



ГУМУС КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ГОРНЫХ ПАСТБИЦ УЗБЕКИСТАНА

© 2022 А. Ахатов , С. С. Буриев , В. Б. Нурматова , Г. А. Жураев 

Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий при Государственном комитете по экологии и охране окружающей среды Республики Узбекистан, проспект Бунёдкор, дом 7а, 100043, г. Ташкент, Республика Узбекистан. E-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

Цель исследования: оценка содержания гумуса и его распределения в профиле коричневых почв горных пастбищ Узбекистана.

Место и время проведения. Почвенные разрезы заложены на юго-востоке Республики Узбекистан в семи сельскохозяйственных районах, широко используемых в сельском хозяйстве: Ташкентский вилоят, Бустонликский туман; Джизакский вилоят, Зоминский туман; Самаркандский вилоят, Нурабадский туман; Навоийский вилоят, Нуратинский туман; Кашкадарьинский вилоят, Китабский туман; Сурхандарьинский вилоят, Шерабадский туман; Наманганский вилоят, Папский туман. Исследования проведены в 2019–2021 гг.

Методы. Полевые исследования, отбор образцов и пробоподготовка выполнены в соответствии с общепринятыми методиками: содержание органического углерода путем бихроматного окисления, карбонатов с помощью ацидиметрического метода, неорганического углерода – как разницу от общего содержания карбонатов. Илстые фракции выделяли с помощью центрифугирования. Оценка дифференциации гумуса по резервам выполнена авторским методом.

Основные результаты. Изученные коричневые почвы горных пастбищ Узбекистана характеризуются суглинистым гранулометрическим составом с долей илистой фракции, не превышающей 20%. Содержание карбонатов невелико (2,5–9%), с максимальным количеством в карбонатном горизонте. Почвы слабовыщелочены. Общее содержание гумуса в верхнем горизонте варьирует от 1 до 6,6%. Отмечена зависимость гумусированности почв от экспозиции склона: в почвах более увлажняемых северных и западных склонов содержится большее количества гумуса, чем на южных и восточных. Кроме того, на содержание гумуса значительно влияет эрозия. Для оценки характера изменения органического вещества коричневых почв при их хозяйственном использовании впервые был выделен гумус ближнего, лабильного и потенциального резервов (в % от общего содержания). Выявлено, что в почвах преобладает гумус потенциального резерва (35,5–90%). Его вертикальное распределение отличается резким снижением в подгумусовой части, в то время как гумус ближнего и лабильного резервов распределен в профиле равномерно, без выраженной зависимости от внешних условий и степени нарушенности. Доля нерастворимых органических веществ от общего содержания гумуса колебалась от 0,39 до 86%, труднорастворимых – от 3 до 100%. Наблюдается зависимость между количеством труднорастворимых и нерастворимых органических веществ в верхнем горизонте и степенью эродированности почв.

Заключение. Установлено, что распределение гумуса и его резервов в коричневых почвах горных пастбищ Узбекистана неравномерно и сильно подвержено влиянию эрозии. Потери ближнего и лабильного резервов гумуса приводят к снижению содержания общего гумуса в целом. Дальнейшее изучение особенностей гумуса, его накопления и восстановления в коричневых почвах имеет важное значение для разработки рекомендаций по рациональному использованию, противоэрозионной защите и увеличению продуктивности горных пастбищ Узбекистана.

Ключевые слова: коричневые почвы; органическое вещество; гумус резерва; карбонаты; эрозия почв; рациональное землепользование

Цитирование: Ахатов А., Буриев С.С., Нурматова В.Б., Жураев Г.А. Гумус коричневых почв горных пастбищ Узбекистана // Почвы и окружающая среда. 2022. Том 5. № 3. e174. DOI: [10.31251/pos.v5i3.174](https://doi.org/10.31251/pos.v5i3.174)

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что гумус является ключевым компонентом почвы, влияющим на продуктивность экосистем, контролирующим широкий спектр процессов, включая потоки парниковых газов, круговорот питательных веществ, инфильтрацию и удержание воды (Lehmann et al., 2020; Doran et al., 1994). Содержание гумуса в почвах определяется множеством факторов, один из которых – антропогенный. Вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот, их интенсивное использование обуславливает утрату почвенного плодородия (Davidson, Ackerman, 1993; Guo,

Gifford, 2002; Mann, 1986; Franzluebbers, 2022; Haddaway et al., 2017; Chen et al., 2020). Снижение темпов дегумификации почв и повышение эффективности сельскохозяйственного производства является актуальной проблемой в сфере управления земельными ресурсами, особенно в тех регионах, где наблюдается их дефицит в связи с неблагоприятными условиями климата или рельефа.

Сельское хозяйство – одна из важнейших отраслей экономики Узбекистана, в которой последовательно реализуется стратегия продовольственной безопасности страны (Стратегия ..., 2019). Наиболее благоприятные условия для ведения сельского хозяйства складываются в долинах рек, где традиционно развито земледелие на орошаемых аллювиальных почвах, а также на пологих предгорьях и подгорных равнинах, где низкопродуктивные опустыненные степи на сероземах используются как пастбища, а лугово-сероземные почвы – как орошаемые пашни (Кузиев и др., 2016). Несоблюдение агротехнических, агрометеорологических, гидромелиоративных мероприятий в землепользовании в условиях засушливого климата вызывает засоление и дегумификацию этих почв (Абдуллаев и др., 2016). В горных районах юга и юго-востока Узбекистана широко распространены горные пастбища и сенокосы на коричневых почвах. Принятие в стране в 2019 году закона о пастбищах (Закон ..., 2019) и стратегии развития сельского хозяйства на 2020-2030 годы (Стратегия ..., 2019) стало толчком к активному использованию этих земель. Однако чрезмерный выпас, сопровождающийся выбиванием растительного покрова животными, приводит к нарушению стабильности склонов, благоприятствуя эрозии почв, их дегумификации и уменьшению площади полезных земель, восстановление которых в условиях горного рельефа затруднительно (Dou et al., 2022; Chen et al., 2019). Несмотря на большое количество проведенных исследований, посвященных изучению содержания гумуса, его запасов, влияния факторов на их динамику в местных почвах (Махмудова, 1974; Зиямухамедов, 1970; Кузиев, 1994; Фахрутдинова, 1998; Нормуратов и др., 2018; Раупова, 2018; Раупова, Абдуллаев, 2018; Кадилова и др., 2018; Шодиева, 2018; Абдурахманов, 2019; Аскарлов и др., 2021; Рузметов, 2021; Tashkuziev, Shadieva, 2021), эта тематика остается по-прежнему актуальной, учитывая современный тренд изменения климата в регионе (Li et al., 2020). Особенный интерес вызывает проблема истощения запасов гумуса, причин и факторов дегумификации коричневых почв, которые широко распространены в средне- и низкогорьях и составляют основную часть земельного фонда страны. В связи с этим целью настоящей работы является оценка содержания гумуса, его распределения в профиле коричневых почв горных пастбищ Узбекистана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Районы и объекты исследования. Исследования проводили в семи сельскохозяйственных районах страны в период 2019-2021 гг. (табл. 1). В качестве объектов исследования выбраны коричневые почвы под горными пастбищами (Генусов и др., 1972). В соответствии с Мировой реферативной базой почвенных ресурсов (WRB, 2015) изученные почвы относятся к Cambisols и Kastanozems, наиболее эродированные варианты – к Leptosols.

