

ХИМИЯ ПОЧВ

МРНТИ 68.05.43

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_2_5

А. Ахатов¹, У. Нуралиев¹, С. Буриев², В. Нурматова^{2*}**ПОКАЗАТЕЛИ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕЛИННЫХ И ОРОШАЕМЫХ
СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ ХОРЕЗМСКОГО ВИЛОЯТА УЗБЕКИСТАНА**¹Государственное учреждение “Центральная испытательная лаборатория”,
100167, Ташкент, ул. Локомотивная, 10, Узбекистан²Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных
технологий при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения
климата Республики Узбекистан, 100043, Ташкент, пр. Бунёдкор, 7 а, Узбекистан,

*e-mail:nurmatoffkennel@gmail.com

Аннотация. Дана оценка содержания гумуса, элементного состава и оптической плотности гуминовых кислот в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана. Изученные пустынные целинные и орошаемые почвы характеризуются легким и среднесуглинистым гранулометрическим составом, пылевато-зернистой структурой, слабощелочной реакцией. Карбонаты присутствуют в небольших количествах - 3,10-10,60%. Общее содержание гумуса в верхних горизонтах варьирует от 0,19% до 0,76%. В целинных серо-бурых почвах тип гумуса – гуматно-фульватный, в освоенных почвах - гуматный. Степень гумификации органического вещества в новоорошаемых серо-буро-луговых и лугово-болотных почвах выше, чем в целинных серо-бурых и снижается вниз по профилю. Выявлено, что оптическая плотность гуминовых кислот целинной серо-бурой, орошаемых луговых и лугово-болотных почв характеризуется высокими показателями. Процент от суммы элементов гуминовых кислот мало отличается от целинных почв к староорошаемым луговым. В нижних горизонтах окисленность увеличивается в 1,02 раза по сравнению с другими исследуемыми почвами. Впервые определен элементный состав гуминовых кислот в целинных и орошаемых почвах пустынной зоны Ташсакинского массива Хорезмского вилоята. Элементный состав гуминовых кислот показал окисляемость гуминовых кислот, которая уменьшается сверху вниз по профилю, что связано с особенностями генезиса исследуемых почв, давностью орошения и степенью окультуренности этих почв.

Ключевые слова: гумус, гуминовые кислоты, элементный состав, степень гумификации, оптическая плотность, давность орошения.

ВВЕДЕНИЕ

Гумус является ключевым компонентом почвы, влияющим на продуктивность экосистем. Он контролирует широкий спектр процессов, включая потоки парниковых газов, круговорот питательных веществ, инфильтрацию и удержание воды [1, 2]. Вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот, их интенсивное использование обуславливает утрату почвенного плодородия [3-6].

Гумусное состояние почв - это совокупность различных форм, химического состава, процессов трансформа-

ции и миграции органического вещества в генетическом профиле почв. К достоинствам термина следует отнести его крайности и специфичность. Недостатком можно считать то, что более узкое понятие «гумусное» включает в себя весь комплекс процессов, признаков и свойств, охватывающих все органическое вещество почв. В сравнении с черноземами [7], содержание органического вещества в почвах лугового типа, характер его распределения по профилю, состав и свойства изучены слабее. Наиболее важными признаками устойчивости гумусного состояния почв

служат совокупность таких показателей, как содержание углерода (гумуса) и его природное варьирование, распределение гумуса по профилю, запасы гумуса, обогащенность азотом, биологическая активность почв, антропогенный фактор и другие. Степень гумификации органического вещества, это - очень важный показатель гумусного состояния почв. Достаточно надежного метода экспериментального определения степени гумификации до настоящего времени нет. Согласно смыслу самого понятия степени гумификации, оно должно характеризовать долю гумусовых веществ в составе органического вещества почв. В связи с тем доля «гумина» более или менее постоянна и зависит скорее от механического состава почв, чем от природы гумуса, и вряд ли целесообразно учитывать его при определении степени гумификации. Фульвокислоты также не могут быть критерием гумифицированности почв, так как они, обычно, несут в своем составе примесь неспецифических органических веществ, очистка от которых хотя и возможна, но достаточно трудоемка [8]. Наиболее целесообразно определять степень гумификации по доле гумусовых кислот в составе органического вещества почв, выражая ее в процентах. Обогащенность органического вещества азотом отчетливо показывает отношение C:N. Процесс трансформации органических остатков сопровождается обогащением гумусовых веществ азотом. Этот показатель дает суммарную характеристику, но не позволяет судить о формах азотосодержащих компонентов. В частности, на эту величину могут влиять как белковые компоненты микроорганизмов, так и фиксированный минералами аммонийный азот. Однако, характер изменения отношения C:N в процессе гумификации однозначен, и помимо резервов азота может харак-

теризовать и степень гумификации органического вещества.

