



ПОЧВОВЕДЕНИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.417.2

О.А. Некрасова

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ЮЖНОТАЕЖНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО УРАЛА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ*

Изучены гуминовые кислоты бурых и дерново-подзолистых почв южной тайги Среднего Урала и Зауралья.

Показано сходство средних характеристик основных показателей элементного состава и запасов энергии, аккумулированной в химических связях.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, элементный состав, дерново-подзолистые почвы, бурые горно-лесные почвы, южная тайга, Средний Урал, Зауралье.

О.А. Nekrasova

THE HUMIC ACID ELEMENT COMPOSITION OF CENTRAL URAL SOUTH TAIGA SOILS AND ADJACENT TERRITORIES

The humic acids of brown and sod-podzol southern taiga soils in the Middle Ural and Trans-Ural are studied.

The similarity of average characteristics of the main elemental composition indicators and energy reserves accumulated in the chemical connections is shown.

Key words: humic acids, elemental composition, sod-podzol soils, brown mountain-forest soils, southern taiga, Middle Ural, Trans-Ural.

Введение. «Природа создала на Земле в форме гумуса богатый источник легкодоступной энергии, связала большую часть необходимого для жизненных процессов углерода и большую часть азота, также столь необходимого для развития растений», – такую характеристику дал важнейшему компоненту почв С.А. Ваксман [1, с. 391]. Гуминовые кислоты являются неотъемлемой частью гумуса, участвующего в обеспечении устойчивости экосистем через реализацию им различных экологических функций. Они играют существенную роль в круговороте веществ и потоке энергии, влияют на рост и развитие живых организмов, связанных с почвой, выступают как регулятор почвенных процессов и режимов, как ингибитор опасных для функционирования экосистем соединений.

Гуминовые кислоты отражают в своем составе, структуре и свойствах особенности биоклиматической обстановки, в которой они формируются [2–4]. Относительно недавно было установлено, что, являясь системой, они сохраняют эти особенности, в том числе элементный состав, во времени [5–8].

Для познания свойств гуминовых кислот, обеспечивающих выполнение ими экосистемных функций, для расширения возможностей использования представлений о свойствах гуминовых кислот, оценки запасенных в них важнейших для функционирования растений элементов С и N, а также энергии, накопленной в химических связях, требуется расширение знаний об элементном составе этого компонента гумуса современных почв различных природных зон и почвенных провинций в разнообразных экологических условиях.

В то же время сведения о составе гуминовых кислот Среднего Урала и прилегающих территорий крайне скудны. Нами получен единообразный статистически значимый массив данных, позволяющий определить параметры и пределы флуктуаций характеристик гуминовых кислот наиболее распространенных в этом регионе южнотаежных почв.

* Исследования выполнены в Уральском федеральном университете и поддержаны грантом Правительства РФ, договор № 11.G34.31.0064».

В материалах, характеризующих гуминовые кислоты почв разных условий формирования, нуждаются не только почвоведы и геохимики, они важны также для экологов, палеогеографов, агрономических и природоохранных служб.

Цель работы: ликвидировать «белые пятна» в изученности очень важного для решения широкого круга вопросов теоретического и прикладного почвоведения элементного состава гуминовых кислот южнотаежных почв Среднего Урала и Зауралья.

Объекты и методы исследования. Объектами настоящего исследования явились почвы южнотаежных условий формирования на Среднем Урале и прилегающих к нему районов Зауралья, входящих в территорию Средне-Уральского региона. Ключевые участки расположены на равнинных и склоновых элементах рельефа в подзоне южной тайги, представленной в настоящее время производными от темнохвойной тайги хвойно-мелколиственными лесами [9]. Проанализированы гуминовые кислоты гумусовых горизонтов дерново-подзолистых и бурых горно-лесных почв Ревдинского, Нижнесергинского, Невьянского, Асбестовского и Талицкого районов Свердловской области.

С целью получения статистически значимого массива данных особое внимание уделялось сохранению единообразия условий отбора почвенных образцов, что подразумевает единые сроки (позднелетний период) и небольшой шаг опробывания с глубиной (сплошной колонкой, послойно каждые 5–10 см в пределах границ почвенных горизонтов).

Выделение гуминовых кислот проводилось в строго стандартных условиях из щелочной вытяжки после декальцирования в ходе анализа состава гумуса методом Пономаревой-Плотниковой в модификации 1968 г. [10]. Гуминовые кислоты осаждались и переосаждались 2н HCl, отделялись от раствора центрифугированием и доводились до сухого состояния при 40° С. Жесткой очистки 6н HCl или смесью HCl и HF не проводилось, поскольку содержание зольных элементов в гуминовых кислотах обусловлено экологическими условиями их формирования [11], кроме того, при жесткой очистке структурные особенности гуминовых кислот различных условий функционирования могут нивелироваться [12].