Таблица 1

Географическое положение ключевых почвенных разрезов

№ разреза	Координаты		Абсолютная высота, м	Географическая привязка разреза
	северная широта	восточная долгота		
74	40°57'41''	70°46'05''	1044	Кураминский хребет, западный макросклон, вблизи поселка Чодак, склон западной экспозиции
54	39°52'21''	68°22'24''	924	Туркестанский хребет, северный макросклон, вблизи поселка Зомин, склон западной экспозиции
40	39°30'38''	66°44'11''	885	Заравшанский хребет, западный отрог, северный макросклон, вблизи поселка Сазагон, склон восточной экспозиции
66	41°35'29''	70°07'17''	1382	Западный Тянь-Шань, Коксуйский хребет, юго-западный склон, вблизи поселка Бурчмулла, склон южной экспозиции
28	40°25'47''	66°02'20''	839	Горы Нурагау (Южно-Нуратинский хребет), хребет Актау, северный макросклон вблизи поселка Чуя, склон северной экспозиции

13	39°12'54''	67°04'10''	1112	Заравшанский хребет, юго-западный отрог, западный макросклон, вблизи поселка Варганза, склон южной экспозиции
1	37°42'24''	66°44'55''	824	Гиссарский хребет, юго-западные отроги, хребет Кугитангтау, восточный макросклон, вблизи посёлка Пашхурт, склон южной экспозиции

Коричневые почвы в горах юго-востока и востока Узбекистана занимают склоны различной крутизны и экспозиции на высотах от 800–1800 м (до 2500 м) (рисунок). Почвообразующими породами выступают делювиальные и лессовидные суглинки, карбонатные породы (Почвы Узбекистана, 1975). Климатические условия отличаются резкой континентальностью, абсолютный температурный максимум +45 °С, абсолютный минимум -30 °С. Суммарная радиация в горах достигает 8350 МДж/м². Количество осадков варьирует: в предгорьях – 300–400 мм, на северных и северо-западных склонах горных хребтов достигает 600–800 мм, отчетливо выражен весенний максимум выпадения осадков, на летний период приходится минимум влаги (менее 100 мм). Устойчивый снежный покров образуется на склонах выше 800–1000 м, местами его максимальная толщина превышает полтора метра (Чуб, 2007). Растительность представлена разнотравно-дерновинно-злаковыми степями с участием пырея волосистого (*Agropyrum trichophora* (Link) Nevski), ячменя луковичного (*Hordeum bulbosum* L.), мятлика луковичного (*Poa bulbosa* L.), костра (*Bromus* sp.), прангоса высокого (*Prangos pabularia* Lindl.), ферулы (*Ferula* sp.), ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.), мортука восточного (*Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach), вьюнка шерстистого (*Convolvulus subhirsutus* Regel & Schmalh.), кузинии теневой (*Cousinia umbrosa* Bunge) и др. На сухих склонах развиты арчово-кустарниковые леса с арчой туркестанской (*Juniperus turkestanica* Kom.), жимолостью (*Lonicera* sp.), шиповником (*Rosa* sp.) (Шукуров и др., 2005). Урожайность таких сообществ низка и составляет 3–7 ц/га воздушно-сухой массы, но на некоторых участках и при благоприятных условиях может достигать 12 ц/га (Юсупов и др., 2010).



Рисунок. Горные ландшафты на коричневых почвах в южных отрогах Гиссарского хребта.

В структуре высотной поясности Западного Тянь-Шаня коричневые почвы образуют выраженный пояс: в нижней части выделяется подтип коричневых слабо выщелоченных почв, а в верхней – подтип коричневых типичных. Почвы подвержены эрозии, в связи с чем часто встречаются в разной степени эродированные разновидности. Типичный профиль коричневых почв характеризуется большой мощностью, хорошо дифференцирован на гумусо-аккумулятивный, метаморфический (срединный) и карбонатно-иллювиальный горизонты (Генусов

и др., 1972; Почвы Узбекистана, 1975). Гумусово-аккумулятивный горизонт имеет серую или темно-серую окраску с коричневым оттенком, суглинистый состав, комковато-зернистую структуру, насыщен корнями растений (дернина), карбонатные почвы вскипают от 10% соляной кислоты с поверхности. Срединный горизонт отличается коричневой окраской, глинистым гранулометрическим составом, ореховато-комковатой структурой. Карбонатный горизонт хорошо диагностируется по белесой окраске, уплотнен, содержит обильные новообразования вторичных карбонатов (белоглазка, пропитка, псевдомицелий). У сильноэродированных коричневых почв профиль нарушен до карбонатного горизонта. У средне- и слабоэродированных почв верхняя часть профиля фрагментарна, дифференциация на горизонты слабо выражена.

Методы исследования. В задачи исследования входило полевое изучение морфологических профилей коричневых почв, отбор почвенных образцов, лабораторно-аналитические работы. Полевые исследования, отбор образцов и пробоподготовка выполнены в соответствии с общепринятыми методиками (Аринушкина, 1970; Розанов, 1983). Степень эродированности почв оценивали по С.С. Соболеву (1961). В образцах определяли общее содержание органического углерода и гумуса по методу И.В. Тюрина (1937); по той же методике, в водной вытяжке, определяли водорастворимую форму – лабильный резерв гумуса. Содержание карбонатов определяли ацидиметрическим методом (Методы ..., 1963; Аринушкина, 1970), неорганического углерода – как разницу от общего содержания карбонатов. Илистые фракции выделяли с помощью центрифугирования по методу М.Ш. Шаймухомедова и К.А. Ворониной (1972).

Ключевой задачей настоящего исследования выступила оценка так называемых резервов гумуса (Ахатов, 2021). За основу взята методика расчета резервов элементов питания Н.И. Горбунова (1978). Общий резерв нами определяется как совокупность ближнего, лабильного и потенциального резерва. При этом ближним резервом выступает гумус илистой фракции (<0,001 мм), лабильным – водорастворимая (подвижная) форма гумуса (в водной вытяжке). Потенциальный резерв определяется как разница от общего резерва гумуса. Оценка резервов для изученных почв Узбекистана проведена впервые. Расчет позволяет оценить, какое количество гумуса и за счет каких резервов может убывать в процессе хозяйственного использования или деградации почв (Akhatov, Gofurov, 2019; Akhatov et al., 2020).

$$БГ = (Г_{ил} \times ИФ) / 100 \quad (1),$$

где БГ – резерв ближнего гумуса, мг/100 г;
 $G_{ил}$ – содержание гумуса в илистой фракции, мг/100 г;
 ИФ – доля илистой фракции, %.

$$ЛГ = C_{орг.} \times 1,724 \times 1000 \quad (2),$$

где ЛГ – резерв лабильного гумуса, мг/100 г;
 $C_{орг.}$ – углерод органического вещества, %;
 1,724 – коэффициент;

$$ПГ = ОГ - (БГ + ЛГ) \quad (3)$$

где ПГ – потенциальный резерв гумуса, мг/100 г;
 ОГ – общий резерв гумуса, мг/100 г;
 БГ – ближний резерв гумуса, мг/100 г;
 ЛГ – лабильный резерв гумуса, мг/100 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общее содержание гумуса в верхнем горизонте изученных коричневых почв варьирует от 1 до 6,6% (табл. 2). Тип гумуса определен как фульватный, гуматно-фульватный. Степень эродированности значительно влияет на гумусированность почв: у сильноэродированных почв наблюдается существенная дегумификация, вызванная практически полным разрушением гумусово-аккумулятивного горизонта. Среднеэродированные почвы относятся к категории мало гумусированных, содержат в среднем 2-3% гумуса, в слабой степени эродированные коричневые почвы – более гумусированы (4-5% гумуса). Полученные нами результаты согласуются с

результатами другими исследованиями (Соболев, 1961; Шодиева, 2018). Как видим, проблема предотвращения водной эрозии в горных регионах страны сохраняет свою актуальность и в настоящее время. Вертикальное распределение гумуса в изученных почвах относится к регрессивно-аккумулятивному типу (по Розанову, 1983). Максимальное количество органического вещества сосредоточено в верхнем слое мощностью 50-70 см, при этом на глубине около 1 м количество гумуса близко к 1%. В распределении гумуса отмечается влияние экспозиции: в почвах на северных и западных склонах накапливается несколько большее количество, чем на южных и восточных.

