

УДК 631.4

## СОСТАВ И СВОЙСТВА ГУМУСА ПОЧВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ЗАПАДНОГО ТЯНЬШАНЯ И ИХ СМЫТЫХ РАЗНОСТЕЙ

<sup>1</sup>Раупова Н.Б., <sup>2</sup>Абдуллаев С.А.

<sup>1</sup>Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, e-mail: nodirahon69@mail.ru;

<sup>2</sup>Национальный университет Узбекистана, Ташкент, e-mail: alp.lentinus@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы о составе и свойствах гумуса основных типов почв вертикальных поясов Западного Тянь-Шаня и их смытых разностей. Проведенные исследования позволили установить ряд новых теоретических и практических положений по вопросам гумусного состояния горно-коричневых почв вертикальных поясов Западного Тянь-Шаня. В результате комплексных исследований по установлению состава и свойств гумусовых соединений почв выявлена направленность процесса гумусообразования и изменения в групповом и фракционном составе, физико-химических свойствах гумуса почв, подверженных эрозионным явлениям, сделан анализ экологических условий, выявлены генетические особенности почв, с учетом подверженности их эрозионным явлениям; изучены особенности формирования гумусового профиля в зависимости от эродированности, содержание, запасы гумуса и их изменение в процессе эрозии, установлены групповой и фракционный состав, физико-химические свойства гумуса и гумусное состояние почв подверженных процессам эрозии; разработаны практические рекомендации по регулированию гумусного состояния, по повышению плодородия почв. Проведенные исследования элементного состава гумусовых кислот основных типов и подтипов почв вертикальной зональности Западного Тяньшаня показывают, что содержание углерода в них возрастает от сероземов к горным коричневым почвам низкое содержание углерода в сероземах сопровождается узким отношением C: N, что показывает на меньшую конденсированность ароматической углеродной сетки и выраженность боковых цепей.

**Ключевые слова:** органическое вещество, гумус, эродированные почвы, фульвокислоты, гуминовые кислоты, углерод, гидролиземость, фракционный состав, оптическая плотность, физико-химические свойства, элементный состав, химические изменения, гумификация, углерод, атомное отношение, C:N, гуминовые кислоты

## COMPOSITION AND PROPERTIES OF HUMUS SOILS OF VERTICAL ZONALITY OF THE WESTERN TYANSHAN AND THEIR WASHED DIFFERENCES

<sup>1</sup>Raupova N.B., <sup>2</sup>Abdullaev S.A.

<sup>1</sup>Tashkent State Agrarian University, Tashkent, e-mail: nodirahon69@mail.ru;

<sup>2</sup>National University of Uzbekistan, Tashkent, e-mail: alp.lentinus@yandex.ru

The article deals with questions about the composition and properties of humus of the main soil types of the vertical belts of the Western Tyan Shan and their washed out differences. As a result of comprehensive studies to establish the composition and properties of soil humus compounds, the orientation of the process of humus formation and changes in the group and fractional composition, physico-chemical properties of soil humus, pronetoeosion, an analysis of the environmental conditions was made, the genetic features of the soil were identified, taking in to account their susceptibility to erosion phenomena; the features of the formation of the humus profile were studied depending on erodedness, the content, reserves of humus, their change in the erosion process, the group and fractional composition, the physic chemical properties of the humus and the humus state of soils subject to erosion processes were established; Practical recommendation have been developed on the regulation of humus status, on improving soil fertility. The studies of the elemental composition of humic acids of the main types and subtypes of the soils of the vertical zonality of the Western Tien Shan show that the carbon content in them increases from gray to mountain brown soils. The low carbon content in gray earths is accompanied by a narrow C:N ratio, which indicates a lower condensation of the aromatic carbon network and the severity of the side chains.

**Keywords:** organic matter, humus, eroded soils, fulvic acids, humic acids, carbon, hydrolyzability, fractional composition, optical density, physicochemical properties, elemental composition, chemical changes, humification, carbon, atomic ratios, C:N, humic acids

Проблема охраны почв от эрозии актуальна для многих стран аридной зоны мира, в том числе для Узбекистана. В настоящее время из общей площади Республики 44410,3 тыс. га на сельскохозяйственные угодья приходится 25343,8 тыс. га и из них эрозии подвержено более 3800 тыс. га, распространена она на склонах гор, предгорьях и адырах. В особо опасных размерах этот вид эрозии проявляется на склоновых землях, занятых богарной пашней и пастбищных угодьях. В горных и в предгорных рай-

онах водная эрозия развивается вследствие ненормированной вырубки лесов и интенсивного выпаса скота. На орошаемых землях (3725,6 тыс. га) республики наблюдается и ирригационная эрозия на площади 682 тыс. га или 20% орошаемых угодий [1].

