

Бажина Н.Л.<sup>1</sup>, Ондар Е.Э.<sup>2</sup>, Очур К.О.<sup>1</sup>, Дергачева М.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт почвоведения и агрохимии СО РАН

<sup>2</sup>Тувинский государственный университет

E-mail: natasha-bazhina@mail.ru

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ ТУВЫ

**Показана специфика элементного состава гуминовых кислот почв ряда ключевых участков западной части территории Тувы, расположенных в разных ландшафтных условиях. Материалы и выявленные закономерности представляют интерес как составная часть основы для проведения палеореконструкций с использованием элементного состава гуминовых кислот.**

**Ключевые слова:** почвы, гуминовые кислоты, элементный состав, западные районы Тувы.

В настоящее время элементный состав гуминовых кислот почв и особенно соотношение в них основных элементов используется как индикатор климата и применяется при реконструкциях природных обстановок прошлых эпох [Дергачева, 1997, 2006, 2008; Дергачева и др., 2012 а, б; и др.]. Для этого необходимы статистически значимые массивы данных, характеризующих этот компонент гумуса в почвах разных условий формирования. Чем разнообразней будет набор экологических условий функционирования почв и больше массивы данных, тем достовернее будут проводимые палеореконструкции. Соотношение элементов в гуминовых кислотах является одним из самых специфичных и сохраняющихся во времени показателей [Дергачева, 2008]. Состав, свойства и структурные особенности гуминовых кислот важно знать для понимания роли гумусовых веществ в биосферных процессах, для учета функций гумусовых веществ в поддержании устойчивости самой системы гумусовых веществ, а также почв и экосистем, для получения информации о состоянии и эволюции природной среды [Дергачева, 1984, 1997].

Но данных о гуминовых кислотах (ГК) современных почв и палеопочв Тувы в литературе немного. Систематическое изучение состава этого компонента гумуса начато сравнительно недавно. Материалы, характеризующие состав и свойства гуминовых кислот, а также их соотношение с другими компонентами гумуса, рассредоточены по разным публикациям, которые посвящены характеристикам гумуса современных или древних почв Тувы или более широких географических территорий [Дергачева, 2006, 2008; Очур, Дергачева, 2009; Ондар, 2008; Очур, 2010, 2012; Дергачева и др., 2012 а, б]. К настоящему

моменту есть только одна работа авторов статьи, специально посвященная составу гуминовых кислот горно-каштановых почв Алашского нагорья Тувы [Бажина, Ондар, 2013] и обобщение среднестатистических материалов для разных типов почв Тувы, рассматриваемых в контексте географических закономерностей, обуславливающих специфику их состава и соотношения в них элементов [Дергачева и др., 2012а].

### Объекты и методы исследования

В настоящей работе представлены материалы изучения элементного состава (ЭС) гуминовых кислот почв и палеопочв, распространенных в разных районах западной части Тувы, различающихся по биоклиматическим условиям. В каждом районе выделены ключевые участки с наиболее характерными для данной местности типами почв. Местоположение этих участков показано на карта-схеме (рис.1). Среди изученных почв встречаются как высокогорные почвы, так и почвы других высотных поясов, а также исследованы палеопочвы с датированными гумусовыми горизонтами. Территория исследований ограничена 49° и 51° с.ш., и 88° – 92° в.д..

Гуминовые кислоты современных почв и голоценовых палеопочв выделялись из почвенных образцов по стандартной методике [Орлов, Гришина, 1981]. Жесткой очистки гуминовых кислот от зольных элементов с использованием 6n HCl и смеси HCl+HF не проводилось, т. к. эта процедура изменяет элементный состав гуминовых кислот [Тихова и др., 2008], а содержание зольных элементов закономерно изменяется в связи с экологическими условиями их формирования [Dergacheva, 2000].

