

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

УДК 502, 547

ГРУППОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ВЕРХОВОГО ТОРФА СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ПРИМЕРЕ БОЛОТНОГО МАССИВА «МУХРИНО»

Латыш И.М.

ООО «РН-Юганскнефтегаз»

ilia_rus_86@mail.ru

В статье представлены результаты определения группового химического состава органического вещества распространенных видов торфа среднетаежной зоны Западной Сибири. Выявлены различия группового химического состава органического вещества торфа в зависимости от ботанического состава и степени разложения. Полученные данные сопоставлены с данными, характеризующими групповой химический состав органического вещества разных видов торфа южнетаежной зоны Западной Сибири. Дано описание физико-географических характеристик и ландшафтных особенностей болотного массива «Мухрино».

Ключевые слова: групповой химический состав, органическое вещество, битумы, водорастворимые вещества, гуминовые кислоты, фульвокислоты, торф, Мухрино, компонентный состав.

Цитирование: Латыш И.М. 2017. Групповой химический состав органического вещества торфа среднетаежной зоны Западной Сибири на примере болотного массива «Мухрино» // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 8. № 2. С. 57-63.

Citation: Latysh I.M. 2017. The organic components group composition of different peat types in middle-taiga zone of Western Siberia (Mukhrino bog) // Environmental dynamics and global climate change. V. 8. No. 2. P. 57-63.

ВВЕДЕНИЕ

Болота представляют собой особый тип экосистем, в процессе развития которых отмершие остатки растений накапливаются в виде торфяной залежи. Отлагаемый торф представляет большой научный и практический интерес, а продукция на его основе характеризуется растущим спросом на мировом рынке. Так, гранулированные смеси на основе торфа и древесных отходов часто применяются в странах Европейского Союза (ЕС) в качестве топлива, и спрос на данную продукцию ежегодно растет [Ринкевич, 2007].

Одним из важных свойств, характеризующих торф как сырье для промышленной переработки, является групповой химический состав органического вещества торфа. Соотношение групп органических веществ: битумов, водорастворимых веществ, легкогидролизующих веществ, гуминовых кислот, фульвокислот, целлюлозы и лигнина – определяет направления его использования [Гаврильчук и др., 2010; Чаков, 2015; Жиликова, 2006].

Перспективным регионом для развития торфяной промышленности России является Западная Сибирь [Латыш, 2016]. Это обусловлено большой ресурсной базой, составляющей около 110 млрд. т (при 40% влажности) [Тюремнов, 1976; Иванов и Новикова, 1976], что составляет 59% всех запасов торфа Российской Федерации [Тюремнов, 1976]. Большая часть торфа Западной Сибири сосредоточена в таежной зоне [Иванов и Новикова, 1976] и представлена верховым типом, на долю которого приходится 62% от всех запасов, в то время как 15% запасов представлено переходным торфом, а оставшиеся 23% – низинным торфом [Нейштадт, 1971].

Верховой и низинный типы торфа существенно отличаются друг от друга по групповому химическому составу. В верховом торфе, в сравнении с низинным, содержится большее количество битумов, водорастворимых и легкогидролизующих соединений, фульвокислот, целлюлозы и лигнина, тогда как в низинном торфе содержится большее количество гумусовых кислот [Лиштван и др., 1989; Шинкеева и др., 2009; Чухарева и др., 2013].

Так как растения торфообразователи по своей биохимической природе характеризуются разным соотношением групп химических соединений (табл. 1), то торф одного и того же типа, сформированный растительными остатками разных видов растений, будет отличаться по групповому химическому составу (табл. 2).

Таблица 1. Групповой химический состав растений торфообразователей в % от органической массы [Скобеева и Тюремнов, 1966].

Растения торфообразователи	Битумы	ВР	ЛГ	Целлюлоза	Лигнин
Кустарнички	6,4	8,7	27,1	19,9	8,6
Хвойные породы	2,6	3,2	25,1	52,7	9,5
Лиственные породы	2,8	2,6	23,8	50,2	3,3
Травы	2,5	8,5	31,7	27,1	0,1
Сфагновые мхи	2	7,3	54,5	18,9	8,5
Зеленые мхи	2,7	19,9	35,1	12,1	8,6

Примечание: ВР – водорастворимые вещества; ЛГ – легкогидролизуемые соединения.