Таблица 2

Содержание углерода, гумуса и карбонатов в коричневых почвах Узбекистана

Глубина, см	Гумус, %	СО ₂ карбонатов, %	Содержание углерода в почве, %			Содержание фракции <0,001 мм, %	Гумус илистой фракции, %	С _{орг} илистой фракции, %
			С _{орг}	С _{карб} *	С _{общ}			
Разрез 74. Кураминский хребет, склон западной экспозиции, почва коричневая типичная карбонатная слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессах								
0-7	6,58	3,82	3,82	1,04	4,86	3,0	16,93	9,82
7-26	2,79	1,62	1,62	0,44	2,06	8,3	6,81	3,95
26-75	2,38	1,38	1,38	0,38	1,76	8,6	6,81	3,95
Разрез 54. Туркестанский хребет, склон западной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессах								
0-9	4,24	1,32	2,45	0,36	2,81	11,1	10,34	5,00
9-31	2,74	1,46	1,59	0,40	1,99	17,5	6,69	3,88
31-52	2,43	1,52	1,41	0,41	1,82	18,3	5,93	3,44
52-85	0,92	1,63	0,53	0,44	0,97	18,3	2,22	1,29
85-121	0,85	1,94	0,49	0,53	1,02	17,5	2,07	1,20
Разрез 40. Зеравшанский хребет, склон восточной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке								
0-7	3,68	1,15	2,13	0,31	2,44	12,7	8,96	5,20
7-11	1,50	1,48	0,87	0,40	1,27	13,5	3,65	2,12
11-27	1,27	1,96	0,74	0,53	1,27	12,7	3,12	1,81
27-50	1,03	2,02	0,59	0,55	1,14	11,9	2,52	1,46
50-80	1,03	2,69	0,59	0,73	1,32	11,1	2,52	1,46
80-160	0,95	2,70	0,55	0,74	1,29	12,7	2,31	1,34
Разрез 66. Коксуйский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая среднеэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном делювии гранитов								
0-5	2,76	1,26	1,60	0,34	1,94	5,0	6,73	3,90
5-29	1,30	1,27	0,75	0,35	1,10	5,2	3,15	1,83
29-63	1,05	1,20	0,61	0,33	0,94	3,6	2,57	1,49
63-90	0,81	1,34	0,47	0,37	0,84	4,0	1,98	1,15
90-122	0,33	2,27	0,19	0,62	0,81	2,9	0,79	0,46
Разрез 28. Южно-Нуратинский хребет, склон северной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке								
0-8	2,69	2,33	1,56	0,64	2,20	4,8	6,57	3,81
8-53	2,00	3,19	1,16	0,87	2,03	4,0	4,88	2,83
53-98	1,28	3,18	0,74	0,87	1,61	3,2	3,12	1,81
98-136	0,65	3,88	0,38	1,06	1,44	4,0	1,60	0,93
Разрез 13. Зеравшанский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая среднеэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке								
0-9	2,60	1,10	1,51	0,30	1,81	6,3	6,34	3,68
9-45	1,32	1,34	0,76	0,37	1,13	12,2	2,50	1,45
45-85	1,14	1,32	0,66	0,36	1,02	14,5	2,78	1,61
85-136	0,84	1,49	0,49	0,41	0,90	11,6	2,07	1,20
Разрез 1. Гиссарский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая эродированная малогумусированная среднесуглинистая на лессах								
0-8	1,19	1,05	0,59	0,29	0,98	12,6	2,90	1,68
8-38	1,02	1,22	0,59	0,33	0,92	13,5	2,48	1,44
40-69	1,00	2,02	0,58	0,55	1,13	14,8	2,45	1,42
69-105	0,92	1,95	0,53	0,53	1,06	16,3	2,22	1,29

Примечание. * углерод карбонатов (неорганический).

Как известно, органический (С_{орг}) и неорганический (С_{карб}) углерод составляют единый пул углерода в почве (Tan et al., 2014). В засушливых регионах доля С_{карб} часто преобладает. В более

гумидных, в верхней выщелачиваемой толще его доля ниже, а с глубиной количество увеличивается, что также может быть обусловлено влиянием карбонатных почвообразующих пород (Tan et al., 2014). В изученных нами коричневых почвах оценка содержания органического и неорганического углерода показала, что последний присутствует в количестве около 12-76% от общего углерода (см. табл. 2). При этом, вертикальный профиль $S_{\text{карб}}$ повторяет общее распределение карбонатов по глубине. Коричневые почвы слабо-, среднекарбонатны (2,5-9% в пересчете на CaCO_3). Вертикальное распределение имеет элювиальный вид с равномерным увеличением содержания вниз по профилю, либо с резким увеличением в горизонте $S_{\text{карб}}$. Почвы слабо выщелочены, в поверхностном горизонте содержание карбонатов выше 1%.

Гранулометрический состав изученных почв среднесуглинистый. Доля илистой фракции варьирует от 2,9 до 18,3% (см. табл. 2). Вертикальное распределение относительно равномерное с неясно выраженным накоплением в средней части профиля, что может быть объяснено иллювиальными процессами. В связи с тем, что илстая фракция в почвах представляет собой важное депо органического вещества (Hassink, 1997), органо-минеральные взаимодействия обуславливают сосредоточение большого количества $S_{\text{орг}}$ во фракции этой размерности (см. табл. 2), которое, как видим, гораздо выше, чем общее количество углерода почвы.

Оценка резервов гумуса показала следующее (табл. 3). Гумус лабильного резерва отождествляется нами с подвижной, активной частью гумуса (Иванов, Кудеяров, 2015). Этот гумус доступен микроорганизмам и растениям, в первую очередь удаляется из почвы при дегумификации (Иванов, Кудеяров, 2015). В изученных коричневых почвах доля гумуса лабильного резерва варьирует от 2 до 30% от общего количества гумуса и в среднем составляет 172 мг/100 г почвы. Вертикальное распределение отличается ростом доли этого резерва вниз по профилю, при этом такой профиль сходен во всех исследованных разрезах, независимо от экспозиции склонов и степени эродированности почвы, что может быть объяснено миграцией подвижного водорастворимого гумуса в однородном по гранулометрическому составу профиле и слабощелочной среде.

Гумус ближнего резерва выделен из илистой фракции $<0,001$ мм и отождествляется нами с инертным пассивным гумусом (Иванов, Кудеяров, 2015). Этот гумус недоступен для микроорганизмов, однако при длительном нерациональном использовании почв может пополнять запасы лабильного гумуса (при их истощении), что вызывает деградацию почв (Бойцова, Пухальский, 2013). Его количество колеблется от 7 до 62% от общего содержания гумуса (см. табл. 3). Максимальное накопление ближнего резерва отмечается в гумусовом горизонте коричневых почв разреза 40 на Зеравшанском хребте (47%), минимальное – в разрезе 74 на расположенном севернее Кураминском хребте (7,7%). Внутрипрофильное распределение гумуса ближнего резерва характеризуется выраженным накоплением в нижней части гумусового и верхней части метаморфического горизонта (ниже 10 см), при этом самый верхний слой мощностью 0-10 см, где в травянистых экосистемах обычно сосредоточен максимум корней, заметно обеднен гумусом этого резерва. В сильноэродированной почве (разрез 1) распределение его по профилю равномерное (см. табл. 3). Экспозиционные различия в распределении гумуса резерва в некоторой степени размыты, вероятно, по причине эродированности почв.