Горные почвы имеют свои специфические особенности, и их нельзя рассматривать как аналоги почв равнин. Горный рельеф обуславливает поясное распределение почв и растительности с контрастностью по экспозициям и элементам склонов, ко-

торые при неправильном их использовании обуславливают интенсивное проявление их эрозионных процессов. Задачи интенсификации сельскохозяйственного производства и охраны почв выдвигают необходимость дальнейшего совершенствования методов защиты богарных и орошаемых земель от эрозии, пастбищных земель и сенокосов, дифференцированного использования земельных и водных ресурсов почв. Во многих регионах большой ущерб сельскому хозяйству и другим отраслям народного хозяйства и окружающей природной среде наносит эрозия.

Существует много источников информации о почвенном гумусе, его происхождении, его роли в плодородии почв, экологическом значении [2–4]. Большинство из этих источников направлены на улучшение плодородия почв, их состава, путей управления, а также гумусового состояния этих почв, которые в основном распространены по плато.

Как известно, условия почвообразования, а также процессы разложения органических остатков и гумусообразования совершенно отличаются в наших почвенных условиях. Гумус в почвах, сформировавшихся в аридной зоне, по всему качественному составу отличается от гумуса других поясов. Все это указывает на необходимость изучить состав гумуса с целью диагностики или углубление знаний о накоплении гумуса в эродированных горно-коричневых почвах [5, 6].

Цель исследования: изучение изменения морфологических, агрохимических, химических, агрофизических и биологических свойств, изучение содержания, качественного состава, природы гумуса и гумусового состояния горно-коричневых и сероземных почв под действием водной эрозии в горных условиях с учетом элементов склона и экспозиции склонов, установление особенностей горного почвообразования в условиях вертикальной зональности Западного Тянь-Шаня.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проводились по общепринятым методам. В исследованиях использовались генетико-географические, литолого-геоморфологические, специфические химико-аналитические и профильные методы. Состав гумуса и его фракция. Метод И.В. Тюрина, В.В. Пономарева, Т.В. Плотникова модификация. Определение состава гумуса и выделение препаратов гумусовых кислот проводили по схеме Тюрина.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Групповой и фракционный состав гумуса горно-коричневых почв представлен

в таблице, из которой видно, что количество органического углерода по под типам содержится в верхних слоях несмытых почв 2,02; 2,07; 2,09 и вниз по профилю постепенно снижается до 0,75; 0,81; 0,91. Наибольшее уменьшение органического углерода содержится на среднесмытых почвах, в верхнем горизонте составляет 1,44; 1,71; 1,40 и книзу уменьшается до 0,49–0,50. В групповом составе гумусовых веществ коричнево-карбонатных почв несмытой разности в верхнем горизонте гуминовые кислоты заметно преобладают над фульвокислотами. Вниз по профилю наблюдается снижение количества гуминовых кислот и повышение количества фульвокислот. В слабо- и среднесмытых разностях коричнево-карбонатных почв во всех горизонтах наблюдается увеличение углерода фракций фульвокислот.

В коричневых типичных почвах в групповом составе гумусовых веществ в несмытой разности преобладают гуминовые кислоты над фульвокислотами, в слабо- и среднесмытых разностях, наоборот, фульво кислоты заметно преобладают над гуминовыми кислотами. Иную картину можно увидеть в коричнево-выщелоченных почвах, во всех разностях фульвокислоты преобладают над гуминовыми.

Как видно из таблицы, в несмытых почвах гуминовая кислота представляет собой значительную долю фульвокислот и отношение  $C_{гк}:C_{фк}$  составляет 1,16–1,30, в остальных слоях фульвокислота преобладает над гуминовой и отношение  $C_{гк}:C_{фк}$  – 0,66–0,77; в слабо- и среднесмытых почвах это отношение колеблется  $C_{гк}:C_{фк}$  – 0,83, 0,87; 0,76, 0,66; 0,87, 0,91.

Самое высокое количество негидролизуемого остатка наблюдалось в коричнево-выщелоченных почвах. Это свидетельствует о высокой подверженности коричневых почв эрозии, что является следствием неудовлетворительного состояния поверхности почвы, способствует ей также большая крутизна склонов, отсутствие на большей части территории лесной растительности и слабый травянистый покров.

