

УДК:631.4
AGRIS P32

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/12>

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

©*Раупова Н. Б.*, ORCID: 0000-0002-6682-2387, канд. биол. наук,
Ташкентский государственный аграрный университет,
г. Ташкент, Узбекистан, nodirahon69@mail.ru

©*Абдуллаев С. А.*, д-р с.-х. наук, Национальный университет Узбекистана,
г. Ташкент, Узбекистан, alp.lentinus@yandex.ru

THE SOILS ELEMENTAL COMPOSITION OF VERTICAL ZONALITY OF THE WESTERN TIEN SHAN

©*Raupova N.*, ORCID: 0000-0002-6682-2387, Ph.D., Tashkent state
agrarian university, Tashkent, Uzbekistan, nodirahon69@mail.ru

©*Abdullaev S.*, Dr. habil., National university of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan, alp.lentinus@yandex.ru

Аннотация. Элементный состав позволяет получить информацию о принципах строения гумусовых кислот, некоторых их свойствах, а также выявить химические изменения и процессы, происходящие в процессе гумификации. Проведенные исследования элементного состава гумусовых кислот основных типов и подтипов почв вертикальной зональности Западного Тянь-Шаня 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. 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 отношение расширяется.

Abstract. The elemental composition allows to obtain information about the principles of humic acids structure, some of their properties, as well as to identify chemical changes and processes occurring in the process of humification. Studies of the elemental composition of humic acids of the main types and subtypes of soils of the vertical zoning of the Western Tien Shan show that the carbon content in them increases from grey soils to mountain brown soils. The low carbon content in the series is accompanied by a narrow C:N ratio, which indicates a smaller condensation of the aromatic carbon grid and the severity of the side chains. The atomic ratio of C:N in humic acids of soils of the Western Tien Shan is 11–25. The narrowest ratio of C:N is observed in sierozems, and the transition from them to brown this ratio expands.

Ключевые слова: элементный состав, химические изменения, гумификации, углерод, атомное отношение, C:N, гуминовые кислоты.

Keywords: elemental composition, chemical changes, humification, carbon, atomic ratio, C:N, humic acids.

Введение

Посредством определения элементного состава дается оценка особенностей органического вещества типов, подтипов, разновидностей почв (включая культурные варианты) и отдельных генетических горизонтов. Элементный состав используется не только в качестве важнейшей характеристики гумусовых кислот как особого класса органических соединений, но и в связи с генетическими почвенными исследованиями. Сведения об элементном составе гумусовых кислот используются в современной литературе для суждения о степени их конденсированности, «зрелости», в качестве показателя направления процесса гумификации, для вычисления простейших формул гумусовых кислот и т. п. [1].

Впервые В. В. Тищенко и М. Д. Рыдалевской (1936) были изучены основные отличия элементного состава гуминовых кислот подзолистых, черноземов и каштановых почв [27].

Дальнейшее изучение их элементного состава привело к систематизации и познанию природы гуминовых кислот в зависимости от экологических условий [8–9, 17].

Основные закономерности изменения в элементном составе гуминовых кислот зональных типов почв СНГ изложены в монографиях И. В. Тюрина (1937), М. М. Кононовой (1951, 1963), Д. С. Орлова (1970, 1974, 1990, 1996, 2000), Н. А. Титова (1972) А. Д. Пилипенко (1973), С. А. Крыстанова (1968, 1972), С. А. Алиева (1958, 1964, 1966), Ч. М. Джафаровой (1968), Ю. Акрамова (1969), О. С. Безугловой (1980), Э. М. Кучаева (1980), Б. М. Когут, Н. П. Масютенко (1992), Ф. Я. Багаутдинова (2000), А. В. Захаренко (2004), Орлов Д. С., Бирюкова О. Н., Розанова М. С. (2004), Безуглова О. С., Юдина Н. В. (2006), Bezuglova O. S. (2006), Курбатская С. С. (2016) и др. [5–28]. По их данным, от подзолистых почв к серым лесным и далее к черноземам степень обуглероженности их гуминовых кислот закономерно возрастает. От черноземов к каштановым и сероземам она резко падает.

Обратная зависимость установлена в отношении содержания водорода. По этим данным М. М. Кононова дает закономерности изменения сложности сеток ароматического углерода [13].

