Секция: Отклик наземных экосистем Северной Евразии на климатические изменения.

Динамика разложения растений-торфообразователей в осушенных и пирогенных торфяниках

Dynamics of decomposition of peat-forming plants in drained and pyrogenic peatlands

Никонова Л.Г., Головацкая Е.А.

L.G. Nikonova, E.A. Golovatskaya

Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской Академии наук (ИМКЭС СО РАН), 634055, г. Томск, пр. Академический 10/3 тел.(3822)49-15-65, факс.(3822)49-26-81, lili112358@mail.ru, golovatskayaea@gmail.com, http://www.imces.ru

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, 634055, Tomsk, 10/3 Akademicheskii Ave

Research of the processes of transformation of organic matter is importance at the present time. Peatlands are characterized by a low rate of decomposition of organic matter, due to there is a constant accumulation of carbon in the peat deposits. Climate change and anthropogenic impact can vary the rate of decomposition of organic matter. Drained bogs, often subject to fires, which can also affect the rate of decomposition of organic matter in peat deposits during pyrogenic succession of peatlands. The aim of the study was to estimate the dynamics of the rate of decomposition of the organic matter of peat-forming plants in the drained and pyrogenic peatlands.

The studies were conducted on two drained peatlands - "Vasyuganskoye" and "Iksinskoye" (Bakhcharsky district of the Tomsk region). Observation points are located in undisturbed pine-shrub-sphagnum phytocenoses – ryam (56°52'31.7" N 82°48'27.3" E) and on the Drained ryam (56°53'33.3" N 82°51'08.0" E). For the study, one site with a relatively developed degree of pyrogenic succession on the Iksinskoye peat bog was selected: a restored pine-shrub-sphagnum phytocenosis (56°51'42.1" N 83°17'53.0" E) The selected study points differ both in vegetation cover and are characterized by different hydrothermal conditions.

The next species of peat-forming plants were investigated*: Sphagnum fuscum* and *Chamaedaphne calyculata*. Also was investigated a mixed sample composed of *Sphagnum fuscum* (60%) and *Chamaedaphne calyculata* (40%). Determination of the rate of decomposition of plant residues was carried litter-bag method.

Research showed that the slowest decomposition rate has Sphagnum fuscum (22 % los mass). The smallest role in the formation of peat influence *Chamaedaphne calyculata* (58% loss mass). At the first stages, the rate of decomposition under any conditions occurs most actively. In the conditions of a drained peat deposit, decomposition occurs more intensively. The study showed a change in the content of ash elements during the destruction of plant residues, lower losses are characteristic of *Sphagnum fuscum*.

In this way, the impact of anthropogenic activity (drainage) and post-pyrogenic recovery of peatlands leads to a change in dynamics of the process of decomposition of plant residues: accelerates decomposition under conditions of drainage and negative effect on the decomposition rate of *Sphagnum fuscum* and the mixed sample in post-pyrogenic conditions, reducing by 1.5-9%

Изучение процессов трансформации органического вещества имеет особое значение в условиях современного состояния экосистем. Болотные экосистемы являются уникальными, за счет своей способности на долгое время исключать углерод из круговорота веществ, замедляя, таким образом, возврат CO_2 в атмосферу [1,2]. По площади заболоченных территорий Россия занимает первое место в мире. Снижение УБВ, повышение температуры торфяной залежи способствуют ускорению разложения растительных остатков, а следовательно, возврату углерода в круговорот веществ [3,4,5]. К таким последствиям может привести осушение болотных массивов, зачастую приводящее к возникновению пожаров, широко известных негативными последствиями.

Целью работы являлась оценка динамики разложения органического вещества растений-торфообразователей в условиях торфяной залежи осушенных и пирогенных торфяников.

Исследования проводились в Бакчарском районе Томской области на олиготрофных болотах территории стационара «Васюганье» (ИМКЭС СО РАН). Конкретными пунктами исследования послужили: ненарушенный сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз (Естественный рям - 56°52'31.7" N 82°48'27.3" E) и сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз, расположенный около осушительного канала (Осушенный рям – 56°53'33.3" N 82°51'08.0" E), данные фитоценозы расположены на территории участка № 5 «Васюганского» торфяного месторождения; а также исследования проводились в условиях сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза с хорошо выраженным подростом сосны (Восстановленный рям (Гарь) – 56°51'42.1" N 83°17'53.0" E) «Иксинского» торфяного месторождения. В 1998 году на осушенном участке Иксинского болота произошло выгорание значительной территории, в результате чего были полностью уничтожены растительный покров с приповерхностной толщи торфа на болотах, а также почвенный покров в заболоченных и автоморфных лесах [6].