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. Тематика гумусного состояния почв остается по-прежнему актуальной, учитывая современный тренд изменения климата в регионе [9]. Особенный интерес вызывает проблема истощения запасов гумуса, причин и факторов дегумификации целинных и орошаемых почв, которые широко распространены в Хорезмском вилояте Узбекистана и составляют существенную часть земельного фонда страны.

Цель исследования - оценка содержания гумуса, его распределение, элементный состав гумусовых кислот, их оптическая плотность в профиле целинных и орошаемых почв Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Районы и объекты исследования. Исследования проводились в Хорезмском вилояте республики Узбекистан в 2021-2023 гг. В качестве объекта исследования выбраны земли различные по степени давности орошения, используемые для выращивания сельскохозяйственных культур: целинная серо-бурая, новоорошаемая серо-бурая, новоорошаемая серо-буро-луговая, новоорошаемая лугово-болотная, староорошаемая луговая староречья Даудан.

Климатические условия района отличаются резкой континентальностью, абсолютный температурный максимум +45°C, абсолютный минимум -30°C. Суммарная радиация в горах до 7000 МДж/м². Количество осадков варьирует от 80 до 200 мм, отчетливо

выражен весенний максимум выпадения осадков до 200 мм, на летний период приходится минимум влаги (менее 100 мм). Зимы теплые, короткие, с незначительным и неустойчивым снежным покровом, наблюдаются и суровые зимы, когда замерзают реки, а минимальные температуры воздуха снижаются до -35°C . Весна – короткая и ранняя: в апреле устанавливается теплая погода, в мае наступает летний период. Лето на равнине – долгое, жаркое, безоблачное, сухое и пыльное. Самый жаркий месяц – июль, иногда август. Максимальная температура воздуха достигает 50°C . Осень наступает в сентябре: начинают выпадать дожди, температура воздуха понижается, в конце октября возможны заморозки [10].

Методы исследования. В задачи исследования входило полевое изучение морфологических профилей почв, отбор почвенных образцов, лабораторно-аналитические работы. Полевые исследования, отбор образцов и пробоподготовка выполнены в соответствии с общепринятыми методиками [11]. В образцах определяли общее содержание органического углерода и гумуса по методу И.В. Тюрина [12]; групповой состав гумуса по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [13]; качественный состав гумуса классифицировался согласно методических указаний С.Н. Рыжова и М.М. Ташкузиева [14]; гумусное состояние почв определялось по методике Л.А. Гришиной [15]; элементный состав гумусовых кислот определялся расчетным способом по методике А. Ахатова [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общее содержание гумуса в верхнем горизонте изученных серо-бурых почв варьирует от 0,1926 до 0,7661% (таблица 1). Тип гумуса определен как гуматно-фульватный в целинных серо-бурых почвах и гуматный в остальных почвенных разностях. Максимальное количество углерода сосредоточено в

верхнем слое от 0,1117 до 0,444%, при этом на глубине около 1 м количество гумуса варьирует от 0,066 до 0,379%.

Рассмотренные почвы имеют высокое содержание углерода и очень узкое отношение Н:С, что свидетельствует об участии полимеризованных ароматических структур в строении молекул гуминовых кислот. На 1 атом углерода приходится 1,005 атомов водорода, почти один к одному. Если смотреть на формулу $\text{C}_{187}\text{H}_{186}\text{O}_{89}$, препарат гуминовых кислот содержит 187 атомов углерода и 186 атомов водорода, из этого можно сделать вывод, что на один атом углерода в молекуле гуминовых кислот кроме водорода и другие элементы присоединяются как группы ОН, NH_2 . В нижних горизонтах новоорошаемых лугово-болотных и серо-бурых почв заметно возрастает степень окисленности гуминовых кислот, которая выражается положительными величинами. Полученные данные показывают, что гуминовые кислоты лугово-болотных и серо-бурых почв представлены окисленными серыми гуминовыми кислотами, что вполне согласуется со сложившимися представлениями.

В сравнении с черноземами изученные почвы пустынной зоны отличаются по содержанию углерода и узкому отношению Н:С, что свидетельствует об участии полимеризованных ароматических структур в строении молекул гуминовых кислот последних. В исследуемых почвах степень окисленности гуминовых кислот почти стабильна. По данным Е.М. Самойловой и Л.М. Дмитракова [17], гуминовые кислоты типичных черноземов и черноземно-луговых почв в верхнем горизонте мало отличаются по элементному составу. Наши исследования показали, что элементный состав гуминовых кислот резко отличается в целинных и староорошаемых луговых почвах (таблица 1).

Степень гумификации органических веществ в некоторых почвах (це-

линая и новоорошаемые) снижается вниз по профилю. Только в новоорошаемой серо-буро-луговой максимальной гумификация (50,0%) органического вещества наблюдается на глубине 22-36 см (таблица 2).