Гумус потенциального (скрытого) резерва представляет собой грубую форму (поог), содержащую большое число неразложившихся растительных остатков, экскременты беспозвоночных (Дюшофур, 1965; Galvan et al., 2005). За счет этого резерва могут пополняться запасы лабильного резерва в ходе процессов гумусообразования. В то же время, этот резерв может истощаться за счет активизации процессов минерализации при изменении условий. В изученных коричневых почвах потенциальный резерв гумуса является доминирующим в общем содержании гумуса и колеблется по профилю от 32 до 90% (см. табл. 3). Вертикальное распределение гумуса неоднородное. В разрезах 1, 54, 74 наблюдается снижение содержания гумуса потенциального резерва вниз по профилю. В разрезах 40, 66, 13 выявлена обратная ситуация – накопление гумуса потенциального резерва в метаморфическом и карбонатном горизонтах. Максимальная доля гумуса потенциального резерва в гумусовом горизонте коричневых почв зафиксирована в разрезе 74 (до 90% от общего количества гумуса), минимальная – в разрезе 1 (50,7%) (см. табл. 3). В распределении гумуса потенциального резерва отчетливо проявляются экспозиционные различия: в почвах северных и западных (наиболее увлажняемых) склонов его доля выше, чем в почвах южных и восточных склонов. Однако различия в значительной мере нивелируются влиянием эрозии.

Гумус резервов в коричневых почвах горных пастбищ Узбекистана

Глубина, см	Гумус, %	Гумус резерва, мг/100 г			Гумус резерва, %		
		лабильного	ближнего	потенциального	лабильного	ближнего	потенциального
Разрез 74. Кураминский хребет, склон западной экспозиции, почва коричневая типичная карбонатная слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессах							
0-7	6,58	172	508	5900	2,6	7,7	89,7
7-26	2,79	172	565	2055	6,2	20,2	73,6
26-75	2,38	172	500	1707	7,3	21	71,7
Разрез 54. Туркестанский хребет, склон западной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессах							
0-9	4,24	172	1148	2920	4,1	27,1	68,8
9-31	2,74	172	1171	1398	6,3	42,7	51
31-52	2,43	171	1086	1257	7	44,7	48,3
52-85	0,92	172	407	334	18,8	44,6	36,6
85-126	0,85	181	362	302	21,4	42,8	35,8
Разрез 40. Зеравшанский хребет, склон восточной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке							
0-7	3,68	172	1138	2362	4,7	31	64,3
7-11	1,50	172	493	834	11,5	32,8	55,7
11-27	1,27	172	397	707	13,5	31,1	55,4
27-50	1,03	171	300	564	16,5	29	54,5
50-80	1,03	172	279	583	16,6	27	56,4
80-160	0,95	150	293	505	15,8	30,9	53,3
Разрез 66. Коксуйский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая среднеэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном делювии гранитов							
0-5	2,76	172	336	2250	6,2	12,2	81,6
5-29	1,30	174	165	955	13,4	12,7	73,9
29-63	1,05	172	93	786	16,3	8,8	74,9
63-90	0,81	172	79	551	21,4	9,8	68,8
90-122	0,33	100	23	207	30,3	7	62,7
Разрез 28. Южно-Нурагинский хребет, склон северной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке							
0-8	2,69	172	315	2003	6,9	12,6	80,5
8-53	2,00	172	195	1632	8,6	9,7	81,7
53-98	1,28	172	100	1003	13,5	7,8	78,7
98-136	0,65	172	64	419	26,3	9,7	64
Разрез 13. Зеравшанский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая среднеэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке							
0-9	2,60	172	2003	2031	4,1	47,6	48,3
9-45	1,32	172	1632	843	6,5	61,6	31,9
45-85	1,14	172	1003	566	9,9	57,6	32,5
85-130	0,84	172	419	433	16,8	40,9	42,3
Разрез 1. Гиссарский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая эродированная малогумусированная среднесуглинистая на лессах							
0-8	1,19	172	365	652	15,8	33,5	50,7
8-40	1,02	172	334	510	16,9	32,9	50,2
40-70	1,00	172	362	466	17,2	36,2	46,6
70-105	0,92	172	362	379	18,8	39,6	41,5

Также нами были определены труднорастворимые и нерастворимые (битум, дубильные вещества, воскосмола и др.) органические вещества в составе гумуса потенциального резерва и в общем содержании гумуса (Орлов, 1974) (табл. 4). В изученных коричневых почвах выявлено широкое варьирование доли как нерастворимых (0,39-86%), так и труднорастворимых веществ (3-100%). Выделяются разрезы 54 и 1, в нижних горизонтах которых нерастворимое органическое вещество аналитически не обнаружено, а содержание труднорастворимого достигает 100%. В остальных разрезах наблюдается постепенное снижение доли нерастворимого вещества с глубиной и накопление труднорастворимого в нижних горизонтах. Возможно, накопление происходит за счет уменьшения содержания разлагающегося в анаэробных условиях нерастворимого органического вещества. Кроме того, на соотношение и распределение рассматриваемых фракций гумуса оказывает влияние эрозия. В гумусово-аккумулятивном горизонте разреза 1 сильноэродированной почвы доля нерастворимых веществ менее 10%, а труднорастворимых – более 40%. При этом в ненарушенном гумусово-аккумулятивном горизонте разреза 74 содержится максимальная доля нерастворимых органических веществ (86,6%) и, наряду

с этим, наиболее низкая доля труднорастворимых веществ (3,4%) (см. табл. 4). В целом, чем сильнее нарушенность верхней части профиля эрозионными процессами, тем ниже доля нерастворимых веществ. В то же время, влияния экспозиции склонов на соотношение фракций не выявлено.

Таблица 4

Растворимые и нерастворимые органические вещества в составе гумуса коричневых почв горных пастбищ Узбекистана

Глубина, см	Гумус, %	Органическое вещество в составе потенциального резерва, %		Доля органического вещества, % от общего содержания гумуса	
		т/раств.	н/раств.	т/раств.	н/раств.
Разрез 74. Кураминский хребет, склон западной экспозиции, почва коричневая типичная карбонатная слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессах					
0-7	6,6	16,7	83,3	3,4	86,6
7-26	2,8	35,9	64,1	47,2	0
26-75	2,4	39,4	60,6	43,5	0
Разрез 54. Туркестанский хребет, склон западной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессах					
0-9	4,2	45,2	54,8	31,1	37,7
9-31	2,7	96,1	3,9	49,0	2,0
31-52	2,4	100	0	100	0
52-85	0,9	100	0	100	0
85-126	0,8	100	0	100	0
Разрез 40. Зеравшанский хребет, склон восточной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-7	3,7	55,5	44,5	35,6	28,6
7-11	1,5	79,7	20,3	44,3	11,3
11-27	1,3	80,5	19,5	44,8	10,9
27-50	1,0	83,5	16,5	45,7	9,0
50-80	1,0	77,4	22,6	43,8	12,8
80-160	0,9	87,7	12,3	46,6	6,5
Разрез 66. Коксуйский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая среднеэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном деловии гранитов					
0-5	2,8	22,6	77,4	18,4	63,1
5-29	1,3	35,5	64,5	26,1	47,4
29-63	1,0	39,6	66,4	25,1	49,7
63-90	0,8	45,5	54,5	31,0	37,0
90-122	0,3	59,4	40,6	37,3	25,4
Разрез 28. Южно-Нуратинский хребет, склон северной экспозиции, почва коричневая слабоэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-8	2,7	24,3	75,7	18,1	56,4
8-53	2,0	22,5	77,5	18,3	63,2
53-98	1,3	27,1	72,9	21,2	57,1
98-136	0,6	56,3	43,7	36,3	27,8
Разрез 13. Зеравшанский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая среднеэродированная среднегумусированная среднесуглинистая на лессовидном суглинке					
0-9	2,6	28,2	71,8	22,0	56,1
9-45	1,3	75,3	24,7	42,8	14,9
45-85	1,1	75,9	24,0	37,7	11,9
85-130	0,8	95,1	4,8	49,0	2,5
Разрез 1. Гиссарский хребет, склон южной экспозиции, почва коричневая эродированная малогумусированная среднесуглинистая на лессах					
0-8	1,2	82,2	17,8	45,2	9,7
8-40	1,0	98,4	1,6	49,0	0,4
40-70	1,0	100	0	100	0
70-105	0,9	100	0	100	0

Примечание. т/раств. и н/раств. – труднорастворимые и нерастворимые органические вещества.