Методы и объект исследований

Элементный состав гуминовых кислот нами был определен по методу М. О. Коршун, И. Э. Гельман (1949). Применяемый метод определения углерода и водорода основан на количественном сжигании органического вещества до CO_2 и H_2O с последующим количественным определением образующихся продуктов сгорания [2].

В отдельной навеске определяли азот. Полученные данные относились в % к абсолютно сухому беззольному веществу. Количество кислорода определялось по разности.

На основе весовых % состава гуминовых кислот, используя метод Д. С. Орлова, рассчитаны атомные % их элементного состава, а на основе атомных процентов и атомных отношений элементов была установлена степень гуминовых кислот, проведен графико–статистический анализ по Д. Ван Кревелену. Простейшие формулы гуминовых кислот, вычислены по Д. С. Орлову [18–24].

Результаты исследований

Проведенные исследования элементного состава гумусовых кислот основных типов и подтипов почв вертикальной зональности Западного Тянь–Шаня 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.

В горных коричневых почвах это отношение расширяется, что способствует увеличению степени конденсированности углеродной сетки. В ряду почв сероземные горно-коричневые наблюдается расширенное отношения C:N возрастает от 11 до 25.

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 содержание атомного процента углерода и соответственно уменьшение содержание атомного процента водорода в гуминовых кислотах, в этом ряду почв наблюдается некоторое снижение атомного отношения H:C, что говорит об усложнении молекул гуминовых кислот в результате конденсации.

Атомное отношения 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.

Несомненный интерес представляют расчеты C:H степени окисления гуминовых кислот по формуле, предложенной Д. С. Орловым [19].

Гуминовые кислоты изученных нами почв в основном являются восстановленными соединениями или близки к нулевой окисленности. Фульвокислоты существенно отличаются от гуминовых кислот по элементному составу. Они содержат значительно меньше углерода и больше кислорода (Таблица). В зональном ряду почв заметна слабо выраженная тенденция уменьшения содержания углерода в фульвокислотах сероземов и горно-коричневых. Однако эту особенность можно объяснить, если исходить из интенсивности микробиологической деятельности как определяющем факторе формирования гумусовых кислот. При повышенной биологической активности происходит быстрое разрушение неспецифических соединений и наиболее простых гумусовых веществ. Фульвокислоты в подобных условиях являются одной из наиболее доступных для микробов групп почвенного гумуса и поэтому быстро используются микроорганизмами, обновляются. В результате доля фульвокислот в составе гумуса снижается, а сами фульвокислоты оказываются представленными наиболее молодыми и наименее обуглероженными формами.

Элементный состав позволяет получить информацию о принципах строения гумусовых кислот, некоторых их свойствах, а также выявить химические изменения и процессы, происходящие в процессе гумификации.

С этой целью используют различные приемы интерпретации элементного состава, в том числе графико-статистический анализ по Д. Ван-Кревелену.

Простейшие формулы гуминовых кислот, вычисленной по Д. С. Орлову, более правильно отражают генетические их свойства [18–25]. Например, гуминовые кислоты типичных сероземов отличаются высоким содержанием азота при сравнительно пониженном количестве углерода, а также водорода и кислорода (меньше содержат водорода при повышенной окисленности); темные сероземы при том же содержание азота содержат больше углерода. Горные коричневые почвы характеризуются последовательным снижением азота, увеличением углерода. В гуминовых кислотах последних почв происходит резкое возрастание содержания водорода.

Изучены закономерности химических, физико-химических и физических свойств горно-коричневых и сероземных почв. Установлено снижение содержания полуторных окислов, поглощенных оснований, водопрочных агрегатов, величины максимальной гигроскопической влаги, порозности и потери илстой фракции в верхних слоях исследуемых почв в процессе эрозии. Развитие эрозионных процессов привело к изменению в элементном составе почв. Наблюдалось увеличение углерода в составе гуминовых кислот и уменьшение водорода и

кислорода, это объясняется вымыванием более подвижных частиц новообразованных гумусовых веществ. Степень окисляемости гуминовых кислот изученных почв под влиянием эрозийных процессов изменяется слабо (Таблица).