**Элементный состав** гуминовых кислот почв Западной Тувы разных условий формиро-

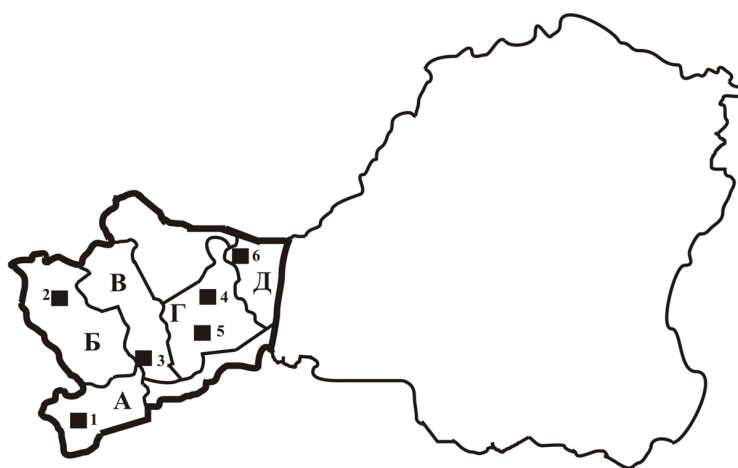
вания (а значит и генезиса почв) приведен в таблице 1.

Ключевой участок Монгун-Тайга расположен в крайней юго-западной части Тувы, которая, как указывал В.А. Носин [1963], является орографическим узлом на стыке горных систем Алтая, Западного Саяна и Западного Танну-Ола. Участок характеризуется альпийскими формами рельефа, а также наличием современного оледенения. В целом в Монгун-Тайгинском районе распространены горно-тундровые почвы, среди которых выделены примитивные каменистые, дерновые, перегнойные, торфянисто-перегнойные, торфянисто-глеевые, поверхностно-глеевые почвы, а также горно-луговые типичные, подзолистые и черноземовидные [Кириллов, 1963]. На территории ключевого участка преобладают разной степени каменистости и развитости тундровые почвы, а также встречающиеся небольшими массивами по нижней границе района горно-луговые почвы. Гуминовые кислоты тундровых почв имеют в составе самые высокие доли водорода, самые низкие углерода и соответственно самые высокие величины Н:С. Среднестатистические показатели элементного состава гуминовых кислот ключевого участка Монгун-Тайга характеризуются следующими цифрами: С –  $30,48 \pm 3,39$ ; Н –  $48,32 \pm 5,59$ ; N –  $2,29 \pm 0,16$ ; O –  $19,07 \pm 2,95$ . Варьирование показателей элементного состава внутри всего ряда тундровых почв не превышает 15% (для кислорода, остальные – суще-

ственно меньше). В разных подтипах тундровых почв соотношение элементов несколько различаются. Тундровые торфянистые почвы характеризуются самыми высокими величинами Н:С и высокой (как и в тундровых примитивных) степенью насыщенности макромолекул азотом. Тундровые перегнойные имеют более узкое соотношение водорода и углерода, которое лежит в пределах 1,37–1,42 и имеют более низкую насыщенность углерода азотом (табл.).

Почвы лесных условий формирования рассматривались на примере ключевого участка Шуй, который расположен северо-восточнее ключевого участка Монгун-Тайга в среднегорье, где имеют распространение бурые горно-лесные и таежные дерновые почвы. Нами изучен элементный состав гуминовых кислот только бурых лесных почв. Он характеризуется низкой насыщенностью гуминовых кислот азотом и преобладанием водорода над углеродом, имея в целом типичные для почв этих ландшафтных условий показатели [Дергачева и др., 2012].

Ключевой участок Кара-Холь расположен на территории Алашского нагорья к югу и северу от озера Кара-Холь на высоте 1484–1495 м н.у.м., а также южнее – на третьей террасе реки Алаш на близких высотах. Здесь преобладают горно-каштановые почвы разной степени увлажнения. Расположенные к северу от озера имеют признаки олуговелости, приуроченные к более южным районам и третьей террасе реки Алаш – характеризуются типичными признаками теплых горно-



Районы исследований: А – Монгун-Тайгинский, Б – Бай-Тайгинский, В – Барум-Хемчикский, Г – Дзун-Хемчикский, Д – Чаа-Хольский; ключевые участки: 1 – Монгун-Тайга, 2 – Кара-Холь, 3 – Шуй, 4 – Хондергей, 5 – Улуг-Хондергей, 6 – Шанчы

Рисунок 1. Карта-схема Тувы (жирными линиями выделена территория исследований)