Таблица 1 - Элементный состав гуминовых кислот целинных и орошаемых почв Ташсакинского плато и староречья Даудан, (атомные проценты)

Глубина, см	Гумус, %	С общий, %	*ЭСГК, % к весу почвы				Н:С
			С	N	O	H	
Целинная серо-бурая, P-1							
0-1	0,2017	0,1170	0,0302	0,00172	0,01950	0,00260	0,09
1-8	0,2174	0,1261	0,0272	0,00153	0,01725	0,00230	0,08
8-21	0,2293	0,1330	0,0176	0,00100	0,01117	0,00146	0,08
21-41	0,1660	0,0969	0,0220	0,00124	0,01400	0,00187	0,09
Новоорошаемая серо-бурая, P-2							
0-26	0,5244	0,3042	0,0689	0,00387	0,04370	0,00571	0,08
26-40	0,3314	0,1922	0,0379	0,00213	0,02400	0,00314	0,08
40-70	0,0665	0,0386	0,0039	0,00022	0,00247	0,00032	0,08
Новоорошаемая серо-буро-луговая, P-12							
0-22	0,4224	0,2450	0,0803	0,00451	0,05100	0,0067	0,08
22-36	0,1608	0,0933	0,0469	0,00363	0,02980	0,00389	0,08
36-60	0,1353	0,0785	0,0235	0,00132	0,01490	0,00195	0,08
Новоорошаемая лугово-болотная, P-14							
0-30	0,1926	0,1117	0,0475	0,00267	0,03010	0,00394	0,08
30-40	0,1248	0,0724	0,0234	0,00181	0,01490	0,00194	0,08
40-82	0,1046	0,0607	0,0169	0,00096	0,01070	0,00140	0,08
Старорошаемая луговая староречье Даудан, P-16							
0-30	0,7661	0,4440	0,1078	0,00605	0,06840	0,19120	0,08
30-70	0,5355	0,3106	0,0875	0,00492	0,05550	0,00726	0,08
70-85	0,3789	0,2197	0,0513	0,00288	0,03260	0,00425	0,08
Примечание: *ЭСГК - Элементный состав гуминовых кислот							

Таблица 2 - Содержание гумусовых кислот и гумификация органических веществ в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато и староречья Даудан

Глубина, см	Гумус, %	С общий, %	С к весу почвы, %		% от общего углевода		Сг.к. Сф.к.	Гумификация органических веществ, %
			С _{г.к}	С _{ф.к}	С _{г.к}	С _{ф.к}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Целинная серо-бурая, P-1								
0-1	0,2017	0,117	0,0302	0,0347	25,81	29,7	0,87	27
1-8	0,2174	0,1261	0,0272	0,0453	21,56	35,9	0,60	22
8-21	0,2293	0,1330	0,0176	0,0568	13,23	42,7	0,31	13
21-41	0,1660	0,0969	0,0220	0,0060	12,71	27,18	0,60	23

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Новоорошаемая серо-бурая, P-2								
0-26	0,5244	0,3042	0,0689	0.0339	22,65	11.16	2,03	23
26-40	0,3314	0,1922	0,0379	0.0230	19,72	12.18	0,88	20
40-70	0,0665	0,0386	0,0039	0.0044	10,08	11.45	0,88	10
Новоорошаемая серо-буро-луговая, P-12								
0-22	0,4224	0,2450	0,0803	0.0464	32,77	18.94	1,73	33
22-36	0,1608	0,0933	0,0469	0.0366	50,27	39.27	1,28	50
36-60	0,1353	0,0785	0,0235	0.022	29,94	28.25	1,06	30
Новоорошаемая лугово-болотная, P-14								
0-30	0,1926	0,1117	0,0475	0.0386	42,52	34.57	1,23	43
30-40	0,1248	0,0724	0,0234	0.0171	32,32	23.60	1,37	32
40-82	0,1046	0,0607	0,0169	0.0154	29,84	25.29	1,18	28
Староорошаемая луговая староречье, Даудан, P-16								
0-30	0,7661	0,444	0,1078	0.0499	24,27	11.24	2,16	24
30-70	0,5355	0,3106	0,0875	0.0340	28,17	10.96	2,57	28
70-85	0,3789	0,2197	0,0513	0.0286	23,35	13.04	1,79	23

Степень гумификации органического вещества в целинных серо-бурых, новоорошаемых серо-бурых и староорошаемых луговых не очень высокая, и доля углерода гуминовых кислот от общего углерода составляет более 50,0%. По показателю (Сг.к.:Собщ.), принятому нами в системе показателей гумусного состояния почв [17] степень гумификации снижается с глубиной до 10%. В нижних горизонтах новоорошаемых лугово-болотных почв, степень процесса гумификации выше в 1,02 раза, чем в целинных серо-бурых и староорошаемых лугово-болотных почвах. Обращают на себя внимание полученные данные по степени гумификации органического вещества. Так, в целинной и новоорошаемых почвах (разрезы 1, 2, 12, 14) гумификация снижается с глубиной, а в староорошаемой (разрез 16), напротив, увеличивается, что согласуется с генезисом и давностью орошения этих почв (таблица 2).