Так, наиболее распространенные на территории Западной Сибири фускум торф и пушицево-сфагновый торф отличаются по количеству битумов, водорастворимых и легкогидролизуемых соединений, гумусовых кислот [Архипов и Маслов, 1998; Ларина и др., 2009; Шинкеева и др., 2009]. По данным разных авторов, в пушицево-сфагновом торфе количество битумов и гумусовых кислот больше, чем в фускум-торфе на 2,1-4,3% и 9,2-13,9% соответственно, а количество водорастворимых и легкогидролизуемых соединений меньше на 13,5-18,2% (табл. 2) [Архипов и Маслов, 1998; Шинкеева и др., 2009; Чухарева и др., 2013].

Таблица 2. Групповой химический состав верховых видов торфа южнотаежной зоны Западной Сибири в % от органической массы [Архипов и Маслов, 1998; Шинкеева и др., 2009; Чухарева и др., 2013].

Вид торфа	Групповой состав, % на органическую массу					Источник
	Битумы	ВР+ЛГ	ГК	ФК	Ц+Л	
Фускум	4,2	50,8	13,6	17,3	14,1	Архипов, 1998
Пушицево-сфагновый	8,5	34,4	26,0	17,1	13,5	
Фускум	4,2	49,5	12,1	17,2	16,9	Шинкеева, 2009
Пушицево-сфагновый	8,1	35,8	21,3	16,3	18,5	
Фускум	4,4	46,1	16,2	17,5	15,8	Чухарева, 2013
Пушицево-сфагновый	6,3	32,6	25	18,3	17,8	

Примечание: ГК – гумусовые кислоты; ФК – фульвокислоты; Ц+Л – лигнинно-целлюлозный остаток.

В связи с этим нами была поставлена задача: определить групповой химический состав наиболее распространенных видов торфа центральной части таежной зоны Западной Сибири и сравнить полученные значения с показателями для аналогичных торфов юга Томской области.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объекта исследований был выбран болотный массив «Мухрино», являющийся типичным для среднетаежной зоны Западной Сибири [Заров, 2013]. Болото расположено на левобережной террасе Иртыша, в 30 км к юго-западу от города Ханты-Мансийска (рис. 1). Болотная система практически полностью покрывает локальный водораздел между небольшими реками Мухрина и Большая речка, впадающими в протоку Байбалаковскую (пойма Иртыша) и протоку Ендырскую (пойма Оби) [Лапшина и Конева, 2010]. Протяженность болотного массива с запада на восток составляет 4,5 км. С юга болотный массив ограничивает полоса островков, покрытых

смешанным лесом, а с севера – кромка первой террасы долины реки Оби. Протяженность болота от южной до северной границы достигает 13 км, а его площадь составляет 50 км².

Территория целиком расположена в пределах подзоны средней тайги. Среднегодовая температура воздуха составляет 1,3°C. Средняя температура самого холодного месяца (январь) – минус 19,8°C, самого теплого (июль) плюс 18°C. Среднегодовое усредненное количество осадков за последние 29 лет – 553 мм [Трящин, 2007].