Таблица 1. Элементный состав гуминовых кислот в горизонте А почв разных ключевых участков Западной Тувы (среднее из 3–7 повторностей)

Ключевой участок	C	H	N	O	H/C	O/C	C/N
<b>Высокогорные почвы (n=5)</b>							
<b>Тундровые торфянистые почвы</b>							
Монгун-Тайга	26,17	55,69	2,12	16,01	2,13	0,61	12,35
<b>Тундровые перегнойные почвы</b>							
	33,03	45,22	2,19	19,56	1,37	0,59	15,09
	34,00	47,43	2,26	17,24	1,42	0,52	16,17
<b>Тундровые примитивные почвы</b>							
	27,74	51,92	2,31	18,03	1,87	0,65	12,00
<b>Горно-луговые альпийская почвы</b>							
	31,46	41,45	2,58	24,50	1,32	0,78	12,54
Среднее для всего ключевого участка	30,48±3,39	48,34±5,59	2,29±0,16	19,07±2,95	1,62±0,32	0,63±0,09	13,63±1,68
<b>Почвы лесных ландшафтов</b>							
<b>Бурые горно-лесные почвы (n=3)</b>							
Шуй	35,55±0,35	42,15±1,15	2,10±0,10	20,20±1,00	1,19±0,04	0,59±0,01	17,00±0,90
<b>Почвы горно-степных ландшафтов</b>							
<b>Горно-каштановые типичные почвы (n=6)</b>							
Кара-Холь	38,87±1,81	34,86±2,17	2,14±0,32	24,05±1,67	0,90±0,09	0,62±0,06	18,52±2,42
<b>Горно- каштановые луговые почвы (n=7)</b>							
Кара-Холь	34,97±2,50	39,83±0,68	2,09±0,30	23,11±2,83	1,14±0,05	0,67±0,12	17,09±2,14
<b>Горно-каштановые типичные почвы (n=5)</b>							
Хондергей	36,32±2,47	39,62±1,98	1,66±0,42	22,31±2,71	1,10±0,11	0,62±0,11	22,45±4,66
<b>Почвы опустыненных степей</b>							
<b>Светло-каштановые почвы (n=4)</b>							
Шанчы	35,05±1,10	44,88±0,78	3,23±0,44	16,85±1,10	1,28±0,03	0,48±0,04	11,14±2,16

каштановых почв. По данным Н.Л. Бажиной и Е.Э. Ондар среднестатистический состав гуминовых кислот горно-каштановых почв Алашского нагорья в целом характеризуется следующими показателями: C = 36,3±2,9, H = 37,9±2,4, N=2,2±1,3, O = 23,7±0,4. [Бажина, Ондар, 2013]. Дополнительно полученные данные в целом не изменили уровни общих величин показателей элементного состава, но позволили выявить различия в горно-каштановых почвах в пределах ключевого участка более южных районов распространения и более северных, где почвы формируются при большем увлажнении. В этих районах среднестатистические величины основных показателей отличаются тем, что в первых выше обуглероженность гуминовых кислот, ниже доля водорода в их макромолекулах и соответственно первые имеют величину соотношения H:C меньше 1,0, а вторые – больше. Но в целом их элементный состав является типичным для горно-кашта-

новых почв этого региона Тувы, что подтверждается среднестатистическими показателями элементного состава гуминовых кислот почв ключевого участка Хондергей, где абсолютно преобладает этот тип почв (табл. 1). Последний расположен в отрогах северного макросклона Западного Тану-Ола. Высота над уровнем моря составляет 1050 м.

Ключевой участок Шанчы расположен в северо-восточной части Хемчикской котловины. Абсолютная высота составляет – 748–752 м.н.у.моря.

На территории этого ключевого участка распространены опустыненные степи с преобладанием в почвенном покрове опустыненных степных почв. Гуминовые кислоты этих почв отличаются повышенным содержанием азота самыми низкими величинами отношений C:N и O:C. Последние не превышают 0,44–0,52.

Таким образом, полученные данные, характеризующие почвы разных условий формирования, позволят пополнить банк данных по элементному составу гуминовых кислот,

с целью использования его при реконструкциях палеоприродной среды и мониторинговых исследований рассмотренной локальной территории.