Оптическая плотность гуминовых кислот не остается однозначной по всему профилю (таблица 3), причем характер профильных изменений оптической плотности целинной почвы отличается от новоорошаемой. Следовательно, состав гуминовых кислот не остается постоянным в профиле исследуемых почв. Д.С. Орлов [7] отмечал, что в более глубоких горизонтах создаются условия для длительного созревания гуминовых кислот. На глубине 35-45 см оптическая плотность резко возрастает, что может свидетельствовать о нарастании степени конденсированности сетки углеродных атомов. На это явление обратили внимание Е.М. Самойлова и Л.М. Дмитраков [17], получившие аналогичные характеристики изменения оптической плотности по профилю черноземно-луговой почвы. С другой стороны, в почвах, где идут процессы вертикальной миграции, возможно передвижение растворимых гуминовых кислот упрощенного строения вглубь по профилю.

Таблица 3 - Оптическая плотность гуминовых кислот в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато и староречья Даудан, %

Глубина, см	Гумус, %	С общ.	С гуминовых кислот	0,001% С Е 465см ⁻¹ оптическая плотность
Целинная серо-бурая почва, P-1				
0-1	0,2017	0,117	0,0302	0,14
1-8	0,2174	0,1261	0,0272	0,13
8-21	0,2293	0,1330	0,0176	0,08
21-41	0,1660	0,0969	0,0220	0,10
Новоорошаемая серо-бурая почва P-2				
0-26	0,5244	0,3042	0,0689	0,3
26-40	0,3314	0,1922	0,0379	0,17
40-70	0,0665	0,0386	0,0039	0,02
Новоорошаемая серо-буро-луговая почва P-12				
0-22	0,4224	0,2450	0,0803	0,37
22-36	0,1608	0,0933	0,0469	0,22
36-60	0,1353	0,0785	0,0235	0,11
Новоорошаемая лугово-болотная почва, P-14				
0-30	0,1926	0,1117	0,0475	0,22
30-40	0,1248	0,0724	0,0234	0,11
40-82	0,1046	0,0607	0,0169	0,08
Старорошаемая луговая почва староречье Даудан, P-16				
0-30	0,7661	0,444	0,1078	0,50
30-70	0,5355	0,3106	0,0875	0,41
70-85	0,3789	0,2197	0,0513	0,24

Оптическая плотность растворов препаратов гуминовых кислот целинных и орошаемых луговых и лугово-болотных почв характеризуется наиболее высокими показателями из всех исследуемых почв. Полученные нами данные показывали, что Е-величины гуминовых кислот целинных серо-бурых почв Ташсакинского плато превышают средние показатели Е-величин, возможно, это может быть связано с типовыми особенностями, генезисом и давностью орошения.

Оптическая плотность гуминовых кислот изученных почв имеет различные показатели по почвенному профилю. Состав гуминовых кислот не остается постоянным, в более глубоких горизонтах создаются условия для дли-

тельного созревания гуминовых кислот. В новоорошаемой серо-буро-луговой почве на глубине 22-36 см, оптическая плотность резко возрастает в подпахотных горизонтах исследуемых почв, что может свидетельствовать о нарастании степени конденсированности сетки углеродных атомов (таблица 3). С другой стороны, резкое изменение оптической плотности в подпахотном слое новоорошаемой серо-буро-луговой почвы может быть связано с облегчением механического состава почв, где идут процессы миграции растворенных гуминовых кислот упрощенного строения вглубь по профилю. Новоорошаемая серо-буро-луговая (P-12) и старорошаемая луговая почва (P-16) староречья Даудан отличаются от но-

воорошаемой лугово-болотной почвы резким снижением оптической плотности, которая объясняется тем, что в структуре гуминовых кислот новоорошаемой лугово-болотной почвы происходят изменения в ароматической сетке.

Увеличение или уменьшение оптической плотности растворов препарата гуминовых кислот зависит от степени процесса гумификации, окисленности и элементного состава гуминовых кислот, миграции растворенных гуминовых кислот. Снижение окисленности гуминовых кислот и приводит к уменьшению углерода из ароматической структуры в нижних слоях почвенного профиля, что обуславливает к снижению оптической плотности по генетическим горизонтам обследуемых почв.

Количество элементов в гумусе целинных серо-бурых почв, разбросанных по всему генетическому горизонту (таблица 4), уменьшается от верхнего слоя к нижнему, с накоплением в слоях 1-8, 8-21 см. В этом слое (*in situ*) в процессе внутрипочвенного выветривания накапливается гумусовый материал и соответственно накапливается и количество элементов (С, О, Н, N). Резкое снижение наблюдается в нижнем слое 21-41 см по сравнению с верхними слоями, так как формирование почвы продолжается под влиянием природных факторов (*in situ*).