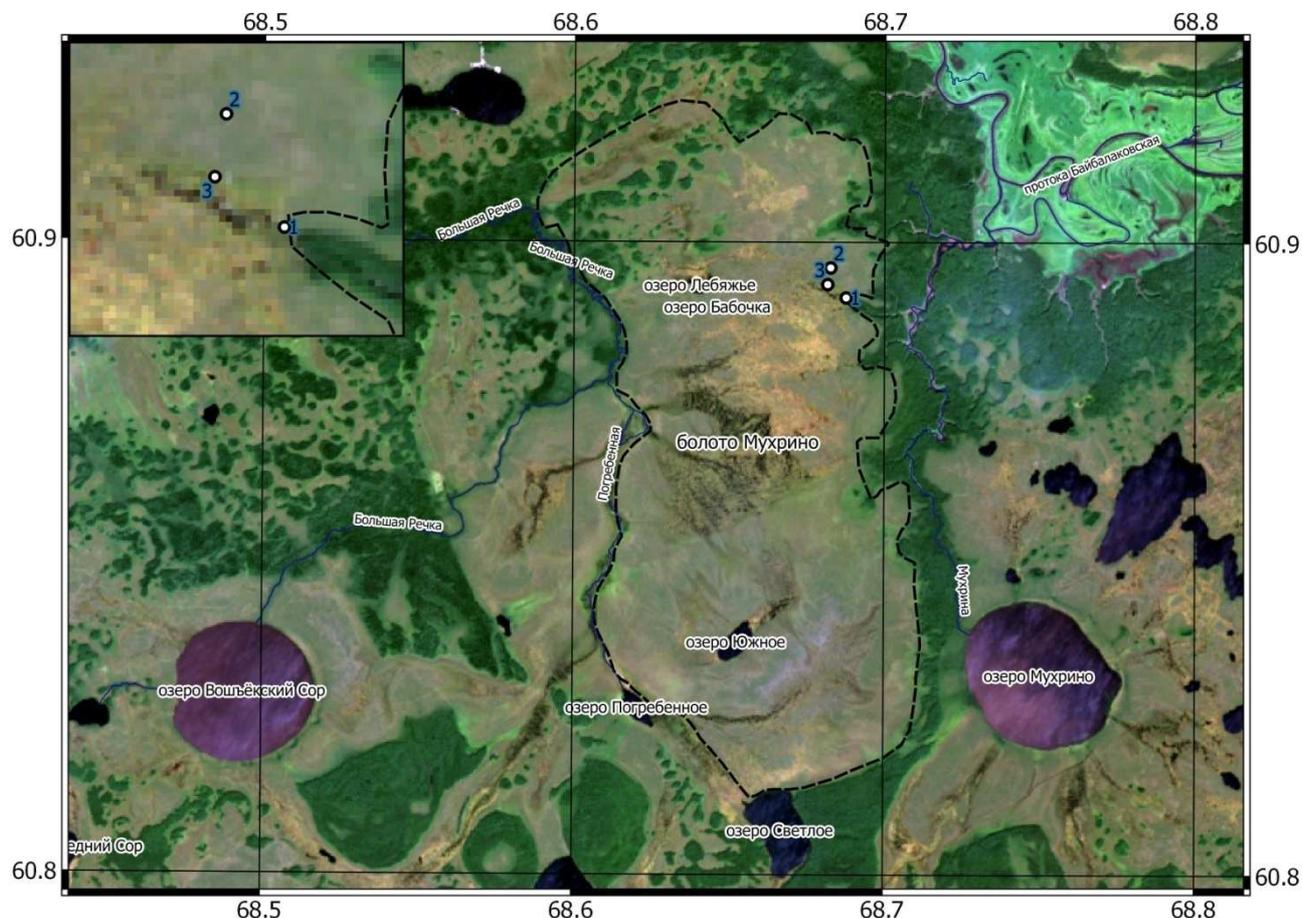


Рис. 1. Граница болотного массива Мухрино.

Примечание: пунктиром обозначена граница болотного массива Мухрино; белые точки с черной обводкой – места отбора проб (1 – рослый рям; 2- рям; 3 – мочажина).

Ландшафтная структура болотного массива характеризуется наличием в периферийной части широкой полосы сосново-кустарничково-сфагновых сообществ, представленных рослыми и типичными рямами. Центральная часть занята обширными грядово-мочажинными, грядово-топяными и грядово-озерковыми комплексами. Средняя глубина торфяной залежи составляет 3,3 м, максимальная – 5,5 м, минеральное дно сложено глинами и тяжелыми суглинками [Заров, 2013]. Для данного болотного массива наиболее характерными видами торфа являются: верховой фускум-торф, отлагаемый сообществами рямов и гряд; сфагновый топяной и пушицево-сфагновый торф, характерный для мочажинных растительных сообществ; низинный травяной и древесно-травяной торф, слагающие придонные слои торфяной залежи [Заров, 2013].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор образцов торфа производился из трех наиболее характерных для данного болотного массива типов экосистем – рослого ряма, ряма и мочажины в грядово-топяном комплексе (ГМК). Образцы отбирались вручную с глубины 20-30 см. Всего было отобрано 9 образцов, по три для каждого типа экосистем.