Таблица.
 ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

Почвы	Кислоты	C	H	O	N	Атомные отношения			Формулы гумусовых кислот
						H:C	O:C	C:N	
Светлый серозем	ГК	<u>45,9</u> 3,82	<u>5,3</u> 5,2	<u>45,0</u> 2,81	<u>3,8</u> 0,27	1,4	0,73	14,0	C ₄₂ H ₅₈ O ₃₁ N ₃
	ФК	<u>44,1</u> 3,67	<u>4,7</u> 4,4	<u>47,9</u> 3,0	<u>3,3</u> 0,23	1,3	0,81	15,9	C ₄₈ H ₅₇ O ₃₉ N ₃
Светлый серозем, средне-эродированная почва	ГК	<u>52,5</u> 4,37	<u>5,1</u> 5,0	<u>37,0</u> 2,3	<u>5,4</u> 0,38	1,2	0,52	11,5	C ₃₆ H ₃₉ O ₁₈ N ₃
	ФК	<u>49,1</u> 4,08	<u>3,7</u> 3,6	<u>44,5</u> 2,78	<u>2,7</u> 0,19	0,9	0,86	21,4	C ₆₄ H ₅₇ O ₄₄ N ₃
Типичный серозем	ГК	<u>57,8</u> 4,81	<u>5,0</u> 4,9	<u>32,0</u> 2,0	<u>5,2</u> 0,37	1,0	0,41	13,0	C ₃₉ H ₄₀ O _N ₃
	ФК	<u>48,2</u> 4,01	<u>4,4</u> 4,3	<u>43,5</u> 2,71	<u>3,9</u> 0,27	1,1	0,67	14,8	C ₄₄ H ₄₈ O ₃₀ N ₃
Типичный серозем, средне-эродированная почва	ГК	<u>58,0</u> 4,82	<u>5,5</u> 5,4	<u>30,9</u> 1,93	<u>5,6</u> 0,39	1,1	0,40	12,3	C ₃₇ H ₁₀₆ O ₁₅ N ₃
	ФК	<u>47,7</u> 3,97	<u>4,5</u> 4,4	<u>43,5</u> 2,71	<u>4,3</u> 0,30	1,1	0,68	13,2	C ₄₀ H ₄₄ O ₂₇ N ₃
Темный серозем	ГК	<u>57,0</u> 4,74	<u>5,5</u> 5,4	<u>32,6</u> 2,03	<u>4,9</u> 0,34	1,2	0,42	13,9	C ₄₂ H ₄₈ O ₁₈ N ₃
	ФК	<u>50,6</u> 4,21	<u>4,4</u> 4,3	<u>41,1</u> 2,56	<u>3,9</u> 0,27	1,0	0,60	15,5	C ₄₇ H ₄₈ O ₂₈ N ₃
Темный серозем, средне-эродированная почва	ГК	<u>59,7</u> 4,97	<u>5,3</u> 5,2	<u>30,3</u> 1,87	<u>4,7</u> 0,33	1,1	0,38	15,0	C ₄₅ H ₄₇ O ₁₇ N ₃
	ФК	<u>45,5</u> 3,78	<u>4,3</u> 4,2	<u>46,3</u> 2,89	<u>3,9</u> 0,27	1,1	0,76	14	C ₄₂ H ₄₇ O ₃₂ N ₃
Горно-коричневая карбонатная почва	ГК	<u>56,0</u> 4,66	<u>4,9</u> 4,8	<u>34,2</u> 2,13	<u>4,9</u> 0,34	1,1	0,45	13,7	C ₄₁ H ₄₂ O ₁₉ N ₃
	ФК	<u>47,5</u> 3,95	<u>4,0</u> 4,0	<u>46,0</u> 2,87	<u>2,5</u> 0,17	1,0	0,72	23,2	C ₇₀ H ₇₀ O ₅₁ N ₃
Горно-коричневая типичная почва	ГК	<u>58,4</u> 4,86	<u>3,9</u> 3,86	<u>34,5</u> 2,15	<u>3,2</u> 0,22	0,8	0,44	22,0	C ₆₆ H ₅₇ O ₂₉ N ₃
	ФК	<u>48,7</u> 4,05	<u>3,6</u> 3,5	<u>45,4</u> 2,83	<u>2,3</u> 0,16	0,9	0,69	25,3	C ₇₆ H ₆₆ O ₅₃ N ₃
Горно-коричневая выщелоченная почва	ГК	<u>61,1</u> 5,08	<u>5,2</u> 5,1	<u>29,7</u> 1,86	<u>4,0</u> 0,28	1,0	0,36	18,1	C ₅₄ H ₅₅ O ₂₀ N ₃
	ФК	<u>50,1</u> 4,17	<u>3,9</u> 3,8	<u>42,2</u> 2,63	<u>3,8</u> 0,27	0,9	0,63	15,4	C ₄₆ H ₄₂ O ₂₉ N ₃