Таким образом, внутрипрофильное и экспозиционное распределение общего гумуса коричневых почв, гумуса резервов, а также его фракций обусловлено как особенностями гумусообразования, так и эрозионными процессами. Протекающие в общих благоприятных условиях процессы гумусообразования способствовали накоплению в верхнем горизонте почв до 6% гумуса, отмечается глубокая гумусированность профиля. Однако оценка резервов показала, что лабильный гумус – наиболее активная часть органического вещества почв – составляет менее 20% от общего содержания, при этом преобладает гумус потенциального резерва. Таким образом,

процессы эрозии вызывают дегумификацию коричневых почв за счет уменьшения доли гумуса лабильного резерва. Возможности восстановления этого резерва за счет резервов ближнего гумуса относительно невелики и при сохраняющемся размыве почв водными потоками снижаются до минимума. Кроме того, эродированность почв затушевывает картину экспозиционного распределения гумуса, снижая общее разнообразие и пестроту почвенного покрова горных склонов. Так же сильно эродированные почвы утрачивают способность депонировать углерод и теряют его часть, закрепленную в гумусе, за счет вымывания, растворения и минерализации. Как видим, проблема эрозионного воздействия на почвы в регионе стоит достаточно остро. Как мы указали выше, проявление эрозии на склонах усугубляется интенсивным хозяйственным использованием. Регулярный выпас скота препятствует восстановлению растительного покрова и задернению поверхности почв. Дальнейшее изучение особенностей гумуса, его накопления и восстановления в коричневых почвах имеет важное значение для разработки рекомендаций по рациональному использованию, противоэрозионной защите и увеличению продуктивности горных пастбищ Узбекистана.

ВЫВОДЫ

1. Изученные коричневые почвы горных пастбищ Узбекистана характеризуются суглинистым гранулометрическим составом с долей илистой фракции не превышающей 20%. Содержание карбонатов невелико (2,5–9%). Общее содержание гумуса в коричневых почвах колеблется в широких пределах от 1 до 6,6%. Вертикальное распределение гумуса в ненарушенных эрозией почвах имеет регрессивно-аккумулятивный характер. На северных и западных склонах в почвах содержится больше гумуса, чем на южных и восточных.
2. Гумус лабильного резерва составляет менее трети от общего содержания гумуса, при этом гумус потенциального резерва преобладает. Дегумификация коричневых почв происходит главным образом за счет вымывания гумуса лабильного резерва, этот процесс протекает активнее на южных, менее задернованных склонах.
3. Содержание нерастворимых и труднорастворимых веществ в коричневых почвах неоднородно. На их дифференциацию в профиле оказывает влияние эрозия: чем сильнее эродированность почв, тем меньше содержание нерастворимых веществ.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Исследования проведены при частичной финансовой поддержке Научно-исследовательского института окружающей среды и технологий охраны окружающей среды при Государственном комитете Республики Узбекистан по экологии и охране окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев У.В., Хасанханова Г.М., Ибрагимов Р., Таряникова Р.В., Панкова Е.И. *Опыт применения подходов и методов ФАО для восстановления продуктивности деградированных земель и устойчивого землепользования в Узбекистане* // Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья. Рим: ФАО, 2016. Ч. 2. С. 229–247. <https://istina.msu.ru/workers/53596421/>
2. Абдурахманов Н.Ю. *Сугориладиган ва лалми тупроқлар унимдорлигини баҳолашининг илмий асослари*. Автореф. дисс. ... к.б.н. Ташкент, 2019. 69 с.
3. Аринушкина Е.В. *Руководство по химическому анализу почв*. Москва: МГУ, 1970. 487 с.
4. Аскарлов Х.Х., Юлдашев Г., Маруфжонов А.М. Гумус, органический и минеральный углерод в орошаемых луговых сазовых почвах // *Central Asian journal of theoretical and applied sciences*. 2021. 2 (12). P. 374–379. <https://cajotas.centralasianstudies.org/index.php/CAJOTAS/article/view/365>
5. Ахатов А. *Гумус ва унинг резерв шакллари*. Тошкент: Наврўз, 2021. 118 с.
6. Бойцова Л.В., Пухальский Я.В. Динамика содержания органического вещества, его лабильной и инертной части в дерново-подзолистой супесчаной почве разной степени окультуренности // *Агрофизика*. 2013. № 2 (10). С. 14–22.
7. Генусов А.З., Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. *Классификация и диагностика почв Узбекистана*. В кн.: Генезис, география и мелиорация почв Узбекистана. Ташкент, 1972, С. 3–49.
8. Горбунов Н.И. *Минералогия и физическая химия почв*. Москва: Наука, 1978. 292 с.
9. Дюшофур Ф. *Основы почвоведения*. Изд. 2, Париж, 1965. 614 с.
10. Закон Республики Узбекистан, № ЗРУ–538, 20.05.2019 г. «О пастбищах».
11. Зиямухамедов И.А. Содержание и состав органического вещества некоторых целинных и орошаемых почв Узбекистана // *Доклады Высшей школы. Биологические науки*. 1970. № 1. С. 68–73.
12. Иванов И.В., Кудеяров В.Н. *Эволюция почв и почвенного покрова*. Москва: Геос, 2015. 928 с.

13. Кадирова Д.А., Забиров Ф.М., Ананова К.К. Морфогенез почв среднегорий южных отрогов Гиссарского хребта и влияние на них эрозионных процессов // *Science Review. March 2018. Vol. 3 (10). P. 17–20.* <https://www.academia.edu/36403019>
14. Кузиев Р.К. *Орошаемые почвы сероземного пояса Узбекистана, их экологическое состояние и плодородие.* Автореф. дисс. ... д.б.н. Ташкент: ГосНИИПА, 1994. 34 с.
15. Кузиев Р.К., Гафурова Л.А., Абдрахмонов Т.А. *Почвенные ресурсы Узбекистана и вопросы продовольственной безопасности* // *Земельные ресурсы и продовольственная безопасность Центральной Азии и Закавказья.* Рим: ФАО, 2016. Ч. 2. С. 75–128. http://www.cawater-info.net/bk/land_law/files/a-i5914b.pdf
16. Махмудова Д.Г. *Гумусообразование в основных почвах Каршинской степи.* Автореф. дисс. ... к.с.-х.н. Ташкент, 1974. 24 с.
17. *Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах.* Ташкент: СоюзНИХИ, 1963. 440 с.
18. Нормуратов О.У., Закиров Х.Х., Чориева Ш.К., Нуруллаев А.К., Абдурахмонова Ю.М., Боллиев А.Т. Почвенно-климатические условия Сурхандарии // *Universum: Химия и биология.* 2018. № 6 (48). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/5948> (дата обращения: 01.03.2022).
19. Орлов Д.С. *Гумусовые кислоты почв.* Москва: МГУ, 1974. 333 с.
20. *Почвы Узбекистана.* Ташкент: ФАН, 1975. 222 с.
21. Раупова Н.Б. Групповой и фракционный состав гумуса горно-коричневых выщелоченных почв // *Ташкент Ўзбекистон аграр фани хабарномаси.* 2018. № 1 (71). С. 117–120. URL: <http://agriculture.uz/filesarchive/AgrarJournal12018.pdf#page=117> (дата обращения: 01.03.2022).
22. Раупова Н.Б., Абдуллаев С.А. Горно-коричневые карбонатные почвы Западного Тянь-Шаня, их агрохимические свойства и гумусное состояние // *Бюллетень науки и практики.* 2018. Т. 4. № 2. С. 153–161. DOI: [10.5281/zenodo.1173148](https://doi.org/10.5281/zenodo.1173148).
23. Розанов Б. Г. *Морфология почв.* Москва: МГУ, 1983. 320 с.
24. Рузметов М.И. *Ўзбекистон яйловлари ва тоғ жигарранг тупрокларининг ҳозирги ҳолати* // *Land of Uzbekistan, Tashkent.* 2021. № 2. С. 28–37.
25. Соболев С.С. *Защита почв от эрозии и повышение их плодородия.* Москва: Сельхозиздат, 1961. 231 с.
26. Стратегия развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы. Указ Президента Республики Узбекистан, от 23.10.2019 г. № УП-5853.
27. Тюрин И.В. *Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии: учение о почвенном гумусе.* Москва: Сельхозгиз, 1937. 289 с.
28. Фахрутдинова М.Ф. *Почвы северной части Туркестанского хребта (например почв Зааминского заповедника).* Автореф. дисс. ... к.б.н. Ташкент, 1998. 16 с.
29. Чуб В.Е. *Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан.* Ташкент: НИГМИ, 2007. 132 с.
30. Шаймухамедов М.Ш., Воронина К.А. Методика фракционирования органо-глинных комплексов почв с помощью лабораторных центрифуг // *Почвоведение.* 1972. № 8. С. 134–138.
31. Шодиева Н.И. *Гумусное состояние почв вертикальной зональности, изучение процесса механизма формирования гумусовых веществ (на примере Туркестанского горного хребта).* Автореф. дисс. ... д.б.н. Ташкент, 2018. 27 с.
32. Шукуров Э.Д., Митропольский О.В., Тальских В.Н., Жолдубаева Л.Ы., Шевченко В.В. *Атлас биологического разнообразия Западного Тянь-Шаня.* Бишкек, 2005. 105 с.
33. Юсупов С., Мукимов Т., Хамраев А. *Стратегия управления пастбищным животноводством Узбекистана.* Сборник материалов «Проблемы и пути решения устойчивого использования пастбищных ресурсов». Казахстан, Астана, 2010. С. 106–113.
34. Akhatov A., Gafurov B. Distribution of forms of humus reserves in the soils of spreaded sierozem zones // *Sustainable Agriculture Journal.* 2019. № 3-4 (4). P. 4–6. [http://sa.ttiame.uz/storage/web/source/1/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2/3-4\(4\)2019.pdf](http://sa.ttiame.uz/storage/web/source/1/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2/3-4(4)2019.pdf)
35. Akhatov A., Gafurov B., Jakhonov A., Khalimbetov A. *Distribution of the forms of reserves of humus in typical serozems formed in geomorphological areas Tashkent-Keles.* In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 869. No. 4. p. 042018). 2020. IOP Publishing. DOI: [10.1088/1757-899X/869/4/042018](https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042018)
36. Chen T., Bao A., Jiapaer G., Guo H., Zheng G., Jiang L., Chang C., Tuerhanjianget L. Disentangling the relative impacts of climate change and human activities on arid and semiarid grasslands in Central Asia during 1982–2015 // *Science of the Total Environment.* 2019. Vol. 653. P. 1311–1325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.058>
37. Chen T., Tang G., Yuan Y., Guo H., Xu Z., Jiang G., Chen X. Unraveling the relative impacts of climate change and human activities on grassland productivity in Central Asia over last three decades // *Science of the Total Environment.* 2020. Vol. 743. P. 140649. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140649>
38. Davidson E.A., Ackerman I.L. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils // *Biogeochemistry.* 1993. 20. P. 161–193. <https://doi.org/10.1007/BF00000786>
39. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F., Stewart B.A. Defining soil quality for a sustainable environment // *Soil Science Society of America Journal.* 1994. Vol. 35. P. 3–21. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35>

40. Dou X., Ma X., Zhao C., Li J., Yan Y., Zhu J. Risk assessment of soil erosion in Central Asia under global warming // *Catena*. 2022. Vol. 212. P. 106056. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106056>
41. Franzluebbers A. Root-zone soil organic carbon enrichment is sensitive to land management across soil types and regions // *Soil Science Society of America Journal*. 2022. 86. P. 79–90. <https://doi.org/10.1002/saj2.20346>
42. Galvan P., Ponge J-F., Scattolin L., Franco V., Augusto Z. *Le forme di humus e la pedofauna: interpretazione delle interrelazioni e chiavi di riconoscimento*. Sherwood. 2005. 112. P. 33–39. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00496568/document>
43. Guo L. B., Gifford R.M. Soil carbon stocks and land use change: A metaanalysis // *Global Change Biology*. 2002. 8. P. 345–360. <https://doi.org/10.1046/j.1354-1013.2002.00486.x>
44. Haddaway N.R., Hedlund K., Jackson L.E., Kätterer T., Lugato E., Thomsen I K., Jørgensen H.B., Isberg P.-E. How does tillage intensity affect soil organic carbon? // *A systematic review. Environmental Evidence*. 2017. 6. P. 30. <https://doi.org/10.1186/s13750-017-0108-9>
45. Hassink J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles // *Plant and Soil*. 1997. Vol. 1(191). P. 77–87. <https://doi.org/10.1023/A:1004213929699>
46. IUSS Working Group WRB. *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. World Soil Resources Reports. № 106. FAO, Rome, 2014, update 2015. 181 p.
47. Lehmann J., Bossio D.A., Kogel-Knabner I., Rillig M.C. The concept and future prospects of soil health // *Nature Reviews Earth & Environment*. 2020. 1. P. 544–553. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0080-8>
48. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia // *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 116. P. 106490. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106490>
49. Mann L.K. Changes in soil carbon storage after cultivation // *Soil Science*. 1986. 142. P. 279–288. <https://doi.org/10.1097/00010694-198611000-00006>
50. Tan W., Zang R., Cao H., et al. Soil inorganic carbon stock under different soil types and land uses on the Loess Plateau region of China // *Catena*. 2014. Vol. 121. P. 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.04.014>
51. Tashkuziev M., Shadieva N. Conditions and factors of humus formation in soils of mountain and foothill // *TPACEE-2021: E3S Web of Conferences 284, 02008*. 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20212840200>

Поступила в редакцию 21.03.2022

Принята 25.08.2022

Опубликована 25.08.2022

Сведения об авторах:

Ахатов Абдусамад – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории «Защита водных и земельных ресурсов» Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Государственном комитете Республики Узбекистан по экологии и охране окружающей среды (г. Ташкент, Узбекистан); ekologiya58@mail.ru

Бурiev Салимжан Самеджанович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Государственном комитете Республики Узбекистан по экологии и охране окружающей среды (г. Ташкент, Узбекистан); eco_nii@uznature.uz

Нурматова Виктория Борисовна – младший научный сотрудник лаборатории «Защита водных и земельных ресурсов» Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Государственном комитете Республики Узбекистан по экологии и охране окружающей среды (г. Ташкент, Узбекистан); nurmatoffkennel@gmail.com

Жураев Ганишер Абдиназарович – младший научный сотрудник лаборатории «Защита водных и земельных ресурсов» Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Государственном комитете Республики Узбекистан по экологии и охране окружающей среды (г. Ташкент, Узбекистан); Ganisher73@yahoo.com

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

HUMUS IN THE BROWN SOILS OF THE MOUNTAIN PASTURES OF UZBEKISTAN

© 2022 A. Akhatov , S. S. Buriev , V. B. Nurmatova , G. A. Juraev 

Research Institute of Environment and Environmental Protection Technologies at the State Committee for Ecology and Environment Protection of the Republic of Uzbekistan

E-mail: nurmatoffkennel@gmail.com

The aim of the study: assessment of humus content and its distribution in the profile of brown soils of mountain pastures in Uzbekistan.

Location and time of the study. Soil pits were cut in the Republic of Uzbekistan in seven agricultural regions, widely used in agriculture: Tashkent region, Bustonlik district; Jizzakh region, Zomin district; Samarkand region, Nurabad district; Navoi region, Nurata district; Kashkadarya region, Kitab district; Surkhandarya region, Sherabad district; Namangan region, Papal district. The study was carried out in 2019-2021.

Methods. Field studies, sampling and sample preparation were carried out in accordance with the generally accepted methods: soil organic carbon content was measured by bichromate digestion, carbonate content was determined by acidimetric method and soil inorganic carbon content was calculated by subtracting from the total content of carbonates. Silty fractions were isolated by centrifugation. Humus differentiation into reserves and their estimation was carried out according to the method proposed by one of the authors.

Main results. The studied brown soils of mountain pastures of Uzbekistan are characterized by loamy granulometric composition, with a clay fraction not exceeding 20%. The content of carbonates is low (2.5–9%), with the maximum amount in the carbonate horizon. Soils are slightly leached. The total humus content in the upper horizon varies from 1% to 6.6%. The dependence of soil humus content on the slope exposure was noted: the soils of the more humid northern and western slopes contain more humus than the southern and eastern ones. In addition, the humus content is significantly affected by erosion. To assess the nature of changes in the organic matter of the brown soils during their agricultural use, humus of the near, labile and potential reserves (as percentage of the total content) was isolated for the first time. It was revealed that humus of potential reserve prevails in soils (35.5-90%). Its vertical distribution is characterized by a sharp decrease in the sub-humus part, while the humus of the near and labile reserves is distributed evenly in the profile, without a pronounced dependence on external conditions and the degree of disturbance. The proportion of insoluble organic substances in the total humus content ranged from 0.39 to 86%, of sparingly soluble organic substances - from 3 to 100%. There is a relationship between the amount of sparingly soluble and insoluble organic matter in the upper horizon and the degree of soil erosion.

Conclusion. The distribution of humus and its reserves in the brown soils of the mountain pastures of Uzbekistan is uneven and strongly affected by erosion. The loss of near and labile humus reserves leads to a decrease in the content of total humus. Further study of humus features, humus accumulation and restoration in brown soils is important for the development of recommendations for the rational use, anti-erosion protection and increasing the productivity of mountain pastures in Uzbekistan.

Key words: mountain brown soils; humus reserves; carbonates, silty fractions; organic matter; sustainable land use

Citation: Akhatov A., Buriev S.S., Nurmatova V.B., Zhuraev G.A. Humus of the brown soils of the mountain pastures of Uzbekistan // *The Journal of Soils and Environment*. 2022. 5(3). e174. DOI: [10.31251/pos.v5i3.174](https://doi.org/10.31251/pos.v5i3.174) (in Russian with English abstract)

REFERENCES

1. Abdullaev U.V., Khasankhanova G.M., Ibragimov R., Taryanikova R.V., Pankova E.I. *Experience in applying FAO approaches and methods to restore the productivity of degraded lands and sustainable land use in Uzbekistan*. Land resources and food security in Central Asia and Transcaucasia. Rome: FAO, 2016, Part 2, p. 229–247. <https://istina.msu.ru/workers/53596421/>
2. Abdurahmanov N.Yu. *Scientific bases of assessment of fertility of irrigated and dry soils*. Abstract diss. of the Cand. of Biol. Sci. Tashkent, 2019, 69 p. (in Uzbekistan)
3. Arinushkina E.V. *Procedures for soil analysis*. Moscow: Moscow State University press, 1970, 487 p. (in Russian)
4. Askarov Kh.Kh., Yuldashev G., Marufjonov A.M. Humus, organic and mineral carbon in irrigated meadow-saz soils, *Central Asian journal of theoretical and applied sciences*, 2021, No. 2 (12), p. 374–379. <https://www.academia.edu/36403019>
5. Akhatov A. *Humus and its reserve forms*. Tashkent: Navruz, 2021, 118 p. (in Uzbekistan)

6. Boitsova L.V. Puhalsky Ya.V. Dynamics of total organic matter content and mobile and inert forms of soil organic matter in loamy-sand spodosol with different levels of fertility, *Agrophysics Journal*, 2013, No. 2 (10), p. 14–22 (in Russian)
7. Genusov A.Z., Gorbunov B.V., Kimberg N.V. *Classification and diagnostics of soils in Uzbekistan*. In the book: Genesis, geography and melioration of soils in Uzbekistan. Tashkent, 1972, p. 3–49. (in Russian)
8. Gorbunov N.I. *Mineralogy and physical chemistry of soils*. Moscow: Nauka, 1978, 292 p. (in Russian)
9. Dushofur F. *Fundamentals of soil science*. Ed. 2, Paris, 1965, 614 p.
10. Law of the Republic of Uzbekistan, No. ZRU-538, 05/20/2019 "About pastures".
11. Ziyamukhamedov I.A. The content and composition of organic matter in some virgin and irrigated soils of Uzbekistan. *Report High school. Moscow: Biological Sciences*, 1970, No. 1, p. 68–73. (in Russian)
12. Ivanov I.V., Kudayarov V.N. *Evolution of soils and soil cover*. Moscow: Geos, 2015, 928 p. (in Russian)
13. Kadirova D.A., Zabiroy F.M., Ananova K.K. Morphogenesis of soils in the middle mountains of the southern spurs of the Gissar Range and the influence of erosion processes on them, *Science Review*, March 2018, Vol. 3 (10), p. 17–20. <https://www.academia.edu/36403019> (in Russian)
14. Kuziev R.K. *Irrigated soils of the gray earth belt of Uzbekistan, their ecological state and fertility*. Abstract diss. of the Dr. of Biol. Sci. Tashkent: GosNIIPA, 1994, 34 p. (in Russian)
15. Kuziev R.K., Gafurova L.A., Abdrakhmonov T.A. *Soil resources of Uzbekistan and the issues of food security*. Land resources and food security of Central Asia and Southern Caucasus. Rome: FAO, 2016. P.2. P. 75-128. http://www.cawater-info.net/bk/land_law/files/a-i5914b.pdf (in Russian)
16. Makhmudova D.G. *Humus formation in the main soils of the Karshi steppe*. Abstract diss. of the Cand. of Agric. Sci. Tashkent, 1974, 24 p. (in Russian)
17. *Methods of agrochemical, agrophysical and microbiological research in the field of cotton*. Tashkent: Soyuz NIXI, 1963, 440 p. (in Russian)
18. Normuratov O., Zakirov H., Chorjeva Sh., Nurullayev A., Abdurahmonova Yu., Bollyev A. Soil-climatic conditions of Surchandarium, *Universum: Chemistry and Biology*, 2018, No. 6 (48). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/5948> (accessed on 01/03/2022). (in Russian)
19. Orlov D.S. *Soil humic acids*. Moscow: MGU, 1974, 333 p. (in Russian)
20. *Soils of Uzbekistan*. Tashkent: FAN, 1975, 222 p. (in Russian)
21. Raupova N.B. Group and fractional composition of humus in mountain brown leached soils. *Tashkent Uzbekiston Agrarian Fani Xabarnomasi*, 2018, No. 1 (71), p. 117–120. URL: <http://agriculture.uz/filesarchive/AgrarJournal12018.pdf#page=117> (accessed on 01.03.2022). (in Uzbekistan)
22. Raupova N.B., Abdullaev S.A. Mineral-brown carbonate soils of Western Tian Shan, their agrochemical properties and humus condition, *Bulletin of Science and Practice*, 2018, Vol. 4, No. 2, p. 153–161. DOI: [10.5281/zenodo.1173148](https://doi.org/10.5281/zenodo.1173148). (in Russian)
23. Rozanov B. G. *Morphology of soils*. Moscow: Moscow State University, 1983, 320 p. (in Russian)
24. Ruzmetov M.I. Current state of pastures and mountain brown soils of Uzbekistan, *Land of Uzbekistan*, Tashkent. 2021, 2, p. 28–37. (in Uzbekistan)
25. Sobolev S.S. *Protection of soils from erosion and increase of their fertility*. Moscow: Selkhozizdat, 1961, 231 p. (in Russian)
26. Agriculture Development Strategy of the Republic of Uzbekistan for 2020-2030: Decree of the President of the Republic of Uzbekistan, dated October 23, 2019 No. UP-5853. (in Uzbekistan)
27. Tyurin I.V. *Soil organic matter and its role in soil formation and fertility: the study of soil humus*. Moscow: Selkhozgiz, 1937, 289 p. (in Russian)
28. Fakhruddinova M.F. *Soils of the northern part of the Turkestan Range (for example, the soils of the Zaamin Reserve)*. Abstract diss. of the Cand. of Biol. Sci. Tashkent: GosNIIPA, 1998, 28 p. (in Russian)
29. Chub V.E. *Climate change and its impact on hydrometeorological processes, agro-climatic and water resources of the Republic of Uzbekistan*. Tashkent: NIGMI, 2007, 132 p.
30. Shaimukhamedov M.Sh., Voronina K.A. Method of fractionation of organo-clay soil complexes using laboratory centrifuges, *Soil science*, 1972, No. 8, p. 134–138. (in Russian)
31. Shodieva N.I. *The humus state of soils of vertical zonality, the study of the process of the mechanism of formation of humus substances (on the example of the Turkestan mountain range)*. Abstract diss. of the Dr. of Biol. Sci. Tashkent, 2018, 27 p. (in Russian)
32. Shukurov E.D., Mitropolsky O.V., Talsku V.N., Zholdubaeva L.I., Shevchenko V.V. *The atlas of biological diversity of Western Tan-Shan*. Bishkek, 2005. 105 p.
33. Yusupov, S., Mukimov T., Khamraev A. *Pasture management strategy in Uzbekistan*. Collection of materials "Problems and solutions for the sustainable use of pasture resources", Kazakhstan, Astana, 2010, p. 106-113.
34. Akhatov A., Gafurov B. Distribution of forms of humus reserves in the soils of spreaded sierozem zones, *Sustainable Agriculture Journal*, 2019, No. 3-4 (4), p. 4–6. [http://sa.ttiame.uz/storage/web/source/1/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2/3-4\(4\)2019.pdf](http://sa.ttiame.uz/storage/web/source/1/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2/3-4(4)2019.pdf)
35. Akhatov A., Gafurov B., Jakhonov A., Khalimbetov A. *Distribution of the forms of reserves of humus in typical serozems formed in geomorphological areas Tashkent-Keles*. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 869, No. 4, p. 042018), 2020. IOP Publishing. DOI: [10.1088/1757-899X/869/4/042018](https://doi.org/10.1088/1757-899X/869/4/042018)

36. Chen T., Bao A., Jiapaer G., Guo H., Zheng G., Jiang L., Chang C., Tuerhanjanget L. Disentangling the relative impacts of climate change and human activities on arid and semiarid grasslands in Central Asia during 1982–2015, *Science of the Total Environment*, 2019, Vol. 653, p. 1311–1325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.058>
37. Chen T., Tang G., Yuan Y., Guo H., Xu Z., Jiang G., Chen X. Unraveling the relative impacts of climate change and human activities on grassland productivity in Central Asia over last three decades, *Science of the Total Environment*, 2020, Vol. 743, p. 140649. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140649>
38. Davidson E.A., Ackerman I.L. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils, *Biogeochemistry*, 1993, 20, p. 161–193. <https://doi.org/10.1007/BF00000786>
39. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F., Stewart B.A. Defining soil quality for a sustainable environment, *Soil Science Society of America Journal*, 1994, Vol. 35, p. 3–21. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35>
40. Dou X., Ma X., Zhao C., Li J., Yan Y., Zhu J. Risk assessment of soil erosion in Central Asia under global warming, *Catena*, 2022, Vol. 212, p. 106056. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106056>
41. Franzluebbers A. Root-zone soil organic carbon enrichment is sensitive to land management across soil types and regions, *Soil Science Society of America Journal*, 2022, 86, p. 79–90. <https://doi.org/10.1002/saj2.20346>
42. Galvan P., Ponge J-F., Scattolin L., Franco V., Augusto Z. *Le forme di humus e la pedofauna: interpretazione delle interrelazioni e chiavi di riconoscimento*. Sherwood, 2005, 112, p. 33–39. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00496568/document>
43. Guo L. B., Gifford R.M. Soil carbon stocks and land use change: A metaanalysis, *Global Change Biology*, 2002, 8, p. 345–360. <https://doi.org/10.1046/j.1354-1013.2002.00486.x>
44. Haddaway N.R., Hedlund K., Jackson L.E., Kätterer T., Lugato E., Thomsen I K., Jørgensen H.B., Isberg P.-E. How does tillage intensity affect soil organic carbon? A systematic review. *Environmental Evidence*, 2017, 6, p. 30. <https://doi.org/10.1186/s13750-017-0108-9>
45. Hassink J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles, *Plant and Soil*, 1997, Vol. 1 (191), p. 77–87. <https://doi.org/10.1023/A:1004213929699>
46. IUSS Working Group WRB. *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. World Soil Resources Reports. № 106. FAO, Rome, 2014, update 2015. 181 p.
47. Lehmann J., Bossio D.A., Kogel-Knabner I., Rillig M.C. The concept and future prospects of soil health, *Nature Reviews Earth & Environment*, 2020, 1, p. 544–553. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0080-8>
48. Li J., Chen H., Zhang C. Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia, *Ecological Indicators*, 2020, Vol. 116, p. 106490. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106490>
49. Mann L.K. Changes in soil carbon storage after cultivation, *Soil Science*, 1986, 142, p. 279–288. <https://doi.org/10.1097/00010694-198611000-00006>
50. Tan W., Zang R., Cao H., et al. Soil inorganic carbon stock under different soil types and land uses on the Loess Plateau region of China, *Catena*, 2014, Vol. 121, p. 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.04.014>
51. Tashkuziev M., Shadieva N. Conditions and factors of humus formation in soils of mountain and foothill, *TPACEE-2021: E3S Web of Conferences* 284, 02008, 2021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20212840200>

Received 21 March 2022

Accepted 25 August 2022

Published 25 August 2022

About the author(s):

Akhatov Abdusamad – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Laboratory "Protection of Water and Land Resources" of the Research Institute of Environment and Environmental Protection Technologies at the State Committee for Ecology and Environment Protection of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan); ekologiya58@mail.ru

Buriev Salimjon Samedzhanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Director of the Research Institute of Environment and Environmental Protection Technologies at the State Committee for Ecology and Environment Protection of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan); eco_nii@uznature.uz

Nurmatova Victoriya Borisovna – Junior Researcher of the Laboratory "Protection of Water and Land Resources" of the Research Institute of Environment and Environmental Protection Technologies at the State Committee for Ecology and Environment Protection of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan); nurmatoffkennel@gmail.com

Juraev Ganisher Abdinazarovich – Junior Researcher of the Laboratory "Protection of Water and Land Resources" of the Research Institute of Environment and Environmental Protection Technologies at the State Committee for Ecology and Environment Protection of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan); Ganisher73@yahoo.com

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)