



Прилуцкая Наталья Сергеевна

аспирант

ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный
университет им. М.В. Ломоносова»

г. Архангельск, Архангельская область

Корельская Татьяна Александровна

канд. хим. наук, доцент

ГБОУ ВПО «Северный государственный
медицинский университет»

г. Архангельск, Архангельская область

Леонтьева Валентина Андреевна

магистрант

ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический)
федеральный университет им. М.В. Ломоносова»

г. Архангельск, Архангельская область

Попова Людмила Федоровна

д-р биол. наук, канд. хим. наук, доцент

ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический)
федеральный университет им. М.В. Ломоносова»

г. Архангельск, Архангельская область

ОЦЕНКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО

СТРОЕНИЯ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ПОЧВ

АРКТИКИ ПО ИХ ЭЛЕМЕНТНОМУ АНАЛИЗУ

Аннотация: в статье рассматривается структурно-функциональное строение гумусовых кислот арктических почв, исходя из их элементного состава. Из процентного содержания элементов рассчитаны атомные отношения H:C, O:C, и N:C, определена степень окисленности и сделаны выводы о строении гумусовых кислот и их экопротекторной роли в отношении тяжелых металлов.

Ключевые слова: гумусовые кислоты, почвы Арктики, элементный анализ.

Органическое вещество является важной составной частью почвы и выполняет множество функций, связанных с устойчивым функционированием почвы в составе природных экосистем. В настоящее время ведется много исследований по изучению органической части почв различных регионов, но органическое вещество почв Арктики и субарктики, как и сами почвы, остаются малоизученными. Арктика и субарктика имеет уникальную окружающую среду и на формирование, как почв, так и органического вещества влияют мерзлотные (криогенные) процессы, такие как трещинообразование, вымораживание, прение [5]. При этом знание состава органического вещества почв Арктики поможет в исследовании его экопротекторной роли в отношении потенциальных загрязнителей чувствительной окружающей среды Арктики.

Элементный состав является одной из важнейших характеристик гумусовых кислот, позволяющий получить информацию о принципах строения гумусовых кислот, их свойствах и экопротекторной роли в отношении таких поллютантов, как тяжелые металлы (ТМ) за счет наличия кислородсодержащих функциональных групп, и выявить особенности процесса гумусообразования в почве.

Важными характеристиками строения гумусовых кислот, являются атомные отношения H:C, O:C, и N:C. Чем меньше эти отношения, тем большую роль играют атомы углерода в построении молекулы кислоты, выше доля бензоидных фрагментов и ниже доли алифатических боковых цепей в молекулах гумусовых кислот. При этом по показателю H:C судят о разветвлении боковых цепей: чем выше данное отношение, тем сложнее строение и выше доля ароматических фрагментов. По показателю O:C судят о степени окисленности соединений: чем выше данное отношение, тем больше кислородсодержащих функциональных групп (гидроксильных, фенольных и/или карбоксильных) входит в состав гумусовых кислот. Показатель N:C говорит о роли азотсодержащих соединений в образовании гумусовых кислот [4].

В качестве объектов исследования были выбраны гумусовые кислоты, выделенные из арктических почв. Почвенные разрезы были заложены участниками комплексной научно-образовательной экспедиции «Арктический Плавучий

Университет-2013» на следующих территориях: п-ов Канин (мыс Канин Нос), о. Колгуев (п. Бугрино), о. Вайгач, архипелаг Земля Франца-Иосифа (о. Хейса,). Пробы почв отбирались в соответствии с ГОСТ 28168–89 [2].

Выделение гумусовых кислот из почв проводили по методу М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой [3].

Определение элементного состава гумусовых кислот было выполнено на элементном CHNS анализаторе EA-3000 в ЦКП НО «Арктика» Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки РФ (уникальный идентификатор работ RFMEFI59414X0004, соглашение №14.594.21.0004 от 15 августа 2014 года).

Для гумусовых кислот были определены атомные отношения H:C, O:C, N:C [4] и степень окисленности W. Степень окисленности рассчитывали по формуле: $W = (2Q_O - Q_H)/Q_c$, где, Q_O – число атомов кислорода; Q_H – число атомов водорода; Q_C – число грамм-атомов углерода.

При $W=0$ соединения считаются с нулевой степенью окисления, при $W>0$ – окисленными, при $W < 0$ – восстановленными [1].

Анализ элементного состава гумусовых кислот показал (табл. 1) максимальное содержание углерода в гуминовых (ГК) и гиматомелоновых (ГМК) кислотах о. Колгуев (23,7% и 25,3%, соответственно). Это указывает на больший их размер по сравнению с фульвовыми кислотами (ФК) о. Колгуев и с гумусовыми кислотами почв других исследованных территорий. При этом ГК и ГМК о. Колгуев отличаются более низким содержанием кислорода и отсутствием атомов азота в их молекулах. Последнее может быть связано, по мнению Л.А. Александровой [1], с разложением растительных остатков, богатых белками.

