значения этого показателя были зафиксированы в слое 0–30 см светло-каштановых почв на склоне (рис. 3-2)). Здесь значения Q_r были близки к единице. Это говорит о том, что микробное сообщество не реагирует на внесение глюкозы, что является показателем его стрессового состояния. Наиболее устойчиво микробное сообщество верхнего горизонта светло-каштановых почв на участке с минимальным уклоном (Сюгут-3).

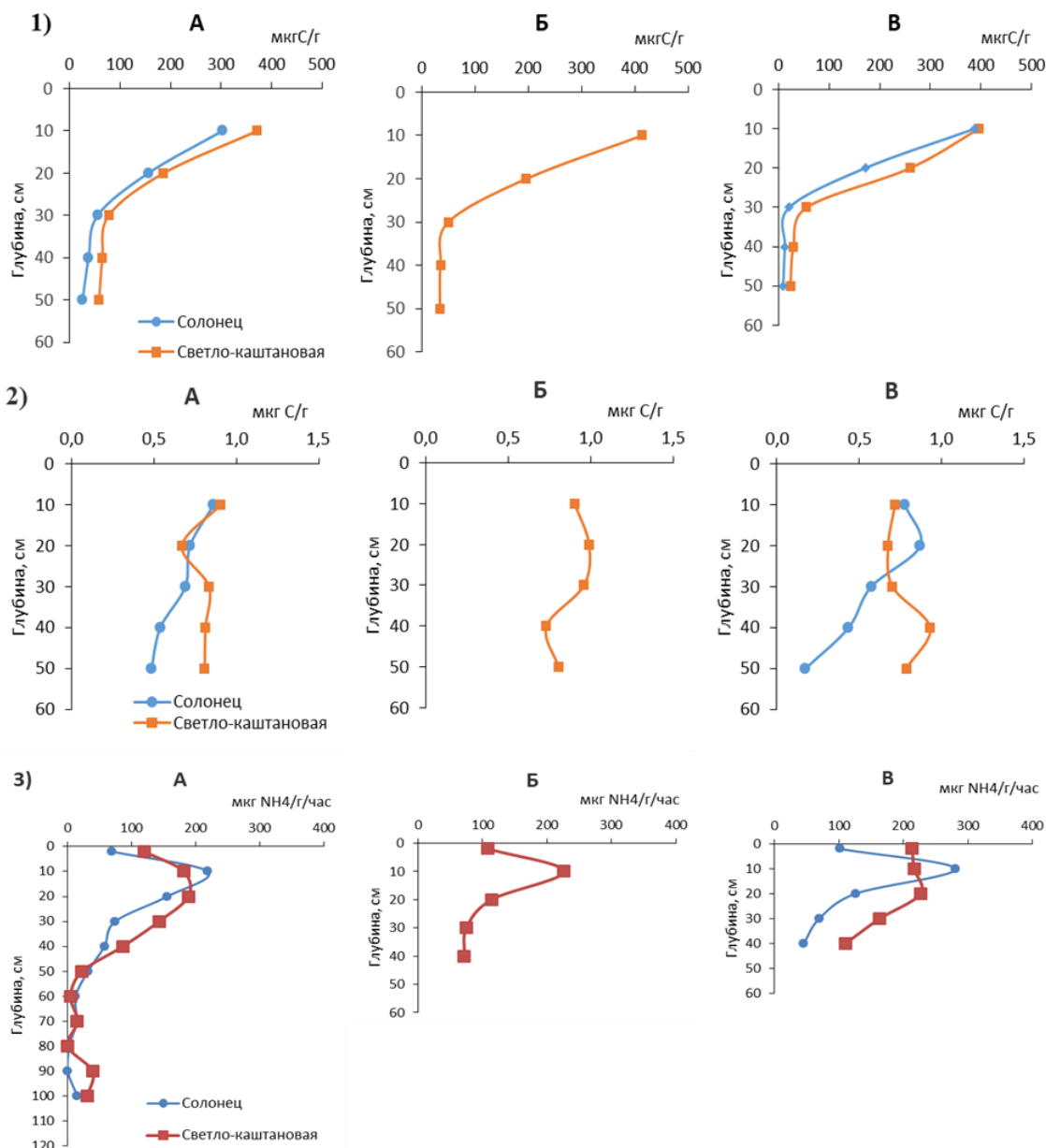


Рис. 3. Биологическая активность почв на разных геоморфологических позициях: А – эрозионный останец (Сюгут-1), Б – склон (Сюгут-2), В – выровненный участок (Сюгут-3): 1) – активная микробная биомасса; 2) – коэффициент микробного дыхания (Q_r); 3) – уреазная активность

Fig. 3. Biological activity of soils at different geomorphological positions: А – erosional remnant (Syugyut-1), Б – slope (Syugyut-2), В – leveled site (Syugyut-3): 1) – Active microbial biomass; 2) – Microbial respiration coefficient (Q_r); 3) – Urease activity



На всех исследованных ключевых участках в слое 20–50 см светло-каштановых почв значения коэффициента микробного дыхания были выше, чем в аналогичных горизонтах солонцов. Это позволяет сделать предположение, что микробное сообщество нижних горизонтов светло-каштановых почв потенциально более подвержено негативному влиянию выпаса, чем микробное сообщество солонцов.