В результате анализа фракционного состава горных коричневых карбонатных почв является частью гуминовой кислоты, в несмытых почвах которая связана с второй фракцией, то есть связанная с кальцием. Содержание этой фракции увеличивается сверху вниз по профилю. Это связано с высоким уровнем  $CaCO_3$ , в слабо- и среднесмытых разностях первая фракция гуминовых кислот преобладает над второй и третьей фракцией.

Групповой состав и фракционный состав гумуса горно-коричневых почв по степени эродированности

№ разреза, степень эродированности	Глубина, см	С <sub>орг</sub> почве, % к почве	Углерод фракций гуминовых кислот, % к С <sub>общ</sub>				Углерод фракций фульвокислот, % к С <sub>общ</sub>						Негидрируемое вещество	С <sub>гк</sub> : С <sub>фк</sub>
			Свободные и связанные с подвижными полуторными окислами	Связанные с кальцием (Са <sup>++</sup> )	Связанные с глинистыми минералами и устойчивыми формами полуторных окислов	Сумма	Свободные и связанные с подвижными полуторными окислами	Связанные с гуминовыми кислотами фракции 1	Связанные с гуминовыми кислотами фракции 2	Связанные с гуминовыми кислотами фракции 3	Сумма			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Коричневые карбонатные почвы														
P26. несмытая	0-25	2,02	11,2	8,8	7,6	27,6	3,4	7,3	8,7	4,3	23,7	48,7	1,16	
	25-50	1,33	9,7	10,1	6,8	26,6	3,0	5,9	10,3	8,1	27,3	46,1	0,97	
	50-75	1,16	6,8	10,9	6,0	23,7	5,4	2,3	14,8	11,8	34,3	42,0	0,69	
	75-96	1,05	3,4	11,4	3,2	18,0	5,9	2,1	15,1	12,3	35,4	46,6	0,50	
	96-140	0,75	2,1	12,3	2,3	16,7	6,2	1,5	17,9	9,5	35,1	48,2	0,47	
P25. Слабо-смытая	0-20	1,69	10,6	8,8	5,9	25,3	3,5	8,1	8,6	5,3	24,9	49,8	1,01	
	20-46	1,21	11,2	6,8	5,3	23,3	4,2	5,9	9,8	7,9	27,8	48,9	0,83	
	46-75	0,88	11,8	4,2	6,2	22,2	4,9	3,1	11,2	10,8	30,0	47,8	0,74	
	75-130	0,73	12,4	4,7	4,1	21,3	5,5	2,2	14,5	12,5	34,7	44,1	0,61	
P29. Сред-несмытая	0-20	1,44	10,5	7,1	6,7	24,3	3,3	8,1	8,5	4,4	24,3	51,4	1	
	20-46	1,30	8,8	7,4	5,4	21,6	4,2	6,2	8,4	5,8	24,6	53,8	0,87	
	46-73	1,20	10,2	5,3	6,2	21,7	4,4	4,3	6,3	7,4	22,4	55,9	0,69	
	73-100	1,10	11,2	6,4	4,5	22,1	3,8	3,5	7,1	8,3	22,7	55,2	0,97	
Коричневые типичные почвы														
P24 несмытая	0-5	2,19	9,8	5,3	5,4	20,5	8,2	7,8	10,2	5,0	31,2	48,3	0,65	
	5-25	2,02	6,2	4,2	6,4	16,8	6,4	5,3	10,1	7,6	29,4	53,8	0,57	
	25-45	1,90	10,1	4,2	6,9	21,2	6,6	6,6	9,2	4,1	26,5	52,3	0,80	
	45-70	1,47	10,1	4,6	7,8	22,5	6,5	7,2	8,0	5,4	26,4	51,1	0,85	
	70-135	1,27	7,4	3,8	10,2	21,4	7,5	7,2	9,1	4,7	28,5	20,1	0,75	