Таблица 1

Элементный состав гумусовых кислот почв Арктики

Объекты исследования	Содержание химического элемента, %				
	C	H	N	S	O
<i>о. Колгуев</i>					
ГК	23,70	2,83	–	13,60	59,87
ФК	4,92	0,45	0,05	4,93	89,70

ГМК	25,30	3,12	–	14,50	57,08
<i>о. Вайгач</i>					
ГК	2,35	3,53	0,71	17,70	75,71
ФК	4,99	0,32	0,03	5,14	89,55
ГМК	4,32	2,91	0,88	20,30	71,59
<i>мыс Канин Нос</i>					
ГК	1,78	0,33	0,25	4,08	93,81
ФК	3,24	0,22	–	11,00	85,54
ГМК	10,1	2,73	0,59	10,20	76,97
<i>о. Хейса</i>					
ГК	0,95	0,34	0,28	10,50	88,21
ФК	3,49	0,39	0,001	9,64	86,48
ГМК	7,72	2,28	0,18	9,49	80,51

Исходя из процентного содержания элементов в исследованных гумусовых кислотах был произведен расчет атомных отношений H:C, O:C, и N:C (табл. 2).

Таблица 2

Атомные отношения гумусовых кислот почв Арктики

Объекты исследования	Атомные доли				Атомные отношения		
	C	H	N	O	H:C	O:C	N:C
<i>о. Колгуев</i>							
ГК	0,23	0,33	–	0,44	1,43	1,91	–
ФК	0,41	0,45	0,004	5,61	1,10	13,70	0,01
ГМК	0,24	0,35	–	0,41	1,45	1,71	–
<i>о. Вайгач</i>							
ГК	0,02	0,41	0,006	0,56	20,50	28,00	0,30
ФК	0,42	0,31	0,002	5,60	0,75	13,47	0,01
ГМК	0,05	0,37	0,008	0,58	7,40	11,60	0,16
<i>мыс Канин Нос</i>							
ГК	0,15	0,33	0,018	5,86	2,22	39,56	0,12
ФК	0,27	0,22	–	5,35	0,82	19,84	–
ГМК	0,84	2,70	0,042	4,81	3,22	5,72	0,05
<i>о. Хейса</i>							
ГК	0,08	0,33	0,020	5,51	4,19	69,40	0,25
ФК	0,29	0,38	0,00007	5,40	1,32	18,59	0,00
ГМК	0,64	2,26	0,013	5,03	3,51	7,83	0,02

По показателю H:C к насыщенным углеводородам, либо к углеводородам с незначительным количеством двойных связей можно отнести ГК и ГМК почв о. Вайгач, мыса Канин Нос и о. Хейса, так как для них характерно отношение

Н:С более 2,0. Отношения Н:С ГК и ГМК, выделенных из почв о. Колгуев и ФК о. Хейса, попадают в интервал 1,3 – 1,8, поэтому их углеродный скелет скорее всего похож на циклопарафиновый, а ФК, выделенных из почв о. Колгуев, мыса Канин Нос и о. Вайгач, имеющие отношения Н:С меньше 1, можно отнести к ароматическим углеводородам.

В исследуемых препаратах наиболее высокое отношение О:С характерно для ГК почв о. Хейса, что указывает на высокое содержание кислородсодержащих групп и большой вклад периферической части в структуру данных кислот. Показатель N:С указывает на преобладание боковых алифатических цепочек в молекулах ГК почв о. Вайгач и ГК почв о. Хейса.

По степени окисленности (табл. 3) все исследованные кислоты относятся к окисленным соединениям, что может быть связано с контрастным окислительно-восстановительным режимом. При этом самыми высокими степенями окисленности характеризуются ГК почв мыса Канин Нос, ГК почв о. Хейса, ФК почв о. Вайгач и ФК о. Колгуев. Это может быть обусловлено большим содержанием кислородсодержащих групп в молекулах этих кислот, и, следовательно, большей способностью связывать тяжелые металлы и тем самым в большей степени проявлять свою экопротекторную способность.

Таблица 3

Степень окисленности гумусовых кислот почв Арктики

Объекты исследования	W
<i>о. Колгуев</i>	
ГК	+ 9,73
ФК	+ 14,91
ГМК	+ 9,24
<i>о. Вайгач</i>	
ГК	+ 12,31
ФК	+ 14,90
ГМК	+ 11,68
<i>мыс Канин Нос</i>	
ГК	+ 15,61
ФК	+ 14,24
ГМК	+ 12,60
<i>о. Хейса</i>	
ГК	+ 14,67
ФК	+ 14,38
ГМК	+ 13,23

Таким образом, анализ элементного состава гумусовых кислот исследованных почв Арктики позволил предположить, что максимальным барьерным механизмом по отношению к ТМ будут обладать ГК и ГМК почв о. Колгуева, высока степень связывания ТМ ГК и ГМК почв о. Вайгач, мыса Канин Нос и о. Хейса. Это обусловлено тем, что ГК и ГМК почв о. Колгуева более ароматичны, следовательно, в меньшей степени будут вымываться в нижние горизонты и грунтовые воды, и тем самым будут более устойчивы в почве, по сравнению с теми кислотами, где преобладают боковые алифатические цепочки.

Также можно предположить, что ФК выделенные из исследованных почв имеют выраженный ароматический характер и, следовательно, будут обладать некоторой устойчивостью к вымыванию из почв.

Список литературы

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 287 с.
2. ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор проб. – Введ. 1990–04–01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 7 с.
3. Кононова М.М. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв / М.М. Кононова, Н.П. Бельчикова // Почвоведение. – 1961. – №10.
4. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса: Учеб. пособие / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М: Изд-во Моск. ун-та, 1981 – 272 с.
5. Основы почвоведения и географии почв / Под ред. д-ра биол. наук, С.П. Кулижского и д-ра геогр. наук, профессора А.Н. Рудого. – Томск: ТГУ – ТГПУ, 2004. – 374 с.