Выводы

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

2. Фульвокислоты существенно отличаются от гуминовых кислот по элементному составу. В зональном ряду почв заметна слабо выраженная тенденция уменьшения содержания углерода в фульвокислотах сероземов и горно-коричневых.

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

4. При развитии эрозионных процессов почв наблюдается увеличение углерода в составе гуминовых кислот с одновременным уменьшением водорода и кислорода что может объясняться вымыванием более подвижных частиц новообразованных гумусовых веществ.

Список литературы:

1. Алиев С. А. Состав, свойства и природы гумусовых веществ основных дерновых почв Азербайджана // Докл. АН Азерб. ССР. 1958. Т. 14. №4. С 223-328.
2. Багаутдинов Ф. Я., Хазиев Ф. Х. Состав и трансформация органического вещества почв. Уфа: Гилем, 2000. 168 с.
3. Безуглова О. С. Элементный состав гумусовых кислот черноземов и каштановых почв Ростовской области // Науч. докл. высш. школы. Биол. н. 1980. №5. С. 91-95.
4. Bezuglova O. S., Kurnosov A. A., Kazeev K. S. To the question of soils biological monitoring // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: тезисы докладов XI Международного симпозиума по биоиндикаторам. Сыктывкар, 2001. 402 с.
5. Безуглова О. С., Юдина Н. В. Взаимосвязь физических свойств и гумусированности в черноземах юга европейской России // Почвоведение. 2006. №2. С. 211-219.
6. Бирюкова О. Н., Орлов Д. С. Органические соединения и оксиды углерода в почве и биосфере // Почвоведение. 2001. №2. С. 180-191.
7. Власова Т. А. Изменение содержания гумуса и биологическая активность чернозема под влиянием сельскохозяйственного использования // Бюл. ВНИИ удобр. и агропочвовед. 2000. №ИЗ. С. 12-13.
8. Геммерлинг В. В. Сравнительная характеристика органических веществ почв разного типа // Уч. зап. МГУ. Почвоведение. 1946. Вып. 105. Кн. 2. С. 82-94.
9. Драгунов С. С. Характеристика гуминовых кислот различных типов // Тр. юбил. сессии, посвящ. 100-летию со дня рождения В. В. Докучаева. 1949. С. 219-229.
10. Захаренко А. В. Проблема воспроизводства органического вещества почв в современной земледелии // Тезисы международной научно-практической конференции. Владимир. 2004. С. 4-10.
11. Когут Б. М., Масютенко Н. П. Элементный состав лабильных гуминовых кислот черноземов // Почвоведение. 1992. №1. С. 91-94.
12. Кононова М. М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 390 с.
13. Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.
14. Крыстанов С. А. Характеристика органического вещества основных типов почв Северной Болгарии // Органическое вещество целинных и освоенных почв. М.: Наука, 1972. С. 110-141.