Окончание таблицы													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P22 Слабосмытая	0-6	2,07	10,5	5,4	2,4	18,3	1,2	6	10,5	2,5	20,3	61,4	0,90
	6-20	1,85	12,4	3,2	11,5	27,1	3,4	1,61	11,2	3,2	19,3	53,5	0,50
	20-45	1,03	13,6	3,1	10,6	27,3	2,5	2,0	9,9	5,2	9,7	53	1,3
	45-75	1,03	7,5	4,4	8,7	20,6	4,3	3,6	6,2	2,2	16,3	63,1	1,2
	75-130	0,81	4,4	5,3	8,8	18,5	4,4	1,0	7,4	5,4	19,0	62	0,97
P23 Среднесмытая	0-5	1,71	10,0	5,0	4,0	19,0	8,4	6,2	5,0	5,4	25,0	56	0,76
	5-20	1,24	8,4	6,0	6,1	20,5	7,1	9,0	6,0	4,7	26,8	53	0,76
	20-40	1,14	7,4	6,2	6,8	20,4	6,2	7,1	5,1	6,0	25,4	54	0,80
	40-62	0,94	6,4	4,5	8,3	19,2	6,3	6,4	5,4	7,5	25,6	55,2	0,75
	62-120	0,49	6,0	5,1	7,0	18,1	9,1	7,2	6,4	4,7	24,4	54	0,66
Коричневые выщелоченные почвы													
P20 несмытая	0-6	2,61	7,5	6,6	8,4	22,5	6,6	6,8	7,0	6,0	26,4	51	0,85
	6-28	1,75	7,0	8,0	9,5	24,5	6,4	9,2	6,5	4,0	26,1	51	0,93
	28-42	1,3	6,2	8,1	6,1	20,4	4,5	6,2	11,2	2,7	24,6	55	0,82
	42-77	1,2	5,1	6,2	8,2	19,5	4,4	6,5	10,8	3,5	25,2	55,3	0,77
	77-102	0,9	3,4	7,2	10,2	20,8	3,8	7,3	8,4	4,1	23,6	55,4	0,88
P19 Слабосмытая	0-8	2,1	3,5	6,2	11,7	21,4	4,2	7,2	6,1	9,9	27,4	51,2	0,78
	8-24	1,4	2,1	7,2	10,8	20,3	4,4	7,4	5,4	9,3	26,5	51,4	0,76
	24-41	1,3	1,8	7,9	9,7	19,4	4,8	9,1	4,9	7,3	26,1	54,5	0,74
	41-76	1,0	2,3	6,8	10,7	19,8	3,9	8,5	5,3	5,8	23,5	56,7	0,84
	76-110	0,9	3,0	7,4	10,1	20,5	5,2	8,0	5,3	4,0	22,5	57	0,91
P18 Среднесмытая	0-7	1,4	2,5	7,9	10,5	20,9	5,9	7,8	6,6	4,9	25,2	53,9	0,82
	7-15	1,1	4,2	6,3	8,9	19,4	4,5	7,2	6,7	5,0	23,4	57,2	0,82
	15-38	1,0	3,3	6,7	8,2	18,2	4,5	9,5	3,8	7,2	19,5	62,3	0,93
	38-64	0,5	3,6	6,4	7,3	17,3	3,8	8,7	8,7	8,0	18,2	64,5	0,95
	64-110	0,5	2,7	5,4	6,1	14,2	5,6	10,2	8,5	8,0	16,3	69,5	0,87

1а фракция – Свободные и связанные с подвижными полуторными окислами в эродированных разностях составляет: в коричнево-карбонатных почвах в верхних горизонтах 3,4–3,5, вниз по профилю увеличивается до 5,5–6,2. В карбонатных почвах в верхнем горизонте количество 1а фракции больше, оно варьирует в пределах 6,2–9,1, это видно по результатам слабо и среднесмытых разностей. В коричнево-выщелоченных почвах количество, 1а фракция в верхнем горизонте выше, чем нижние. Она составляет 6,6–5,9, вниз по профилю уменьшается 3,8–3,9, это свидетельствует отношение углерода фракций гуминовых кислот к углероду фракции фульвокислот  $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$  колеблется во всех подтипах от 0,97–1,3.

Гумус в эродированных почвах в верхней части профиля гуматно-фульватный ниже фульватный устойчивый, он характеризуется высоким содержанием трудно растворимых форм органического вещества «гумина», являющегося неактивной частью гумуса. В активной части гумуса гидролизуемых веществ преобладают фульвокислоты над гуминовыми кислотами, отношение  $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$  приближается к единице, преобладающей фракцией гуминовых кислот является фракция 3 связанная с глинистыми минералами и устойчивыми формами полуторных оксидов, а также фракция 2, преимущественно связанная с  $Ca^{++}$ , хотя с увеличением степени смытости наблюдается уменьшение содержания этой фракции.

По содержанию гумуса коричневые-карбонатные почвы, коричневые типичные почвы несмытые, слабосмытые, среднесмытые разности относятся к низкой II степени, коричневые выщелоченные почвы несмытые относятся к средней I степени, слабосмытые, среднесмытые разности к низкой I–II степени.