Выбранные пункты исследования имеют ряд отличительных особенностей, которые с большой вероятностью могут повлиять на трансформацию органического вещества в торфяной залежи [7]. При помощи автономных измерителей профиля температуры АИПТ, ИМКЭС СО РАН [8] оснащенных датчиками уровня болотных вод (УБВ) было выявлено, что Осушенный рям характеризуется самым низким УБВ и самой низкой средней температурой на глубине 15 см среди изучаемых фитоценозов. Более прохладными и обводненными условиями отличалась Гарь.

Исследовали скорость разложения растительного опада основных растений-торфообразователей типичных для олиготрофных болот: листья кустарничка *Chamaedaphne calyculata* Moench. – кассандра обыкновенная, очес мха *Sphagnum fuscum* Klinggr. – сфагнум бурый. Кроме отдельных видов растений, подготавливался смешанный образец представляющий смесь исследуемых растений в соответствии с долей каждого вида в растительном опаде наиболее типичного естественного фитоценоза, состоящий из *Sphagnum fuscum* (60%) и *Chamaedaphne calyculata* (40%).

Для определения скорости разложения применялся метод закладки растительных остатков в торф [3]. Для этого в лабораторных условиях собранные растения высушивали до воздушно-сухого веса, и раскладывали в нейлоновые мешочки по 15 г. Приготовленный растительный материал закладывали в торфяную залежь в октябре 2018 года, на глубину 10 см от поверхности в трехкратной повторности. Образцы с растительным материалом извлекли через 12, 36 месяцев после начала эксперимента. В образцах определяли убыль массы растительного вещества весовым методом, содержание зольных элементов методом сухого озоления [9]. В исходных образцах также определяли содержание общего углерода и азота [10].

На скорость разложения растительного опада оказывает влияние множество факторов, однако согласно модельным исследованиям разложения органического вещества растительных остатков [11], наиболее сильное влияние оказывает химический состав самих растительных остатков. Исследуемые растения по химическому составу (табл. 1) можно

разделить на 2 группы – наиболее благоприятными характеристиками для микроорганизмов-деструкторов, выраженные самым высоким содержанием углерода, азота, зольных элементов и наименьшим соотношением C/N характеризуются листья *Chamaedaphne calyculata*. Вторую группу образуют *Sphagnum fuscum*, очес которого обладает менее благоприятным для деятельности микроорганизмов химическим составом. Смешанный образец по химическому составу занимает промежуточное положение между его отдельными компонентами, но обладает достаточно высоким соотношением C/N, что также может замедлять активность микроорганизмов-деструкторов.

Таблица 1

Исходный химический состав растений-торфообразователей

Содержание / Растение	Зольность, %	C, %	N, %	C/N
Chamaedaphne calyculata	2,49	48,89	1,38	35
Sphagnum fuscum	1,77	43,77	0,75	58
Смешанный образец	1,89	45,83	0,81	56

В результате проведенных исследований по разложению опада основных растений-торфообразователей, выявлено, что наиболее интенсивно потери массы происходят в первый год разложения для всех образцов (в среднем 56% от потерь массы за 3 года) (рис 1.). Активное разложение для всех растительных образцов как через 12, так и через 36 месяцев после начала эксперимента фиксировалось в условиях Осушенного ряма. Потери массы в течение трех лет в среднем для *Chamaedaphne calyculata*, *Sphagnum fuscum* и Смешанного образца составляют 58, 22, и 55% соответственно, что не противоречит проведенным ранее исследованиям – наиболее устойчивым к разложению является *Sphagnum fuscum*, наименее – *Chamaedaphne calyculata* [11].