15. Курбатская С. С. Органическое вещество и гумусное состояние почв Тувы // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: тезисы докладов V межд. научн. конф. (20-24 сентября 2001 г., Монголия)/ Томск, 2016. С. 16-17.
16. Кучаев Э. М. Анализ элементного состава почвенных гуминовых кислот // Повышение урожайности с.-х. культур и рациональное использование земель в Калмыцкой АССР, 1980.
17. Наткина А. И. Исследование состава и свойства гуминовых кислот из чернозема и подзолистой почвы // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. Т. 23. 1940. С. 9-22.
18. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв. М.: Изд-во МГУ, 1974. 333 с.
19. Орлов Д. С. Элементный состав и степень окисленности гуминовых кислот // Научные докл. высшей школы. 1970. №173. С. 5-20.
20. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М., 1990. 325 с.
21. Орлов Д. С. Фульвокислоты как биогеохимические понятия и их роль в формировании почвенного гумуса // III съезд Докучаевского общества почвоведов (11-15 июля, 2000 г., Суздаль). М., 2000. С. 285.
22. Орлов Д. С., Бирюкова О. Н., Розанова М. С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. №8. С. 918-926.
23. Орлов Д. С., Бирюкова О. Н., Суханова Н. И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука. 1996. 254 с.
24. Орлов Д. С. Роль гумусовых веществ в формировании почвенного профиля и почвенного плодородия // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Рязань. 2001. С. 5-6.
25. Пилипенко А. Д. Элементарный состав гумусовых кислот основных почв Молдавии // Почвы Молдавии и пути повышения их плодородия. Кишинев. 1973. С. 54-64.
26. Титова Н. А. Природа гумуса и формы его связи с минеральной частью целинных и освоенных почв сухостепного ряда Юго-Востока Европейской части СССР // Органическое вещество целинных и освоенных почв. М.: Наука. 1972. С. 70-110.
27. Тищенко В. В., Рыдалевская М. Д. Опыт химического исследования гуминовых кислот различных почвенных типов // Докл. АН СССР. 1936. Т. 4. (XIII). №3 (107). С. 137-140.
28. Тюрин И. Б. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии учение о почвенном гумусе. М.: Селхозгиз, 1937. 288 с.

References:

1. Aliev, S. A. (1958). Sostav, svoistva i prirody gumusovykh veshchestv osnovnykh dernovykh pochv Azerbaidzhana. *Dokl. AN Azerb. SSR*, 14(4). 223-328. (in Russian).
2. Bagautdinov, F. Ya., & Khaziev, F. Kh. (2000). Sostav i transformatsiya organicheskogo veshchestva pochv. Ufa, Gilem, 168. (in Russian).
3. Bezuglova, O. S. (1980). Elementnyi sostav gumusovykh kislot chernozemov i kashtanovykh pochv Rostovskoi oblasti. *Nauch. dokl. vyssh. shkoly. Biol.*, (5), 91-95. (in Russian).
4. Bezuglova, O. S., Kurnosov, A. A., & Kazeev, K. S. (2001). To the question of soils biological monitoring. In: *Sovremennye problemy bioindikatsii i biomonitoringa: tezisy dokladov XI Mezhdunarodnogo simpoziuma po bioindikatoram*. Syktyvkar. 402.
5. Bezuglova, O. S., & Yudina, N. V. (2006). Interrelationship between the physical properties and the humus content of chernozems in the south of European Russia. *Eurasian Soil Science*, 39(2), 187-194.