По запасам гумуса (т/га) в слое 0–20 см, и (т/га) в слое 0–100 см Коричневые – карбонатные почвы относятся к низкой I–II степени, Коричневые типичные почвы – несмытые, слабосмытые разности относятся среднее I степени, среднесмытые низкие II степени, в коричневых выщелоченных почвах запасы гумуса (т/га) в слое 0–20 см относятся к очень высокой и высокой I степени, запасы гумуса (т/га) в слое 0–100 см относятся к низкой I степени.

По обогащенности гумуса азотом – C:N коричневые выщелоченные почвы относятся к очень высокой I степени, коричневые-типичные почвы несмытые и слабосмытые разности к средней II степени, а среднесмытые разности к высокой II степени, в коричнево-карбонатных почвах несмытые

относятся к высокой I степени, слабосмытые и среднесмытые разности к средней I–II степени.

По степени гумификации коричневые выщелоченные почвы и коричневые типичные почвы относятся к очень высокой и средней II степени, коричневые – карбонатные почвы к низкой I степени.

По типу гумуса все подтипы фульватно-гуматные I–II степени, среднесмытые разности коричнево-карбонатных почв гуматно-фульватные I степени.

Результаты изучения гумусовых кислот почв вертикальных зон Западного Тянь-Шаня показали, что по мере перехода от сероземов к горным коричневым карбонатным, горным коричневым типичным и горным коричневым выщелоченным почвам происходит увеличение содержания атомного процента углерода и, соответственно, уменьшение содержания атомного процента водорода в гуминовых кислотах, в этом ряду почв наблюдается некоторое снижение атомного отношения N:C, что говорит об усложнении молекул гуминовых кислот в результате конденсации.

Атомное отношение C:N в гуминовых кислотах почв Западного Тянь-Шаня составляет 11-25. Наиболее узкое отношение C:N наблюдается в сероземах, и при переходе от них к коричневым это отношения расширяется.

### Выводы

Установлены следующие закономерности гумусного состояния горно-коричневых, эродированных почв:

1. Различия в содержании составе в природе гумусовых веществ у почв средней части склона в сравнив с почвами водораздела и шлейфа говорят о меньшей химической «зрелости» гумусовых веществ этих почв, что может быть объяснено выраженностью эрозионных процессов.

2. Гумус эродированных почв в верхней части профиля гуматно-фульватный, ниже фульватный устойчивый, он характеризуется высоким содержанием трудно растворимых форм органического вещества «гумина», являющегося неактивной частью гумуса.

3. В групповом составе гумуса во всех типах почв преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием, определенные после декальцинирования почвы, I фракция гуминовых кислот и фульвокислот рыхло связанная по сравнению со II фракцией более прочно связанной с минеральной частью почвы.

4. Почвы намытые и несмытые характеризуются большей конденсированностью

ароматического ядра гуминовых кислот, чем смытые почвы.

5. Горные коричневые почвы характеризуются последовательным снижением азота, увеличением углерода. В гуминовых кислотах последних почв происходит резкое возрастание содержания водорода.

#### Список литературы

1. Национальный отчет о состоянии и использовании земельных ресурсов Республики Узбекистан. // Государственный комитет Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру. 2016 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agriculture.uz/filesarchive/tuproq-konf.pdf> (дата обращения: 25.04.2019).

2. Tashkuziev M.M., Shadieva N.I. Humus state, cartogram of humus content and humus type of rainfed dark serosem.

Proceedings of the III Tashkent international innovation Forum. Tashkent, 2017. P. 276–281.

3. Курбатская С.С. Органическое вещество и гумусное состояние почв Тувы // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: Тезисы докладов V Межд. научно конференции (Монголия, 20–24 сентября 2016 г.). Томск, 2016. С. 16–17.

4. Шадиева Н.И. Гумусное состояние и физико-химические свойства гуминовых кислот горных почв Туркестанского хребта // Вестник аграрной науки Узбекистана. 2017. № 3 (69). С. 12–17.

5. Abiven S., Menasseri S., Chenud C. The effects of organic inputs over time on soil aggregate stability-A literature analysis. *Soil Biology and Biochemistry*. 2009. Vol. 41. Issue 1. P. 1–12.

6. Набиева Г.М. Гафурова Л.А., Кадилова Д.А. Горные почвы Узбекистана и их биологическая активность: материалы докладов VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева (г. Москва, 13–18 августа 2012 г.). М., 2012. С. 387–388.