Определение ботанического состава и степени разложения проводилось с использованием светового микроскопа. Для определения ботанического состава торфа образцы предварительно

промывались под струей воды через сито с ячейей 0,25 мм. Степень разложения определялась глазомерно под микроскопом [ГОСТ 28245-89].

Для проведения химического анализа образцы торфа были высушены до постоянной массы при температуре 80°C и гомогенизированы до однородного состояния. В виду того, что в торфе из рослого ряма присутствовали корешки сосны и остатки кустарничков, которые не удалось полностью измельчить, в анализируемых образцах могли присутствовать крупные остатки данных растений (до 5 мм). Просеивание через сито не проводилось, так как в результате крупные остатки растений, являющиеся неотъемлемой частью торфа, были бы отсеяны.

Групповой химический состав определялся по методу Инсторфа с использованием в качестве органического растворителя хлороформа [Лиштван и др., 1989]. Метод состоит из последовательной экстракции битумов горячим хлороформом в аппаратах Сокслета, экстракции водорастворимых и легкогидролизуемых соединений 4% HCl, выделении гумусовых веществ 0,1 н NaOH с последующим подкислением раствора, с пришедшими в него гумусовыми веществами, 10%-ной HCl и осаждением гумусовых кислот (рис. 2).

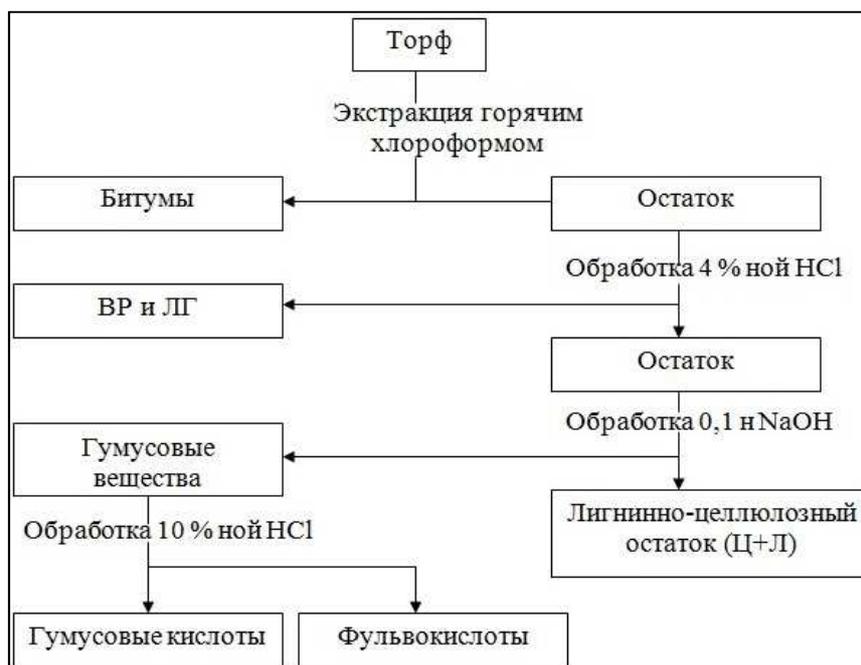


Рис. 2. Схема определения группового химического состава торфа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ботанический состав и степень разложения торфа могут быть описаны следующим образом. Образцы из рослого ряма представлены верховым сфагновым торфом (*Sphagnum fuscum* – 50%, *Sphagnum capillifolium* – 25%, *Polytrichum strictum* – 5%, корешки сосны – 15 %, кустарнички – 5%) и имеют низкую степень разложения (5%) (табл. 3).

Образцы из ряма образованы фускум-торфом (*Sphagnum fuscum* – 100 %) и имеют нулевую степень разложения (табл. 3).

Образцы торфа из мочажины сложены пушицево-сфагновым торфом со степенью разложения 10% (*Sphagnum papillosum* – 50%, *Eriophorum vaginatum* – 40%, *Carex limosa* – 10%) (табл. 3).