6. Biryukova, O. N., Orlov, D. S. (2001). Organicheskie soedineniya i oksidy ugleroda v pochve i biosphere. *Pochvovedenie*, (2), 180-191. (in Russian).
7. Vlasova, T. A. (2000). Izmenenie soderzhaniya gumusa i biologicheskaya aktivnost' chernozema pod vliyaniem sel'skokhozyaistvennogo ispol'zovaniya. *Byul. VNII udobr. i agropochvoved.*, (IZ), 12-13. (in Russian).
8. Gemmerling, V. V. (1946). Sravnitel'naya kharakteristika organicheskikh veshchestv pochv raznogo tipa. *Uch. zap. MGU. Pochvovedenie*, (105), 82-94. (in Russian).
9. Dragunov, S. S. (1949). Kharakteristika guminovykh kislot razlichnykh tipov. *In: Tr. yubil. sessii, posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya V. V. Dokuchaeva*, 219-229. (in Russian).
10. Zakharenko, A. B. (2004). Problema vosproizvodstva organicheskogo veshchestva pochv v sovremennom zemledelii. *In: Tezisy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Vladimir*. 4-10. (in Russian).
11. Kogut, B. M., Masyutenko, N. P. (1992). Elementnyi stav labil'nykh guminovykh kislot chernozemov. *Pochvovedenie*, (1), 91-94. (in Russian).
12. Kononova, M. M. (1951). Problemy pochvennogo gumusa i sovremennye zadachi ego izucheniya. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 390. (in Russian).
13. Kononova, M. M. (1963). Organicheskoe veshchestvo pochvy, ego priroda, svoistva i metody izucheniya. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 314. (in Russian).
14. Krystanov, S. A. (1972). Kharakteristika organicheskogo veshchestva osnovnykh tipov pochv Severnoi Bolgarii. *In: Organicheskoe veshchestvo tselinnykh i osvoennykh pochv. Moscow, Nauka*, 110-141. (in Russian).
15. Kurbatskaya, S. S. (2016). Organicheskoe veshchestvo i gumusnoe sostoyanie pochv Tuvy. *In: Prirodnye usloviya, istoriya i kul'tura Zapadnoi Mongolii i sopredel'nykh regionov: tezisy dokladov V mezhd. nauchn. konf. (20-24 sentyabrya 2001 g., Mongoliya). Tomsk*, 16-17. (in Russian).
16. Kuchaev, E. M. (1980). Analiz elementnogo sostava pochvennykh guminovykh kislot. *In: Povyshenie urozhainosti s.-kh. Kul'tur i ratsional'noe ispol'zovanie zemel' v Kalmytskoi ASSR*. (in Russian).
17. Natkina, A. I. (1940). Issledovanie sostava i svoistva guminovykh kislot iz chernozema i podzolistoi pochvy. *In: Tr. Pochv. in-ta im. V. V. Dokuchaeva*, 23, 9-22. (in Russian).
18. Orlov, D. S. (1974). Gumusovye kisloty pochv. Moscow, Izd-vo MGU, 333. (in Russian).
19. Orlov, D. S. (1970). Elementnyi sostav i stepen' okislennosti guminovykh kislot. *Nauchnye dokl. vysshei shkoly*, (173), 5-20. (in Russian).
20. Orlov, D. S. (1990). Gumusovye kisloty pochv i obshchaya teoriya gumifikatsii. Moscow, 325. (in Russian).
21. Orlov, D. S. (2000). Ful'vokisloty kak biogeokhimicheskie ponyatiya i ikh rol' v formirovanii pochvennogo gumusa. *In: III s'ezd Dokuchaevskogo obshchestva pochvovedov (11-15 iyulya, 2000 g. Suzdal), Moscow*, 285.
22. Orlov, D. S., Biryukova, O. N., & Rozanova, M. S. (2004). Dopolnitel'nye pokazateli gumusnogo sostoyaniya pochv i ikh geneticheskikh gorizontov. *Pochvovedenie*, (8), 918-926. (in Russian).
23. Orlov, D. S., Biryukova, O. N., & Sukhanova, N. I. 1996. Organicheskoe veshchestvo pochv Rossiiskoi Federatsii. Moscow, Nauka. 254. (in Russian).
24. Orlov, D. S. (2001). Rol' gumusovykh veshchestv v formirovanii pochvennogo profilya i pochvennogo plodorodiya. *In: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Ryazan*, 5-6. (in Russian).

25. Pilipenko, A. D. (1973). Elementarnyi sostav gumusovykh kislot osnovnykh pochv Moldavii. In: *Pochvy Moldavii i puti povysheniya ikh plodorodiya, Kishinev*, 54-64. (in Russian).

26. Titova, N. A. (1972). Priroda gumusa i formy ego svyazi s mineral'noi chast'yu tselinnykh i osvoennykh pochv sukhostepnogo ryada Yugo-Vostoka Evropeiskoi chasti SSSR. In: *Organicheskoe veshchestvo tselinnykh i osvoennykh pochv. Moscow, Nauka*, 70-110. (in Russian).

27. Tishchenko, V. V., & Rydalevskaya, M. D. (1936). Opyt khimicheskogo issledovaniya guminovykh kislot razlichnykh pochvennykh tipiv. *Dokl. AN SSSR*, (3), 137-140. (in Russian).

28. Tyurin, I. B. (1937). Organicheskoe veshchestvo pochv i ego rol' v pochvoobrozovanii i plodorodii uchenie o pochvennom gumuse. Moscow, Selkhozgiz, 288.

*Работа поступила
в редакцию 20.02.2019 г.*

*Принята к публикации
24.02.2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Раупова Н., Абдуллаев С. А. Элементный состав почв вертикальной зональности Западного Тянь-Шаня // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №3. С. 96-103. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/12>.

Cite as (APA):

Raupova, N., & Abdullaev, S. (2019). The soils elemental composition of vertical zonality of the Western Tien Shan. *Bulletin of Science and Practice*, 5(3), 96-103. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/40/12>. (in Russian).