1.01.2013

**Список литературы:**

1. Бажина Н.Л., Ондар Е.Э. Элементный состав гуминовых кислот горно-каштановых почв Алашского нагорья Тувы // Материалы Четвертой Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого». – Новосибирск: Издательский дом ООО «Окарина», 2013. – С. 3–7.
2. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. – Новосибирск: Наука, 1984. – 155 с.
3. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 221 с.
4. Дергачева М.И. Возможность использования гуминовых кислот для реконструкции естественных и агроландшафтов прошлого // Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы, Материалы Международного научного семинара, г. Белгород, 19–21 октября. – Белгород, 2006. С. 6–12.
5. Дергачева М.И. Гумусовая память почв // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 530–560.
6. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Оконешикова М.В., Васильева Д.И., Гаврилов Д.А., Очур К.О., Ондар Е.Э. Соотношение элементов в гуминовых кислотах как источник информации о природной среде формирования почв // Сибирский экологический журнал. – 2012а. – №5. – С. 643–647.
7. Дергачева М.И., Некрасова О.А., Васильева Д.И., Фадеева В.П. Элементный состав гуминовых кислот целинных черноземов в разных условиях формирования // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2012б. – №10(146). – С. 90–96.
8. Кириллов М.В. География почв средней Сибири. – Красноярск, 1963. – 70 с.
9. Носин В.А. Почвы Тувы. – М.: Из-во АН СССР, – 1963. – 342 с
10. Ондар Е.Э. Гумус почв Тувы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2008. – 29 с.
11. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 271 с.
12. Очур К.О. Палеопочвы и природные условия их формирования в голоцене на территории Центрально-Тувинской котловины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2010. – 18 с.
13. Очур К.О. Типы и условия почвообразования последней трети голоцена Центрально-Тувинской котловины // Вестника КрасГАУ, Красноярск, 2012. – №11. С. 50–54
14. Очур К.О. Дергачева М.И. Признаки голоценового педогенеза в отложениях разреза Шанчы // Вестник ТГУ, 2009. – №325. – С.182–184.
15. Тихова В.Д., Фадеева В.П., Дергачева М.И. Использование кислотного гидролиза разного генезиса // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т. 81. – Вып. 11. – С. 1841–1846.
16. Dergacheva M.I. Humic acids of soil of different age and genesis // 10<sup>th</sup> International humic substances society, 24–28 July 2000, Toulouse(France). – Toulouse, 2000. – P. 267–270.

Сведения об авторах:

**Дергачева Мария Ивановна**, профессор кафедры почвоведения и экологии почв

Томского государственного университета, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института Почвоведения и Агрохимии СО РАН, e-mail: mid555@yandex.com

**Бажина Наталья Леонидовна**, аспирант Института Почвоведения и Агрохимии СО РАН, e-mail: bzhina-natasha@mail.ru

**Очур Ксения Олеговна**, научный сотрудник Института Почвоведения и Агрохимии СО РАН, кандидат биологических наук, e-mail: kseniya\_ochur@mail.ru

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, д. 8/2, тел. (383)2225415

**Ондар Елена Эрес-ооловна**, доцент кафедры общей биологии Тувинского государственного университета, кандидат биологических наук

667000, г. Кызыл, ул. Ленина, 36, тел. (39422) 24311, e-mail: elenondar@mail.ru

**UDC 631.412**

**Bazhina N.L.<sup>1</sup>, Ondar E.E.<sup>2</sup>, Ochur K.O.<sup>1</sup>, Dergacheva M.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Soil Science and Agrochemistry; <sup>2</sup>Tuvan State University, e-mail: natasha-bazhina@mail.ru

**SOIL HUMIC ACID ELEMENTAL COMPOSITION OF WESTERN PART OF THE TERRITORY TUVA**

Specificity of humic acid element composition of soils of some key sites of the western part of Tuva territory located in different landscape conditions is shown. Materials and the revealed laws are of interest as a part of data bank using for paleoenvironment reconstruction based on humic acid element composition.

Key words: ground, humic acids, element structure, the western areas of Tuva.