Элементный состав гуминовых кислот определялся в лаборатории микроанализа НИОХ им. Н.Н. Ворожцова СО РАН на автоматических анализаторах Carlo Erbo, Hewlett Packard и EuroVector mod. EA 3000, а также параллельно-классическим методом по Преглю.

На основе элементного состава гуминовых кислот, согласно предложениям С.А. Алиева [13], рассчитан запас энергии, содержащийся в них.

В общей сложности проанализирован элементный состав более 70 образцов гуминовых кислот дерново-подзолистых и бурых горно-лесных почв, наиболее распространенных в южнотаежной подзоне Среднего Урала и Зауралья.

Результаты исследования и их обсуждение. Элементный состав гуминовых кислот, выделенных из гумусовых горизонтов бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв южной тайги Среднего Урала и Зауралья, представленный в таблице 1, позволил не только определить общее содержание углерода и азота – основных элементов, важных для жизнедеятельности организмов, но и рассчитать энергию, запасенную в этом компоненте гумуса.

Таблица 1

Среднестатистическое содержание и пределы варьирования основных элементов в гуминовых кислотах южнотаежных почв Среднего Урала и Зауралья, % на сухое беззольное вещество

Тип почв	n	C	H	N	O
Бурые горно-лесные	21	<u>54,5±2,1</u>	<u>5,2±0,7</u>	<u>2,7±0,3</u>	<u>37,6±2,7</u>
		50,3–57,7*	4,2–6,3	2,2–3,2	33,9–43,1
Дерново-подзолистые	50	<u>53,0±2,6</u>	<u>5,1±0,7</u>	<u>2,9±0,6</u>	<u>39,1±2,9</u>
		48,4–58,9	3,9–6,6	1,4–4,5	33,0–44,6
$t_{кр(0,01)}=2,65$	$t_{эмл}$	2,6	1,0	1,1	2,1

* Под чертой – пределы варьирования, над чертой – среднестатистическое содержание.

Анализ данных показал, что содержание всех определенных элементов в составе гуминовых кислот бурых горно-лесных почв имеет более узкие пределы варьирования, чем в дерново-подзолистых почвах. Они лежат в рамках колебаний содержания, выявленных для дерново-подзолистых почв.

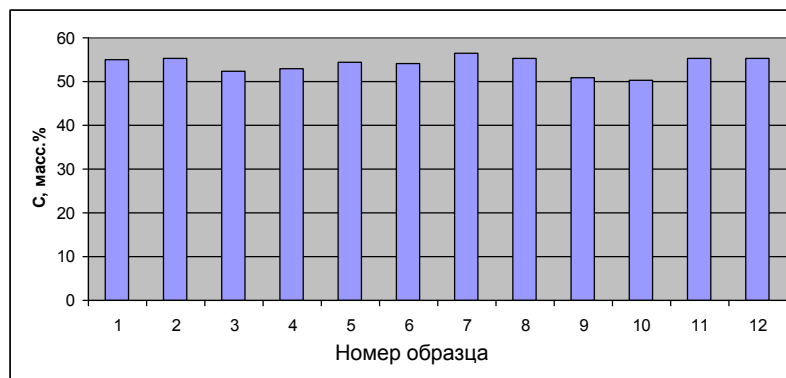
Оценка содержания основных элементов в гуминовых кислотах бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв по t-критерию Стьюдента выявила отсутствие статистически значимых различий между ними.

Запас энергии, содержащийся в гуминовых кислотах, рассчитанный по [13] на основании сведений о содержании элементов в составе гуминовых кислот, составил в среднем для бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв около 4 ккал на 1 г гуминовой кислоты (3988 ± 298 и 3825 ± 318 ккал/г соответственно).