По мере снижения количества гумуса, в зависимости от давности орошения почвы, резко уменьшается и количество его элементов (С, О, Н, N) вниз по профилю почвы (таблица 4).

Причина резкого снижения содержания углерода, азота, кислорода и водорода в слоях 30-40, 40-82 см новоорошаемых лугово-болотных почв (Р-14) заключается в выделении газов

СО₂, НН₃ из этих слоев в атмосферу. Количество элементов в процентах от массы почвы уменьшается.

Установлено, что в староорошаемой луговой почве (Р-16) количество гумуса увеличилось в 1,5-4,0 раза по сравнению с новоорошаемыми почвами (Р 2, 12, 14), также наблюдается медленная тенденция снижения содержания гумуса и количества его элементов в нижние слои. Если это влияние давности орошения, то из данных таблицы видно, что в более глубоком слое количество элементов значительно выше по сравнению с указанными выше почвами. Одной из основных причин является длительная продолжительность полива. Немаловажное значение имеет и увеличение количества илстой фракции в почвенном профиле. Процент элементов, содержащихся в гумусе староорошаемой луговой почвы староречья Даудан, в соотношении углерода к гумусу во всех горизонтах составляет 58% (в 100 г гумуса содержится 58 г углерода). Другие элементы (N, O, H) также практически не меняют качества гумуса.

Таким образом, можно сделать вывод, что независимо от типа почвы и содержания гумуса, соотношение его элементов не меняется. Среднее количество атомов элемента в гумусе целинной серо-бурой почвы выражено формулами:

Целинная серо-бурая почва - C₁₀O₂H₃₇N
 Новоорошаемая серо-бурая почва - C₂₅O₆H₉₇N_{2,5}
 Новоорошаемая серо-буро-луговая почва - C₂₁O₅H₇₇N₂
 Новоорошаемая лугово-болотная почва - C₉O₂H₃₆N
 Староорошаемая луговая почва - C₃₇O₈H₁₄₁N_{3,6}

Таблица 4 - Элементный состав гумуса и число атомов в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато и старорецья Даудан

Глубина, см	Гумус, %	Элементный состав гумуса, % к весу почвы				Сумма элементов, мг/кг	% от содержания гумуса				Число атомов элемента
		С	N	O	H		С	N	O	H	
Целинная серо-бурая почва, Р-1											
0-1	0,2017	0,1170	0,0134	0,0341	0,0372	2017	58,0	6,64	16,91	18,44	C ₁₀ O ₂ H ₃₇ N
1-8	0,2174	0,1261	0,0145	0,0367	0,0401	2174	58,0	6,67	16,88	18,45	C ₁₁ O ₂ H ₄₀ N
8-21	0,2293	0,1329	0,0152	0,0387	0,0423	2293	58,0	6,63	16,88	18,45	C ₁₁ O ₂ H ₄₂ N
21-41	0,1660	0,0963	0,0110	0,0280	0,0306	1660	58,0	6,63	16,87	18,43	C ₈ O ₂ H ₃₀ N
Новорошаемая серо-бурая почва Р-2											
0-26	0,5244	0,3041	0,0349	0,0886	0,0967	5244	58,0	6,66	16,90	18,44	C ₂₅ O ₆ H ₉₇ N ₃
26-36	0,3314	0,1922	0,0220	0,0560	0,0611	3314	58,0	6,64	16,90	18,44	C ₁₆ O ₄ H ₆₁ N ₂
36-60	0,0665	0,0386	0,0044	0,0112	0,0123	665	58,0	6,62	16,89	18,50	C ₃ OH ₁₂ N
Новорошаемая серо-луговая почва Р-12											
0-22	0,4224	0,2450	0,0281	0,0713	0,0770	4224	58,0	6,65	16,88	18,23	C ₂₁ O ₅ H ₇₇ N ₂
22-36	0,1608	0,0933	0,0107	0,0272	0,0297	1608	58,0	6,65	16,92	18,47	C ₈ O ₂ H ₃₀ N
36-60	0,1353	0,0785	0,0090	0,0229	0,0250	1353	58,0	6,65	16,93	18,48	C ₇ O ₂ H ₂₅ N
Новорошаемая лугово-болотная почва, Р-14											
0-30	0,1926	0,1117	0,0128	0,0325	0,0355	1926	58,0	6,65	16,89	18,43	C ₉ O ₂ H ₃₆ N
30-40	0,1248	0,0724	0,0083	0,0211	0,0230	1248	58,0	6,65	16,91	18,43	C ₆ O ₂ H ₂₃ N
40-82	0,1046	0,0607	0,0070	0,0177	0,0193	1046	58,0	6,69	16,92	18,45	C ₅ O H ₁₉ N
Старорошаемая луговая почва старорецье Даудан, Р-16											
0-30	0,7661	0,444	0,0509	0,129	0,141	764,9	58,0	6,65	16,84	18,41	C ₃₇ O ₈ H ₁₄₁ N _{3,6}
30-70	0,5355	0,3106	0,0356	0,091	0,099	536,2	58,0	6,55	16,98	18,47	C ₂₆ O _{5,7} H ₉₁ N _{2,5}
70-85	0,3789	0,2197	0,0252	0,0640	0,070	378,9	58,0	6,55	16,89	18,47	C _{18,3} O ₄ H ₇₀ N ₂