Иная ситуация была обнаружена при изучении биологической активности почв (рис. 3-3)). Максимальные значения уреазной активности были отмечены в слое 0–30 см светло-каштановых почв на выровненном участке. В солонце на этом же участке пик уреазной активности был в слое 10–20 см, а в верхнем слое значения этого показателя не превышали 100 мкг NH₄/г почвы в час. Минимальные значения были выявлены в почвах на эрозионном останце, где был максимально интенсивный выпас.

В целом значения уреазной активности в верхнем горизонте почв на всех элементах рельефа были меньше, чем в нижележащем горизонте. Причем в светло-каштановых почвах эта тенденция была более выражена, чем в солонцах. Мы впервые сталкиваемся с такой ситуацией, когда в верхнем горизонте почв более низкие значения уреазной активности, чем в нижележащем. Как правило, этот показатель максимальный в слое 0–10 см и резко снижается с глубиной [Чернышева и др., 2016; Борисов и др., 2021].

Заключение

Почвы зимних пастбищ на засоленных гипсоносных акчагыльских глинах в аридной зоне Восточного Кавказа в настоящее время испытывают сильную пастбищную нагрузку. Это приводит к прогрессирующему засолению, которое особенно заметно в солонцовых разностях. Кроме аккумуляции легкорастворимых солей наблюдается возрастание содержания гипса и формирования второго гипсового пика в слое 40–60 см. Наименее подвержен изменениям, связанным с пастбищной нагрузкой, карбонатный профиль почв.

Биологическая активность почв также тесно связана с интенсивностью пастбищной нагрузки. Это проявляется в снижении величины активной микробной биомассы в тех почвах, которые расположены в ареалах с интенсивным выпасом. Во всех исследованных почвах отмечаются весьма высокие значения коэффициента микробного дыхания, что указывает на стрессовое состояние микробного сообщества. Характерной особенностью данных почв является снижение активности фермента уреазы в верхнем слое. Вероятно, это связано с очень аридным климатом и сильным иссушением и разогревом верхнего слоя почв в летний период, что приводит к подавлению биологической активности.

Список источников

- Агроклиматические ресурсы Дагестанской АССР. 1975. Л., Гидрометиздат, 112 с.
Александрова Э.А. 2019. Аналитическая химия. Книга 1. Химические методы анализа: учебник и практикум для СПО. М., Издательство Юрайт, 533 с.
Аринушкина Е.В. 1970. Руководство по химическому анализу почв. М., МГУ, 487 с.
Воробьева Л.А. 1998. Химический анализ почв. М., Изд-во МГУ, 272 с.
Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации. 2021. Москва, Росреестр, 197 с.
Стифатов Б.М., Рублинецкая Ю.В. 2017. Гравиметрический анализ: Методические указания к лабораторной работе. Самара, Самарский государственный технический университет, 35 с.

Список литературы

- Асанов К.А., Алимаев И.И., Смоилов К.Ш. 1992. Выпас и его влияние на почвенный и растительный покров в Северной Казахстанской пустыне. Проблемы освоения пустынь, 2: 7–13.
Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д. 1996. Оценка устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве. Почвоведение, 11: 1341–1346.