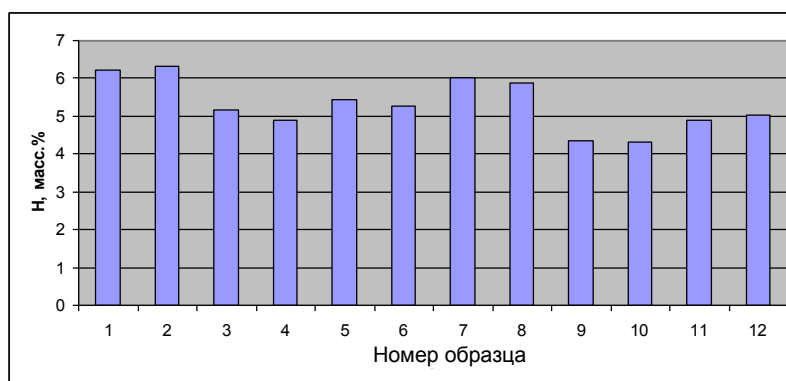
Следует отметить, что местом формирования бурых горно-лесных почв на Среднем Урале являются лесные склоны, сложенные хрящеватыми почвообразующими породами. Особенность их верхних почвенных горизонтов – легкосуглинистый или супесчаный гранулометрический состав, что в совокупности обеспечивает хороший дренаж и способствует формированию специфических черт этих почв [14, 15]. При отсутствии любого из этих условий дренирование поверхности ухудшается, что приводит к формированию в склоновых типах местности под светлохвойным лесом дерново-подзолистых почв. Ввиду небольших перепадов высот склонов, на которых изучались почвы (около 30 м), распространенные на них почвы относятся к одному типу. Сопоставление показателей элементного состава гуминовых кислот бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв, расположенных в разных частях склонов, показало, что количество каждого элемента в составе гуминовых кислот изменяется в близких пределах. В качестве примера приводим индивидуальные характеристики содержания основных элементов в гуминовых кислотах гумусовых горизонтов бурых горно-лесных почв, расположенных на разных участках склона (рис.), которые свидетельствуют об отмеченном выше сходстве.

Различия средних величин содержания основных элементов в гуминовых кислотах бурых горно-лесных почв, расположенных на разных частях склона, согласно t-критерию Стьюдента, не выявлены (табл. 2), что подтверждает сделанный выше вывод. Аналогичные результаты получены и по элементному составу гуминовых кислот дерново-подзолистых почв другого склона, которые представлены в этой же таблице.

На основании имеющегося в нашем распоряжении статистически значимого массива данных можно заключить, что положение по склону в пределах низкогорий Среднего Урала не влияет на элементный состав гуминовых кислот гумусовых горизонтов почв.

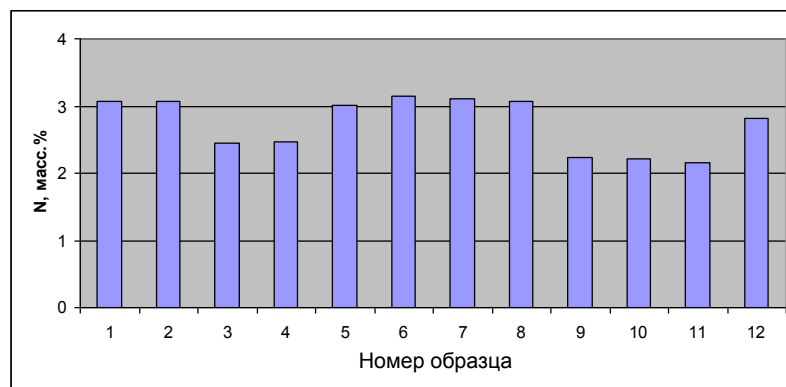


А

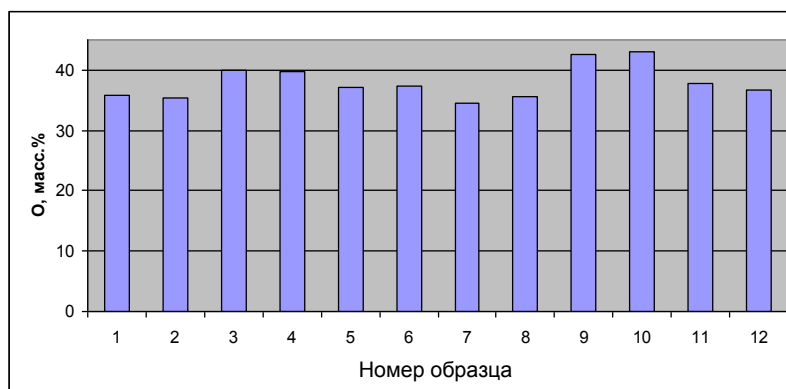


Б

Содержание основных элементов в гуминовых кислотах бурых горно-лесных почв, % на сухое беззольное вещество: А – углерод; Б – водород; В – азот; Г – кислород. Обозначения: образцы 1–4 – верхняя треть склона; образцы 5–12 – нижняя треть склона



В



Г

Окончание рис.