В результате определения группового химического состава торфа установлено, что торф с минимальной степенью разложения (0%) и состоящий на 100% из *Sphagnum fuscum* имеет наибольшее количество водорастворимых и легкогидролизуемых соединений, которых в среднем на 16% больше по сравнению с другими видами торфа (табл. 3). Это хорошо согласуется с ранее опубликованными данными (табл. 2) массы [Архипов и Маслов, 1998; Шинкеева и др., 2009; Чухарева и др., 2013].

В целом доля содержания ВРВ и ЛГВ соединений уменьшается в ряду: фускум торф (рям) > сфагновый верховой торф (рослый рям) > пушицево-сфагновый торф (мочажина в ГМК), хотя различия между последними двумя незначительны.

Данный факт обусловлен тем, что углеводный комплекс, наиболее подверженный воздействию микроорганизмов [Раковский, 1978], при нулевой степени разложения не был ими разрушен.

Мочажинный торф с участием остатков пушицы характеризуется максимальным количеством гумусовых кислот (25,9%), содержание которых в среднем на 14% больше, чем в других видах торфа (табл. 3). Данные показатели также сопоставимы с литературными данными (табл. 2) [Архипов и Маслов, 1998; Шинкеева и др., 2009; Чухарева и др., 2013].

Таблица 3. Групповой химический состав торфа болота Мухрино.

Экосистема	Вид торфа	Степень разложения, %	Групповой химический состав торфа, %				
			Битумы	ВРВ+ЛГВ	ГК	ФК	Ц+Л
Рослый рям	Сфагновый верховой	5	8,7	35,9	11	19,5	24,9
Рослый рям	Сфагновый верховой	5	6,7	28,6	11,5	24,7	28,5
Рослый рям	Сфагновый верховой	5	7,3	29,4	11,3	23,9	28,2
Рям	Фускум-торф	0	2,4	45,4	10,7	24	17,5
Рям	Фускум-торф	0	2,4	45,5	11,4	21,3	19,4
Рям	Фускум-торф	0	2,2	43,2	12,1	23,4	19,1
Мочажина в ГТК	Пушицево-сфагновый	10	2,7	30,3	25,7	22,1	19,2
Мочажина в ГТК	Пушицево-сфагновый	10	2,7	29,4	25,9	20,7	21,4
Мочажина в ГТК	Пушицево-сфагновый	10	2,5	25,4	26,0	22,2	23,9

Примечание: ВРВ+ЛГВ – водорастворимые и легкогидролизуемые соединения; ГК – гумусовые кислоты; ФК – фульвокислоты; Ц+Л – лигнинно-целлюлозный остаток.

Сфагновый верховой торф, отлагаемый в рослом ряме, выделяется среди других наибольшим содержанием в составе органического вещества битумов – в среднем 7,4%, что в 3 раза выше, чем в фускум торфе и пушицево-сфагновом торфе; среднее количество лигнинно-целлюлозного остатка – 28,2%, содержание которого на 7,1% выше, чем в других видах торфа. Такое количество битумов и лигнинно-целлюлозного остатка можно объяснить присутствием в торфе корешков сосны (до 15 %) и остатков кустарничков (до 5%) [Скобеева и Тюремнов, 1966]. В среднем количество битумов и лигнинно-целлюлозного остатка в данном виде торфа больше на 4,6 и 8 % соответственно, чем в остальных видах (табл. 3) Также между отдельными образцами данного вида торфа наблюдается вариация количества битумов, водорастворимых и легкогидролизуемых соединений, фульвокислот и лигнинноцеллюлозного остатка. Это может быть обусловлено присутствием в образцах крупных остатков отдельных растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, показатели, характеризующие групповой химический состав отдельных видов торфа среднетаежной зоны Западной Сибири, сопоставимы с показателями для аналогичных видов торфа южнотаежной зоны Западной Сибири, но имеют некоторые отличия. Так, в фускум торфе среднетаежной зоны содержится большее количество битумов – на 1,9-2,1%, фульвокислот – на 5,4-5,7% и Ц+Л – на 1,8-4,6%, меньшее количество ВРВ+ЛГВ – на 1,4-6,1% и ГК – на 0,7-4,8%. В пушицево-сфагновом торфе содержится меньшее количество битумов и ВРВ+ЛГВ на 3,7-5,9%, 1,4-6,1% соответственно, большее количество ГК – на 4,6-0,1%, фульвокислот – на 3,4-5,4% и Ц+Л – на 3-8%.