Соотношение атомных чисел элементов, содержащихся в гумусе исследованных почв, практически не изменилось Н:С - 0,08 (рисунок 1). Эти цифры подтверждают, что соотношение установлено неизменным независимо от количества гумуса в почве, одному

атому углерода соответствует $3,7^4$ атома водорода. Причина резкого уменьшения числа атомов углерода и водорода в новоорошаемых лугово-болотных почвах объясняется выделением из заболоченных земель газа метана CH_4 .

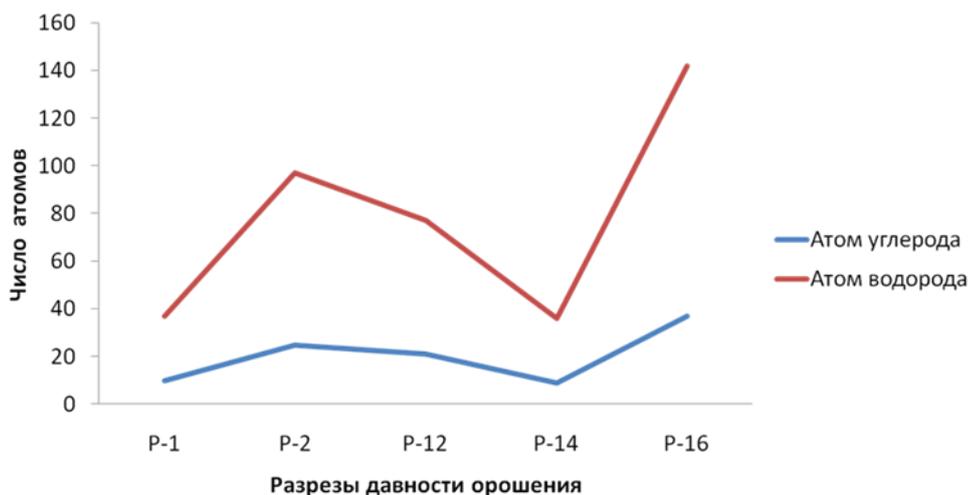


Рисунок 1 - Изменение числа атомов углерода и водорода в целинных и орошаемых почвах Ташсакинского плато

Таким образом, в изученных целинных и орошаемых почвах Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана, общее содержание гумуса в верхнем горизонте может достигать 0,7661%. Почвы имеют высокое содержание углерода и очень узкое отношение Н:С, что свидетельствует об участии полимеризованных ароматических структур в строении молекул гуминовых кислот. Оптическая плотность гуминовых кислот не остается однозначной по всему профилю с явным снижением к нижним слоям. На элементный состав гумуса могут влиять такие причины, как выделение газов CO_2 , HN_3 в атмосферу, длительная продолжительность орошения, увеличение количества илистой фракции в почвенном профиле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были изучены содержание гумуса, элементный состав и оптическая плотность гуминовых кислот в профиле целинных и орошаемых почв Ташсакинского массива Хорезмского вилоята Узбекистана. Исследования показали, что в целинных серо-бурых почвах тип гумуса – гуматно-фульватный, в освоённых почвах – гуматный. Степень гумификации изученных почв не очень высокая, и доля углерода гуминовых кислот от общего углерода составляет более 50,0%. Снижение окисленности гуминовых кислот приводит к уменьшению углерода из ароматической структуры в нижних слоях почвенного профиля, что влечет за собой снижение оптической плотности по генетическим горизонтам исследуемых почв. Это

является свидетельством того, что в составе гуминовых кислот происходят потери химических элементов с окислением в анаэробных процессах. В верхнем слое почв протекает аэробный процесс, в результате которого химические элементы гумуса окисляются до газов двууглекислого углерода, аммиака и др., что приводит к потере содержания гумуса почв и может быть основным