Таблица 2

Среднестатистическое содержание основных элементов в гуминовых кислотах южнотаежных почв склонов, % на сухое беззольное вещество

Положение по рельефу	n	C	H	N	O
<i>Бурые горно-лесные</i>					
Верхняя треть склона	4	53,9±1,4	5,6±0,7	2,8±0,3	37,7±2,5
Нижняя треть склона	8	53,9±2,2	5,2±0,6	2,7±0,4	38,3±3,1
$t_{кр(0,01)}=2,26$	$t_{эмп}$	0,1	1,1	0,2	0,3
<i>Дерново-подзолистые</i>					
Верхняя треть склона	9	53,4±0,6	5,2±0,4	3,7±0,6	37,7±0,7
Нижняя треть склона	7	52,8±4,3	5,1±1,0	2,9±1,1	39,5±4,6
$t_{кр(0,01)}=2,11$	$t_{эмп}$	0,3	0,5	2,0	0,9

Показано, что структурные особенности гуминовых кислот, в частности, соотношение в них основных элементов, несут информацию о состоянии природной среды, в которой они формировались [6–8]. В этом случае используются данные их элементного состава, выраженные в атомных процентах (табл. 3).

Среднестатистическое содержание и отношения основных элементов в гуминовых кислотах южнотаежных почв Среднего Урала и Зауралья. атомные %

Тип почв	n	C	H	N	O	H:C	O:C	C:N
Бурые горно-лесные	21	$\frac{37,3 \pm 1,7}{34,7-40,5}$	$\frac{41,8 \pm 3,4}{36,7-47,0}$	$\frac{1,6 \pm 0,2}{1,3-2,0}$	$\frac{19,5 \pm 2,4}{16,3-23,8}$	$\frac{1,13 \pm 0,13}{0,91-1,36}$	$\frac{0,52 \pm 0,06}{0,45-0,64}$	$\frac{23,79 \pm 3,30}{20,50-30,60}$
Дерново-подзолистые	50	$\frac{36,4 \pm 1,5}{33,3-40,2}$	$\frac{41,5 \pm 3,7}{35,3-48,0}$	$\frac{1,7 \pm 0,4}{0,8-2,8}$	$\frac{20,4 \pm 2,9}{15,2-25,9}$	$\frac{1,14 \pm 0,12}{0,93-1,36}$	$\frac{0,57 \pm 0,08}{0,42-0,71}$	$\frac{22,92 \pm 6,88}{13,75-35,00}$
$t_{кр(0,01)}=2,65$	t эмп	1,9	0,4	1,2	1,5	0,3	2,8	0,6

* Под чертой – пределы варьирования, над чертой – среднестатистическое содержание.

Как показывает анализ данных, обуглероженность гуминовых кислот как бурых горно-лесных, так и дерново-подзолистых почв в большинстве случаев не превышает 40,0%. Средние величины содержания углерода, различающиеся в гуминовых кислотах этих типов почв на 1–1,5%, практически не имеют статистически значимых различий, что выявлено с помощью t-критерия Стьюдента. Содержание водорода чаще всего превалирует над углеродом, поэтому величина отношения H:C превышает 1,00, составляя в среднем 1,13–1,14 в гуминовых кислотах обоих типов почв. Содержание азота в составе этого компонента системы гумусовых веществ колеблется в пределах 0,8–2,8% в дерново-подзолистых почвах и существенно более узких (но не выходящих за указанные пределы) в бурых почвах, характеризуясь в среднем очень близкими величинами. Насыщенность макромолекул этим элементом (величина C:N) варьирует в целом в больших диапазонах, но в среднем составляет около 23. Сравнение показателей элементного состава в гуминовых кислотах бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв с помощью t-критерия Стьюдента выявило статистически значимые различия только для отношения O:C (см. табл. 3).

Таким образом, на изученной нами территории южной тайги в пределах Средне-Уральского региона гуминовые кислоты бурых горно-лесных почв имеют близкие среднестатистические показатели элементного состава к таковым дерново-подзолистым по всем базовым параметрам.

Заключение. Статистически значимый массив данных, отражающий закономерности содержания и соотношения основных элементов в гуминовых кислотах почв южной тайги Среднего Урала и Зауралья, позволил определить среднестатистические параметры и пределы варьирования их характеристик. Гуминовые кислоты бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв, формирующихся в пределах единой биоклиматической зоны при разном положении в рельефе, имеют близкие средние характеристики основных показателей элементного состава, а также запасы энергии, аккумулированной в химических связях.

Полученные данные могут служить основой для оценки земель лесного фонда, а также использоваться в качестве рецентной основы при проведении реконструкций биоклиматической обстановки былых эпох по гуминовым кислотам для Средне-Уральского и аналогичных ему по природным условиям регионов.