Анализ полученных результатов показал, что групповой химический состав верховых видов торфа претерпевает большие изменения по мере роста степени разложения. В данном случае наблюдалось увеличение количества гумусовых кислот и уменьшение количества водорастворимых и легкогидролизуемых соединений.

Еще более существенное влияние на групповой химический состав органического вещества торфа оказывает ботанический состав. Так, образцы торфа разного ботанического состава с близкой степенью разложения (сфагновый верховой и фускум – торф) значительно различаются по количеству битумов, водорастворимых и легкогидролизуемых соединений, лигнина и целлюлозы.

В виду того, что групповой химический состав растений-торфообразователей изучен слабо и существующих данных не достаточно для качественной оценки вклада отдельных видов растений в показатели группового химического состава, необходимо детальное изучение группового химического состава наиболее распространенных растений-торфообразователей и его изменение в процессе разложения. Это позволит производить экспертную оценку количественных характеристик отдельных групп веществ разных видов торфа, не прибегая к дорогостоящему и трудоемкому химическому анализу.

ЛИТЕРАТУРА

- Архипов В.С., Маслов С.Г. 1998. Состав и свойства типичных видов торфа центральной части Западной Сибири // Химия растительного сырья. № 4. С. 9-16.
- Гаврильчук А.П., Лис Л.С., Макаренко Т.И., Калилец Л.П., Кунцевич В.Б., Кот Н.А., Мультиан С.Т., Пискунова Т.А., Шевченко Н.В. 2010. Направления эффективного использования торфяных ресурсов Гродненской области // Природопользование / под ред. А.К. Карабанова. Минск: Изд-во природопользования Национальной академии наук Беларуси. С. 192-199.
- ГОСТ 28245-89. 1989. Методы определения ботанического состава и степени разложения. Введен 01.07.90. М.
- Жилиякова Т.П. 2006. Повышение резистентности организма животных путем применения препарата гумитон [Текст]: автореф. дис... канд. биол. наук (03.00.13). Томск. 20 с.
- Заров Е.А. 2013. Виды торфа верховых болот и их физико-химические свойства (на примере болотного массива Мухрино, ХМАО-Югра) // Сборник тезисов I региональной молодежной конференции им. В.И. Шпильмана "Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири" (25-26 марта 2013 года). БУ "Музей геологии, нефти и газа". Ханты-Мансийск: Редакционно-издательский отдел АУ "Институт развития образования". С. 118-121.
- Иванов К.Е., Новикова С.М. 1976. Болота Западной Сибири, их строение и гидрологический режим. Ленинград: Изд-во «Гидрометеоздат». 448 с.
- Лапшина Е.Д., Конева В.А. 2010. Видовое разнообразие напочвенных лишайников в растительном покрове верховых болот левобережных террас нижнего Иртыша // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. Т. 1. № 1. С. 92-97.
- Ларина Г.В., Иванов А.А., Казанцева Н.А. 2009. Групповой состав органического вещества торфов Горного Алтая и некоторые структурные характеристики гуминовых кислот // Вестник Томского государственного педагогического университета. № 3. С. 110-114.
- Латыш И.М. 2016. Перспективы развития торфяной промышленности в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре. Сборник тезисов IV региональной молодежной конференции им. В.И. Шпильмана "Проблемы рационального природопользования и история геологического поиска в Западной Сибири" (29-30 марта 2016 года). БУ "Музей геологии, нефти и газа". Ханты-Мансийск: Югорский формат. С. 137-140.
- Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А. 1989. Физика и химия торфа. М.: Изд-во «Недра». 304 с.
- Нейштадт М.И. 1971. Мировой природный феномен – заболоченность Западно Сибирской равнины // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. № 1. С. 21-34.
- Раковский В.Е., Пугилевская Л.В. 1078. Химия и генезис. Москва: Недра. 222 с.
- Ринкевич В.П. 2007. Анализ способов получения и рецептур гранулированных композитов различного назначения на основе торфа // Вестник Белорусско-Российского университета. № 4 (17). С. 172-178.
- Скобеева Е.И., Тюремнов С.Н. 1966. Химический состав болотных растений // Вестник МГУ. № 4. С. 54-63.
- Трясцин В.Г. 2007. Климат Ханты-Мансийска и его окрестностей // Булатов В.И. (ред.) География и экология города Ханты-Мансийска и его природного окружения. Ханты-Мансийск: Издательство ОАО «Информационно-издательский центр». С. 34-49.
- Тюремнов С.Н. 1976. Торфяные месторождения. М.: Изд-во «Недра». 478 с.
- Чаков В.В. 2015. Гидролизаты торфа из месторождений Приамурья и перспективы их использования // Биогеохимия и гидроэкология наземных и водных систем. Вып. 21. С. 164-177.
- Чухарева Н. В., Шишмина Л. В., Маслов С. Г. 2013. Влияние термообработки торфа на его групповой состав. Сообщение 2 // Вестник КрасГАУ. № 8. С. 56-63.
- Шинкеева Н.А., Маслов С.Г., Архипов В.С. 2009. Характеристика группового состава органического вещества отдельных репрезентативных торфов таежной зоны Западной сибире // Вестник ТГПУ. Вып. 3 (81). С. 116-119.