- Борисов А.В., Каширская Н.Н., Ельцов М.В., Пинской В.Н., Плеханова Л.Н., Идрисов И.А. 2021. Почвы древних земледельческих террас Восточного Кавказа. *Почвоведение*, 5: 542–557. DOI 10.31857/S0032180X2105004X.
- Волож Ю.А., Быкадоров В.А., Царегородцева Т.К., Курина Е.Е. 2020. Акчагыльско-апшеронские отложения северной части Каспийского региона (Северный Каспий): особенности строения, эволюции и нефтегазоносности. *Геология нефти и газа*, 5: 39–53. DOI 10.31087/0016-7894-2020-5-39-53
- Добровольский Г.В. 2000. Оценка экологического состояния почвенно-земельных ресурсов и окружающей природной среды Московской области. М., Издательство МГУ, 221 с.
- Добровольский Г.В. 2002. Деградация и охрана почв. М., Изд-во МГУ, 654 с.
- Идрисов И.А. 2010. Природные особенности Паласартской возвышенности (южный участок). *Вестник Института истории, археологии и этнографии*, 1 (21): 72–75.
- Идрисов И.А. 2011. Формирование возвышенности Паласа-сырт. *Вестник Института истории, археологии и этнографии*, 1 (25): 121–124.
- Котенко М.Е. 1993. Некоторые изменения светло-каштановых почв Терско-Сулакской низменности при различных пастбищных нагрузках. *Почвоведение*, 6: 108–111.
- Мусейбов М.А. 1998. Физическая география Азербайджана. Баку, Мариф, 416 с.
- Насиев Б.Н. 2015. Агрохимические параметры деградации почв кормовых угодий полупустынной зоны западно-Казахстанской области. *Агрехимия*, 9: 20–26.
- Снакин В.В., Алябина И.О., Кречетов В.В. 1995. Экологическая оценка устойчивости почв к антропогенному воздействию. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 5: 50–57.
- Староверов В.Н., Савко А.Д. 2004. Фациальная модель формирования глинистых пород акчагыла Юго-Востока русской плиты. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: геология*, 1: 14–29.
- Сушко К.С. 2015. Деградация каштановых почв сухих степей долины Маньча под влиянием хозяйственной деятельности. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 23 с.
- Усманов Р.З., Баламирзоев М.А., Котенко М.Е., Бабаева М.А., Осипова С.В. 2010. Проблемы борьбы с деградацией и опустыниванием Кизлярских пастбищ в связи с аридизацией климата и антропогенных воздействий на природные экосистемы. *Юг России: экология, развитие*, 5 (3): 117–122.
- Хохлова О.С., Хохлов А.А., Кузнецова А.М., Малашев В.Ю., Магомедов Р.Г. 2015. Изменение свойств почв при разнонаправленных климатических колебаниях позднего голоцена в полупустынной зоне (на примере курганного могильника Паласа-сырт, Дагестан). *Почвоведение*, 1: 31–48. DOI: 10.7868/S0032180X15010104.
- Чернышева Е.В., Борисов А.В., Коробов Д.С. 2016. Биологическая память почв и культурных слоев археологических памятников. М., ГЕОС, 240 с.
- Шейн Е.В., Карпачевский Л.О. 2007. Теории и методы физики почв. Москва, Гриф и К, 616 с.
- Экологическое нормирование и управление качеством почв и земель. 2013. Под ред. С.А. Шобы, А.С. Яковлева, Н.Г. Рыбальского. М., НИИ-Природа, 310 с.
- Anderson J.P.E., Domsch K.H.A. 1978. A Physiological Method for the Quantitative Measurement of Microbial Biomass in Soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 10 (3): 215–221. DOI: 10.1016/0038-0717(78)90099-8.
- Kandeler E., Gerber H. 1988. Short-Term Assay of Urease Activity Using Colorimetric Determination of Ammonium. *Biology and fertility of soils*, 6: 68–72. DOI: 10.1007/BF00257924.

References

- Asanov K.A., Alimaev I.I., Smoilov K.Sh. 1992. Vypas i ego vliyanie na pochvennyj i rastitel'nyj pokrov v Severnoj Kazahstanskoj pustyne [Effect of grazing on soil and vegetation in the North Kazakhstan desert]. *Problemy osvoenija pustyn'*, 2: 7–13.
- Blagodatskaya E.V., Ananyeva N.D. 1996. Assessment of the Resistance of Soil Microbial Communities to Pollutants. *Eurasian Soil Science*, 11: 1341–1346 (in Russian).
- Borisov A.V., Kashirskaya N.N., El'tsov M.V., Pinskoy V.N., Plekhanova L.N., Idrisov I.A. 2021. Soils of Ancient Agricultural Terraces of the Eastern Caucasus. *Eurasian Soil Science*, 54 (5): 665–679 (in Russian). DOI: 10.1134/S1064229321050045.