критерием при оценке гумусного состояния почв пустынной зоны. Дальнейшее изучение целинных и орошаемых почв Хорезмского вилоята Узбекистана, имеет важное значение для разработки рекомендаций по их рациональному использованию, противоэрозионной защите и увеличению продуктивности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lehmann J., Bossio D.A., Kogel-Knabner I., Rillig M.C. The concept and future prospects of soil health// *Nature Reviews Earth & Environment*. - 2020.- Т. 1. P. 544–553.
2. 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.
3. Guo L. B., Gifford R.M. Soil carbon stocks and land use change: A metaanalysis// *Global Change Biology*. - 2002. - 8. - P. 345–360.
4. 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.- Т. 86. - P. 79–90.
5. 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. - Т. 6. - P. 30.
6. Chen T., Tang G., Yuan Y., et al. 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.
7. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. – Москва: МГУ, 1974. - 333 с.
8. Forsyth, W. G. C. Studies on the more soluble complexes of soil organic matter: 1. A method of fractionation// *Biochemical Journal*. - 1947. - Т. 41(2). – P. 176.
9. 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.
10. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент: НИГМИ, 2007.- 132 с.
11. Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в полевых хлопковых районах. - Ташкент: СоюзНИХИ, 1963. - 440 с.
12. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии: учение о почвенном гумусе. - Москва: Сельхозгиз, 1937.- 289 с.
13. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И.В. Тюрин в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой// *Агрохимические методы исследования почв*. - 1975. – С. 47-55.
14. Рыжов, С. Н., & Ташкузиев, М. М. Состав и миграционный ряд основных химических элементов типичного серозема. - Ташкент: Фан, 1976. – 86-88 с.
15. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. Москва: МГУ, 1986. – 244 с.
16. Ахатов А., Нурматова В., Раббимкулова Ш. (2023) Определение гумусовых кислот в почве расчетным методом// *AGRO ILM*. – 2020. - 31(88). – С. 70-72.

17. Самойлова Е. М., Дмитраков Л. М. (1979). Особенности гумусообразования в луговых почвах европейской лесостепи// Почвы и продуктивность растительных сообществ. - 1979. - Т. 4. - С. 108.

REFERENCES

1. Lehmann J., Bossio D.A., Kogel-Knabner I., Rillig M.C. The concept and future prospects of soil health// *Nature Reviews Earth & Environment*. - 2020. - Т. 1. P. 544–553.
2. 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.
3. Guo L. B., Gifford R.M. Soil carbon stocks and land use change: A metaanalysis// *Global Change Biology*. - 2002. - Т. 8. - P. 345–360.
4. 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. - Т. 86. - P. 79–90.
5. 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. - Т. 6. - P. 30.
6. Chen T., Tang G., Yuan Y., et al. 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.
7. Orlov D.S. Humic acids of soils. – Moscow: MSU, 1974. - 333 p.
8. Forsyth, W. G. C. Studies on the more soluble complexes of soil organic matter: 1. A method of fractionation// *Biochemical Journal*. - 1947. Т. - 41(2). – P. 176.
9. 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.
10. 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. .
11. Metody agrokhimicheskikh, agrofizicheskikh i mikrobiologicheskikh issledovaniy v polevykh khlopkovykh rayonakh. - Tashkent: SoyuzNIKHI, 1963. - 440 s.
12. Tyurin, I.V. Soil organic matter and its role in soil formation and fertility: the study of soil humus. - Moscow: Selkhozgiz, 1937.
13. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. Determination of the group and fractional composition of humus according to the scheme of I.V. Tyurin modified by V.V. Ponomareva and T.A. Plotnikova// *Agrochemical methods of soil research*. - Moscow: Science, 1975.–P. 47-55.
14. Ryzhov S.N., Tashkuziev M.M. Composition and migratory series of the main chemical elements of a typical serozem. - Tashkent: FAN, 1976, - 108 p.
15. Grishina L.A. Humus formation and humus state of soils. - Moscow: MGU, 1986. - 244 p.
16. Akhatov A., Nurmatova V., Rabbimkulova Sh. Determination of humic acids in soil by calculation method// *AGRO ILM*. – 2023. - Т. 31(88). – P. 70-72.
17. Samoiloва E. M., Dmitrakov L. M. (1979). Features of humus formation in meadow soils of the European forest-steppe// *Soils and productivity of plant communities*. 1979. - Т. 4. - P. 108.

ТҮЙІН

А. Ахатов¹, У. Нуралиев¹, С. Буриев², В. Нурматова^{2*}ӨЗБЕКСТАННЫҢ ХОРЕЗМ АЙМАҒЫНЫҢ ТЫҢ ЖӘНЕ СУАРМАЛЫ СҰР-ҚҰБА
ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ГУМУСТЫҚ ЖАҒДАЙЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІ¹*«Орталық сынақ зертханасы» мемлекеттік мекемесі,
100167, Ташкент, Локомотивная көш., 10, Өзбекстан*²*Республиканың экология, қоршаған ортаны қорғау және климаттың өзгеруі
министрлігі жанындағы қоршаған орта және табиғатты қорғау технологиялары
ғылыми-зерттеу институты, 100043, Ташкент, Бунёдкор даңғ., 7 а, Өзбекстан,***e-mail:nurmatoffkennel@gmail.com*