Литература

1. *Ваксман С.А.* Гумус. Происхождение, химический состав и значение его в природе. – М.: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1937. – 470 с.
2. *Тюрин И.В.* Географические закономерности гумусообразования // Тр. Юбилейной сессии, посвящ. столетию со дня рождения В.В. Докучаева. – М.: АН СССР, 1949. – С. 85–101.
3. *Кононова М.М.* Органическое вещество почв. – М.: АН СССР, 1963. – 314 с.
4. *Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты почв. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 410 с.
5. *Дергачева М.И.* Система гумусовых веществ почв. – Новосибирск: Наука, 1989. – 110 с.
6. *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: тр. междунар. конф. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – С. 6–13.
7. *Дергачева М.И.* Гумусовая память почв // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий / отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 530–560.

8. *Дергачева М.И.* Гумусовые вещества как источник информации о природной среде формирования // Изв. аграрной науки. – 2011. – V 9. – № 2. – P.57–61.
9. *Гафуров Ф.Г.* Почвы Свердловской области. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 396 с.
10. *Пономарева В.В., Плотникова Т.А.* Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 104–117.
11. *Dergacheva M.I.* Humic acids of soils of different age and genesis 10th International meeting of international humic substances society, 24–28 July 2000, Toulouse (France). – Toulouse, 2000. – P. 267–270.
12. Анализ изменений состава и структуры гуминовых кислот почв при кислотном и щелочном гидролизе / *В.Д. Тихова* [и др.] // Журн. прикладной химии. – 2008. – Т.81. – №11. – С. 1957–1962.
13. *Алиев С.А.* Почвы Азербайджанской ССР. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. – Баку: ЭЛМ, 1978. – 253 с.
14. *Фирсова В.П., Горячева Т.А., Прокопович Е.В.* Сравнительная характеристика свойств горных почв Среднего Урала // Почвоведение. – 1983. – № 5. – С. 16–25.
15. *Фирсова В.П., Павлова Т.С., Дедков В.С.* Биогеоценотические связи и почвообразование в сопряженных ландшафтах Среднего Урала. – Свердловск: Изд-во УрО АН СССР, 1990. – 135 с.



УДК 630.161.6 (571.6)

Н.М. Воронкова, А.Б. Холина, В.П. Верхолат

БИОМОРФОЛОГИЯ, ПРОРАСТАНИЕ И КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Изучены биоморфологические и размерные характеристики, режимы проращивания и выяснена ответная реакция семян 13 видов кустарников, кустарничков и полукустарничков на действие сверхнизких температур (минус 196°С) с целью выяснения возможности их долгосрочного хранения в жидком азоте для создания банка семян. Для большинства видов криоконсервация не оказала отрицательного действия, семена сохранили свою жизнеспособность на первоначальном уровне.

Ключевые слова: кустарники, морфология семян, прорастание семян, криоконсервация, дальний Восток.

N.M. Voronkova, A.B. Kholina, V.P. Verkholat

BIOMORPHOLOGY, GERMINATION AND CRYOPRESERVATION OF SOME ORNAMENTAL SHRUB SEEDS IN THE RUSSIAN FAR EAST

Biomorphological, metric characteristics, germination conditions are studied, the response reaction of 13 shrub, undershrub and dwarf semishrub species to ultralow temperature (-196°C) influence in order to evaluate the possibility of their long-term storage for creating the seed bank is revealed. For most species cryopreservation did not have the negative effect; the seeds retained their viability at the initial level.

Key words: shrubs, seed morphology, seed germination, cryopreservation, Far East.

Введение. Решение задач охраны разнообразия растительных ресурсов невозможно без детального изучения вопросов семенного размножения отдельных видов, и, прежде всего, биологии прорастания и хранения семян с целью создания их фонда. Необходимость подобных исследований для конкретных видов диктуется их видоспецифическими биологическими особенностями, поскольку процессы стратификации и прорастания семян являются частью жизненного цикла растений. В связи с высокой антропогенной нагрузкой актуальность исследований возрастает не только в отношении редких и эндемичных видов, но и для довольно распространенных растений, красиво цветущих, декоративных, пищевых и лекарственных, запасы которых сокращаются в результате пожаров, а также изъятия их из природы для хозяйственных целей. Природная флора российского Дальнего Востока богата видовым разнообразием кустарников, кустарничков и полукустарничков, многие из которых обладают ценными свойствами. Анализ литературных данных указывает на недостаточную изученность многих сторон семенного размножения для большинства дальневосточ-