- Volozh Yu.A., Bykadorov V.A., Tsaregorodtseva T.K., Kurina E.E. 2020. Akchagylsky-Absheronsky Deposits in Northern Caspian Region: Features of Structure, Evolution, and Oil and Gas Occurrence. *Russian Oil and Gas Geology*, 5: 39–53 (in Russian). DOI 10.31087/0016-7894-2020-5-39-53.
- Dobrovolsky G.V. 2000. Ocenka jekologicheskogo sostojanija pochvenno-zemel'nyh resursov i okruzhajushhej prirodnoj sredy Moskovskoj oblasti [Assessment of the ecological condition of soil and land resources and the environment of the Moscow Region]. Moscow, Publ. MGU, 221 p.
- Dobrovolsky G.V. 2002. Degradacija i ohrana pochv [Soil degradation and conservation]. Moscow, Publ. MGU, 654 p.
- Idrisov I.A. 2010. Prirodnye osobennosti Palasartskoj vozvysennosti (juzhnyj uchastok) [Natural features of the Palasa-Syrt Upland (southern section)]. *Vestnik Instituta istorii, arheologii i jetnografii*, 1 (21): 72–75.
- Idrisov I.A. 2011. Formirovanie vozvysennosti Palasa-syrt [Formation of the Palasa-Syrt Upland]. *Vestnik Instituta istorii, arheologii i jetnografii*, 1 (25): 121–124.
- Kotenko M.E. 1993. Nekotorye izmenenija svetlo-kashtanovyh pochv Tersko-Sulakskoj nizmennosti pri razlichnyh pastbishhnyh nagruzkah [Changes of light chestnut soils in Tersko-Sulak lowland under various pasture loads]. *Pochvovedenie*, 6: 108–111.
- Museiibov M.A. 1998. Fizicheskaya geografiya Azerbaidzhana [Physical Geography of Azerbaijan]. Baku, Publ. Marif, 416 p.
- Nasiyev B.N. 2015. The Agrochemical Parameters of Soil Degradation of the Grassland Semi-Arid Zone of West Kazakhstan Region. *Agricultural Chemistry*, 9: 20–26 (in Russian).
- Snakin V.V., Alyabina I.O., Krechetov P.P. 1995. Jekologicheskaja ocenka ustojchivosti pochv k antropogennomu vozdejstviyu [Ecological assessment of soil resilience to anthropogenic impact]. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 5: 50–57.
- Staroverov V.N., Savko A.D. 2004. Facies Pattern of Clay Rocks Forming of the Akchagyl of South-East of Russian Platform. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 1: 14–29 (in Russian).
- Sushko K.S. 2015. Degradacija kashtanovyh pochv suhikh stepej doliny Manycha pod vlijaniem hozjajstvennoj dejatel'nosti [Degradation of chestnut soils of dry steppes of the Manych valley affected by economic activities]. Abstract. diss. ... cand. geogr. sciences. Rostov-na-Donu, 23 p.
- Usmanov R.Z., Balamirzoev M.A., Kotenko M.E., Bababeva M.A., Osipova S.V. 2010. The Problems of the Fight with Degradation and Desertification Kizlyar Pasture in Connection with Aridization of the Climate and Anthropogenic Effect Influence on Natural Ecologic Systems. *South of Russia: ecology, development*, 5 (3): 117–122 (in Russian).
- Khokhlova O.S., Khokhlov A.A., Kuznetsova A.M., Malashev V.Y., Magomedov R.G. 2015. Changes in the Soil Properties Under Differently Directed Climatic Fluctuations of the Late Holocene in the Semidesert Zone (by the Example of the Palasa-Syrt Burial Mounds in Dagestan). *Eurasian Soil Science*, 48 (1): 27–42 (in Russian). DOI 10.1134/S106422931501010X.
- Chernysheva E.V., Borisov A.V., Korobov D.S. 2016. Biological Memory of Soils and Cultural Layers of Archaeological Sites. Moscow, Publ. GEOS, 240 p. (in Russian).
- Shein E.V., Karpachevskii L.O. 2007. Teorii i metody fiziki pochv [Theories and methods of soil physics]. Moscow, Publ. Grif and K, 616 p.
- Standardization and Regulation of Environmental and Soils Quality and Land Management. 2013. Ed. by S.A. Shoba, A.S. Yakovlev, N.G. Rybalsky. Moscow, Publ. NIA-Priroda, 310 p. (in Russian).
- Anderson J.P.E., Domsch K.H.A. 1978. A Physiological Method for the Quantitative Measurement of Microbial Biomass in Soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 10 (3): 215–221. DOI: 10.1016/0038-0717(78)90099-8.
- Kandeler E., Gerber H. 1988. Short-Term Assay of Urease Activity Using Colorimetric Determination of Ammonium. *Biology and fertility of soils*, 6: 68–72. DOI: 10.1007/BF00257924.

*Поступила в редакцию 21.03.2022;
поступила после рецензирования 04.04.2022;
принята к публикации 29.04.2022*

*Received March 21, 2022;
Revised April 04, 2022;
Accepted April 29, 2022*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Попкова Анна Константиновна, магистр департамента экологии человека и биоэлементологии, Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Идрисов Идрис Абдулбутаевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Институт геологии ДНЦ РАН, г. Махачкала, Россия

Пинской Виктор Николаевич, младший научный сотрудник, институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия

Ельцов Максим Витальевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия

Борисов Александр Владимирович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna K. Popkova, master of the Department of Human Ecology and Bioelementology, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Idris A. Idrisov, Ph.D. in Geography, Leading Researcher, Institute of Geology, Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

Victor N. Pinsky, Junior Researcher, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

Maxim V. Eltsov, Ph.D. in Biology, Senior Researcher, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia

Alexander V. Borisov, Ph.D. in Biology, Leading Researcher, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia