

ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД В ПОЧВАХ ВНУТРИГОРНОГО ДАГЕСТАНА

**Ш.К. Салихов, Г.Н. Гасанов, Ж.О. Кичева, М.А. Яхияев,
Р.З. Усманов**

*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН,
Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45, 367000, Россия,
email: salichov72@mail.ru*

Органический углерод является важным показателем плодородия почвы, играющим жизненно важную роль в связывании CO₂. Запасы органического углерода в почвах являются основным ресурсом, снижение которого является одним из универсальных показателей деградации почв. Целью данного исследования было определение содержания и запасов органического углерода в почвах северной и южной экспозиций Внутригорного Дагестана. Впервые изучены плотность, содержание и запасы органического углерода на склонах северной и южной экспозиций, по гипсометрическим отметкам в пределах ландшафтных микрозон Внутригорного Дагестана. Плотность почв южного склона была выше плотности почв северного, причем разница была больше на вершине склона и составила для слоя 0–20 см – 3,91 %; для слоя 20–40 см – 8,67 %; для слоя 40–60 см – 3,81 %. Содержание органического углерода на склоне северной экспозиции было выше, на обоих склонах содержание его увеличивалось в направлении от низины склона до его вершины, например, в весенний период: от 1,99 до 9,52 % в слое 0–20 см; от 18,22 до 6,29 % в слое 20–40 см; от 8,65 до 1,77 % в слое 40–60 см. Запасы органического углерода значительно различались по склонам, преобладая на склоне северной экспозиции: в слое 0–20 см различие варьировало от 67,54 до 76,78 %; в слое 20–40 см – от 64,47 до 81,51 %; в слое 40–60 см – от 60,45 до 67,49 % в зависимости от сезона года и точки отбора.

Ключевые слова: экспозиция склона; ландшафтные микрозоны; почва; сезоны года; влажность почвы; плотность почвы; запасы органического углерода.

Почвенные ресурсы являются важнейшим компонентом наземных биогеоценозов, мощным аккумулятором энергии на Земле, регулятором состава атмосферы и гидросферы. Органический углерод почвы является ключевым показателем плодородия почвы, играющий жизненно важную роль в связывании CO₂ и других парниковых газов [1]. Запасы органического углерода в почвах являются основным планетарным ресурсом, снижение которого является одним из универсальных показателей деградации почв [2].

Существенное место в формировании почв занимает экспозиция и крутизна склонов, которые являются одними из важных факторов рельефа, играющих существенную роль в формировании запасов углерода, путем изменения режима поступления света, температуры, влаги, количества растительных остатков [3].

Склоны южной ориентации по сравнению с северными, как правило, отличаются меньшими (в 1,6 раза) запасами влаги в почве и большим количеством получаемой солнечной радиации (на 24 %) [4, 5]. В результате такой дифференциации на разноориентированных склонах создаются неравнозначные микроклиматические условия, определяющие разную направленность и интенсивность почвообразовательных процессов. Рельеф местности определяет степень и интенсивность такого фактора, воздействующего на почвенное плодородие, как водная эрозия. На южных склонах в связи с большим притоком солнечной радиации интенсивность снеготаяния выше, чем на северных, причем она увеличивается по мере возрастания крутизны склона. Это обуславливает более интенсивный смыл почвы с южных склонов. Склоны дифференцируются на разнокачественные ландшафтные микрозоны, в совокупности образующие парагенетические геосистемы или катены.

Мониторинг показателей почвенного покрова подразумевает прежде всего определение параметров общего азота и органического углерода отличающихся в зависимости от типа почвы, склоновой экспозиции, положения на катене, временного интервала [6-8].

Цель нашего исследования – определение содержания и запасов органического углерода в почвах северной и южной экспозиций Внутригорного Дагестана.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены в 2022 г. на 6-ти пробных площадях двух полигон-трансект северного и южного склонов хребта Чакулабек, на территории Внутригорного Дагестана (Цудахарская экспериментальная база Горного ботанического сада Дагестанского ФИЦ РАН (1000 м н.у.м.)), в условиях заповедного режима.

Объектом исследования были почвы северной экспозиции – горная лугово-лесная карбонатная маломощная, эродированная тяжелосуглинистая на делювиальных карбонатных отложениях, южной экспозиции – горная лугово-степная на карбонатных отложениях сильно эродированная тяжелосуглинистая на делювиальных плотных известняковых отложениях.

Для определения содержания органического углерода из почвенных разрезов послойно, через каждые 20 см, отобраны образцы, в которых проведено определение углерода методом Тюрина, путем окисления органического вещества смесью $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и последующего определения на спектрофотометре КФК-2МП. На всех изученных участках определена

плотность почвы на глубинах 0–20, 20–40, 40–60 см в трехкратной повторности для расчета запасов органического углерода.

Запасы углерода вычислены по формуле:

$$Q = (m \times h \times d),$$

где Q – запасы органического углерода (кг/га) для почвенного слоя; m – содержание органического углерода, %; h – мощность почвенного слоя (см); d – плотность почвенного слоя, г/см³.

Результаты исследования. Полученные результаты изучения почв в исследуемом районе показали различие параметров почв в зависимости от места расположения экспериментальных участков (табл. 1, 2).

Таблица 1

Показатели почв на северном склоне (ЦЭБ ГорБС ДФИЦ РАН)

Глубина, см	Низина склона			Середина склона			Вершина склона		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
Плотность, г/см ³									
0-20	1,06	1,08	1,07	1,04	1,06	1,05	1,02	1,03	1,02
20-40	1,16	1,17	1,15	1,12	1,14	1,13	1,07	1,09	1,07
40-60	1,34	1,35	1,34	1,32	1,31	1,32	1,31	1,32	1,31
Влажность, %									
0-20	20,7	18,6	19,5	21,1	19,0	19,7	22,5	19,4	19,8
20-40	18,5	17,2	18,3	18,9	17,9	18,5	19,6	18,3	18,7
40-60	18,9	17,6	18,6	19,3	18,2	18,8	19,8	18,5	18,9
Содержание углерода, %									
0-20	2,63	2,09	2,34	2,69	2,3	2,41	2,94	2,51	2,63
20-40	1,56	1,46	1,49	1,85	1,7	1,81	1,97	1,73	1,84
40-60	0,6	0,59	0,58	0,66	0,62	0,59	0,67	0,65	0,6
Запасы углерода, т/га									
0-20	55,76	45,14	50,01	55,95	48,76	50,61	59,98	51,71	53,65
20-40	36,19	34,16	34,27	41,44	38,76	40,91	42,16	37,71	39,38
40-60	16,08	15,93	15,54	17,42	16,24	15,58	17,55	17,16	15,72

Плотность почв как северного, так и южного склонов увеличивалась с глубиной. Также происходило увеличение плотности в направлении от вершины склонов к их низинам. Плотность почв южного склона была выше почв северного, причем разница больше на вершине склона и составила для слоя 0–20 см – 3,91 %; для слоя 20–40 см – 8,67 %; для слоя 40–60 см – 3,81 %.

В отличие от плотности почв, влажность увеличивалась от низины склона к его вершине. Влажность почв была выше на склоне северной экспозиции и составила разницу в слое 0–20 см – от 35,26 до 52,76 %; в слое 20–40 см – от 5,71 до 18,06 %; 40–60 см – от 14,81 до 22,98 % в зависимости от сезона года и высотных отметок. На обоих склонах максимум влажности наблюдался весной, с уменьшением летом и незначительным увеличением осенью, относительно лета.

Таблица 2

Показатели почв на южном склоне (ЦЭБ ГорБС ДФИЦ РАН)

Глубина, см	Низина склона			Середина склона			Вершина склона		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
Плотность, г/см ³									
0-20	1,07	1,09	1,08	1,06	1,08	1,08	1,06	1,07	1,06
20-40	1,18	1,21	1,20	1,19	1,19	1,18	1,16	1,18	1,17
40-60	1,37	1,38	1,37	1,35	1,37	1,36	1,36	1,37	1,36
Влажность, %									
0-20	15,3	12,4	13,5	15,6	12,6	13,9	15,8	12,7	14,1
20-40	17,5	14,9	16,1	17,5	15,2	16,2	17,6	15,5	16,3
40-60	16,3	15,2	16,2	16,6	15,8	16,3	16,1	15,9	16,4
Содержание углерода, %									
0-20	1,76	1,59	1,68	1,88	1,64	1,78	1,94	1,68	1,76
20-40	1,25	1,01	1,03	1,32	1,05	1,12	1,35	1,08	1,12
40-60	0,37	0,35	0,36	0,39	0,37	0,38	0,42	0,39	0,39
Запасы углерода, т/га									
0-20	37,66	34,66	36,29	39,86	35,42	38,45	41,13	35,95	37,31
20-40	29,5	24,44	24,72	31,42	24,99	26,43	31,32	25,49	26,21
40-60	10,14	9,66	9,86	10,53	10,14	10,34	11,42	10,69	10,61

Содержание органического углерода преобладало на склоне северной экспозиции. На обоих склонах содержание его увеличивалось в направлении от низины склона до вершины, например, в весенний период: от 1,99 до 9,52 % в слое 0–20 см; от 18,22 до 6,29 % в слое 20–40 см; от 8,65 до 1,77 % в слое 40–60 см.

Запасы органического углерода в почвах участков соответственно плотности и содержанию углерода различались (табл. 1, 2). Запасы органического углерода значительно различались по склонам, преобладая на склоне северной экспозиции: в слое 0–20 см различие варьировало от 67,54 до 76,78 %; в слое 20–40 см – от 64,47 до 81,51 %; в слое 40–60 см – от 60,45 до 67,49 % в зависимости от сезона года и точки отбора.

Данные нашего изыскания в целом согласуются с итогами исследования А.А. Проценко с соавт. [9], которые при исследовании свойств почв

заповедных сообществ Центрально-Черноземного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина (Стрелецкий участок) выявили, что почвы северного склона заповедного участка богаче по запасам гумуса, общего азота по сравнению с почвами южного склона.

Библиографические ссылки

1. *Lal R.* Sequestering carbon and increasing productivity by conservation agriculture // *Journal of soil and water conservation*. 2015. Vol. 70, N 3. P. 55A–62A.
2. *Lorenz K., Lal R., Ehlers K.* Soil organic carbon stock as an indicator for monitoring land and soil degradation in relation to United Nations' Sustainable Development Goals // *Land Degrad Dev*. 2019. Vol. 30, N 7. P. 824–838.
3. *Наконечная М. А., Явтушенко В. Е.* Различия агроэкологических условий на склонах южной и северной экспозиций Центрально-Черноземной области // *Почвоведение*. 1988. № 10. С. 27–36.
4. *Чуян Г. А., Ермаков В. В., Чуян С. И.* Агрохимические свойства типичного чернозема в зависимости от экспозиции склона // *Почвоведение*. 1987. № 12. С. 39–46.
5. *Дергачева М. И., Ондар Е. Э., Захарова Е. Г.* Гумусовые профили горно-каштановых почв сложной катены (Центральная Тува) // *Сибирский экологический журнал*. 2010. № 3. С. 429–436.
6. *Мамаева Е. В., Галицкая П. Ю., Шафигуллин Б. У., Селивановская С. Ю.* Агрохимические и биологические характеристики склоновых почв // *Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки*. 2012. № 3. С. 148–157.
7. *Винокуров И. Ю., Окорков В. В., Чернов О. С., Бибик Т. С., Корчагин А. А., Щукин И. М.* Влияние рельефа на содержание гумуса, элементов питания и водопрочных агрегатов в серых лесных почвах Владимирского Ополя // *Успехи современного естествознания*. 2019. № 1. С. 30–38.
8. *Шабанов Д. А., Мустафаева З. Р., Холина Т. А.* Экологический мониторинг показателей плодородия почв летних пастбищ северо-восточной части большого Кавказа // *Endless Light in Science*. 2022. № 3. С. 292–296.
9. *Проценко А. А., Гридасова О. В., Проценко Е. П., Караулова Л. Н., Лукьянчикова О. В., Протасова М. В., Неведров Н. П.* Изменения физико-химических свойств чернозема типичного на склонах Центрально-Черноземного заповедника в зависимости от экологических факторов // *Auditorium*. 2015. № 1 (5). С. 61–65.