THE ORGANIC COMPONENTS GROUP COMPOSITION OF DIFFERENT PEAT TYPES IN TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA (MUKHRINO BOG)

Latysh I.M.

This publication presents the results of analysis of the group chemical composition of the organic matter of peat, the most abundant in the central part of the taiga zone of Western Siberia. Peat was collected from three types of ecosystems - tall ryam, ryam, hollow, from a depth of 20-30 cm. Analysis of the botanical composition and degree of peat decomposition were carried out visually using a light microscope. The group chemical composition of the organic substance was analyzed using chloroform to extract lipids, 4% CHL for extraction of water-soluble and easily hydrolyzable compounds, 0.1 n. NaOH for the extraction of humic acids and fulvic acids.

As a result of analysis of botanical composition it was determined that the samples from tall ryam consist of sphagnum peat (Sphagnum fuscum - 50%, Sphagnum capillifolium - 30%, Polytrichum strictum - 5%, pine roots - 15%) and have a low degree of decomposition (5%), the samples from the ryam are formed by fuscum-peat (Sphagnum fuscum - 100%) and have a zero degree of decomposition, of hollow peat with a decomposition of 10% is composed of Sphagnum papillosum - 50%, Eriophorum vaginatum - 40%, Carex limosa - 10%.

As a result of the determination of the chemical composition of peat, it was established that peat with minimal decomposition (0%) and 100% composed of Sphagnum fuscum has the largest amount of water-soluble and easily hydrolyzable compounds, which on average is 16% higher. Peat from the hollow with the remains of Eriophorum is characterized by the maximum amount of humic acids (25.87%), the content of which is on average 14% more than in other types of peat. Sphagnum peat from a tall ryam, contains the greatest amount: bitumen - 7.27%, this is 3 times higher than in S. fuscum peat and Eriophorum-Sphagnum peat; Lignin-cellulose residue - 28.19%, whose content is on average 7.1% higher than in other types of peat.

A tendency has been found to reduce water-soluble and easily hydrolyzable compounds in the series: S. fuscum peat (ryam) > Sphagnum peat (tall rime) > Eriophorum-Sphagnum peat (hollows in the ridge hollow complex). It is found that as the peat decomposition increases, the amount of humic acids increases and the amount of water-soluble and easily hydrolyzable compounds decreases.

Keywords: group chemical composition, organic matter of peat, bitumen, water-soluble compounds, easily hydrolyzable compounds, humic acids, fulvic acids, peat, Mukhrino.

Citation: Latysh I.M. 2017. The organic components group composition of different peat types in taiga zone of Western Siberia (Mukhrino bog) // Environmental dynamics and global climate change. V. 8. No. 2. P. 57-63.

Поступила в редакцию: 03.03.2016
Переработанный вариант: 25.08.2017