Өзбекстанның Хорезм аймағының Ташсакинск алқабының тың және суармалы топырақтарындағы гумустың мөлшеріне, элементтік құрамына және гумин қышқылдарының оптикалық тығыздығына баға берілді. Зерттелген шөлді тың және суармалы топырақтар жеңіл және орташа сазды гранулометриялық құрамымен, шаңды-түйіршікті құрылымымен, әлсіз сілтілі реакциясымен сипатталады. Карбонаттар аз мөлшерде -3,10-10,60%. Жоғарғы қабаттардағы гумустың жалпы мөлшері 0,19% - дан 0,76% - ға дейін өзгереді. Тың сұр-құба топырақтарда гумустың түрі гуматты-фульватты, игерілген топырақтарда - гуматты. Жаңадан суарылған сұр-құба-шалғынды және шалғынды-батпақты топырақтардағы органикалық заттардың гумификация дәрежесі, тың сұр-құба топырақтарға қарағанда жоғары және кескін бойымен төмен қарай төмендейді. Тың сұр-құба, суармалы шалғынды және шалғынды-батпақты топырақтардың гумин қышқылдарының оптикалық тығыздығы жоғары көрсеткіштермен сипатталатыны анықталды. Тың топырақтардың гумин қышқылдарының элементтері қосындысының пайызы ескі суарылатын шалғынды топырақтардан аз ерекшеленеді. Төменгі қабаттарда тотығу басқа зерттелетін топырақтармен салыстырғанда 1,02 есе артады. Алғаш рет Хорезм аймағының Ташсакинск алқабының шөлді аймағының тың және суармалы топырақтарында гумин қышқылдарының элементтік құрамы анықталды. Гумин қышқылдарының элементтік құрамы кескін бойымен жоғарыдан төмен қарай төмендейтін гумин қышқылдарының тотығуын көрсетті, бұл зерттелетін топырақ генезисінің ерекшеліктеріне, суару мерзімінің ұзақтығына және осы топырақтардың құнарлылық дәрежесіне байланысты.

Түйінді сөздер: гумус, гумин қышқылдары, элементтік құрамы, гумификация дәрежесі, оптикалық тығыздығы, суару мерзімі.

SUMMARY

A. Akhatov¹, U. Nuraliev¹, S. Buriev², V. Nurmatova^{2*}INDICATORS OF HUMUS STATE OF VIRGIN AND IRRIGATED GRAY-BROWN SOILS OF
KHOREZM VILAYAT OF UZBEKISTAN¹*State institution "Central Testing Laboratory",**100167, Tashkent, st. Lokomotivnaya, 10, Uzbekistan*²*Research Institute of Environment and Environmental Technologies under the
Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of
Uzbekistan, 100043, Tashkent, Bunyodkor Ave., 7a, Uzbekistan,***e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com*

The humus content, elemental composition and optical density of humic acids in virgin and irrigated soils of the Tashsakinsky massif of the Khorezm region of Uzbekistan were estimated. The studied desert virgin and irrigated soils have characterized by light and medium loamy granulometric composition, dusty-granular structure and slightly alkaline reaction. Carbonates

present in small quantities - 3.10-10.60%. The total humus content in the upper horizons varies from 0.19% to 0.76%. In virgin grey-brown soils the humus type is humate-fulvate, agriculture soils are humate. The degree of humification of organic matter in newly irrigated gray-brown-meadow and meadow-marsh soils is higher than in virgin gray-brown soils and decreases down the profile. It was revealed that the optical density of humic acids of virgin gray-brown, irrigated meadow and meadow-marsh soils is characterized by high values. The percentage of the sum of humic acid elements differs little from virgin soils to old-irrigated meadow soils. In the lower horizons, oxidation increases by 1.02 times compared to other studied soils. For the first time, the elemental composition of humic acids in virgin and irrigated soils of the desert zone of the Tashsakinsky massif of the Khorezm region was determined. The elemental composition of humic acids showed the oxidizability of humic acids, which decreases from top to bottom along the profile, which is associated with the features of the genesis of the studied soils, the age of irrigation and the degree of cultivation of these soils.

Key words: humus, humic acids, elemental composition, humification degree, optical density, age of irrigation.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Ахатов Абдусамад – научный сотрудник Государственного учреждения «Центральная испытательная лаборатория», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; e-mail: ekologiya58@mail.ru

2. Нуралиев Уйгун Кучкарович, директор Государственного учреждения «Центральная испытательная лаборатория»,
e-mail: markaziysinovlaboratoriyadm@gmail.com

3. Буриев Салимжан Самеджанович – заместитель директора, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан,
e-mail: eco_nii@uznature.uz

4. Нурматова Виктория Борисовна – младший научный сотрудник Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан, e-mail: nurmatoffkennel@gmail.com