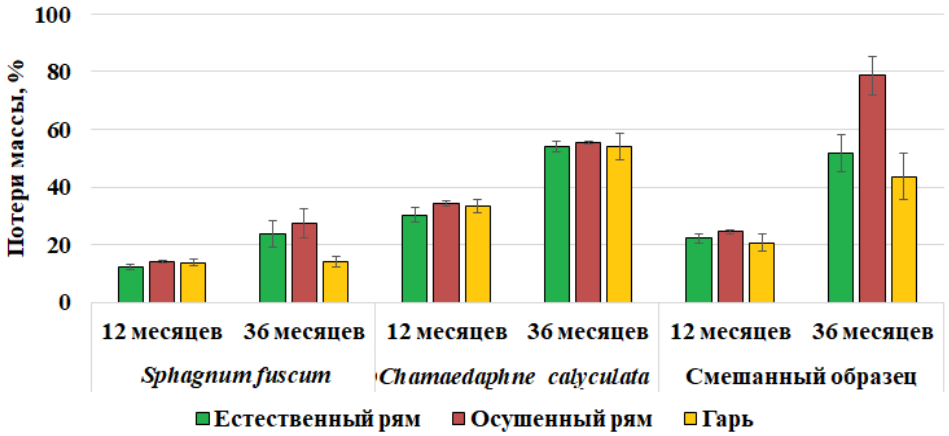

Рис. 1. Потери массы органического вещества растений-торфообразователей в торфяной залежи исследуемых болот за 12 и 36 месяцев разложения.

Как и в модельном эксперименте [11], при смешивании опада проявляется неаддитивный эффект – смешанный образец по потерям массы занимает промежуточное положение между показателями его отдельных компонент, как через 12, так и через 36 месяцев деструкции. В зависимости от условий (места закладки) эксперимента наблюдается разная скорость потери массы у разных растений. Максимальные потери массы получены для *Sphagnum fuscum* и Смешанного образца в условиях Естественного и Осушенного рямов, по-видимому, это наиболее оптимальные условия для трансформации этих образцов. В тоже время для *Chamaedaphne calyculata* отличия условий не выражены так явно (рис. 1). Минимальная потеря массы *Sphagnum fuscum* получена в условиях Восстановленного ряма, как и для Смешанного образца на 60 % состоящего из *Sphagnum fuscum*.

В ходе процессов деструкции происходит изменение содержания зольных элементов. Наибольшие потери зольных элементов характерны для листьев *Chamaedaphne calyculata* в условях Естественного ряма (потери составили 82% от исходного содержания зольных элементов). Наименьшие потери – *Sphagnum fuscum* (потери зольных элементов за три года составили не более 9% от исходного содержания), который известен своей способностью к биоаккумуляции [12, 13]

В целом влияние антропогенной деятельности (осушение и пирогенное воздействие) на фитоценозы приводит к изменениям в динамике деструкционных процессов: ускорению процесса трансформации растительных остатков в условиях осушенных болот, а также замедлению трансформации *Sphagnum fuscum* и Смешанного образца в условиях торфяных залежей болот подверженных пирогенному воздействию, снижая ее на 1,5-9%.

Литература

1. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. М.: Недра. 1976. 487 с.
2. Inisheva L.I., Szajdak L., Sergeeva M.A. Dynamics of Biochemical Processes and Redox Conditions in Geochemically Linked Landscapes of Oligotrophic Bogs // Eurasian Soil Science. 2016. V. 49. №. 4. P. 466–474.
3. Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л. : Наука ЛО, 1978. 172 с.
4. Hogg E. H., Lieffers V. J., Wein R. W. Potential Carbon losses from peat profiles: effects of temperature, drought cycles, and fir. Ecological Applications, 1992, Vol. 2, no 3, pp. 298-306
5. Миронычева-Токарева Н.П., Косых Н.П., Вишнякова Е.К. Продукционно-деструкционные процессы в болотных экосистемах Васюганья // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2013. Т. 4. №. 1. С. 1–9.
6. Базанов В.А., Егоров Б.А., Льготин В.А., Скугарев А.А. Современная пространственная динамикиа Большого Васюганского болота (на примере междуречья Икса-Шегарка) // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. /под ред. Чл-корр. РАН М.В. Кабанова. – Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН . – Томск, 2002, С. 190-195.
7. Никонова Л. Г., Головацкая Е. А. Оценка скорости разложения растений-торфообразователей в осушенных и пирогенных торфяниках //Enviromis 2020. – 2020. – С. 227-230.
8. Кураков С.А., Крутиков В.А., Ушаков В.Г. Автономный измеритель профиля температуры АИПТ // Приборы и техника эксперимента. 2008. № 5. С. 166-167.
9. Дурынина Е.П., Егоров В.С. Агрохимический анализ почв, растений, удобрений. М.: МГУ. 1998. 113 с.
10. Воробьева Л.А., Ладонин Д.В., Лопухина, О.В., Рудакова, Т.А., Кирюшин А.В. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. М.: МГУ. 2012. 186 с.
11. Никонова Л.Г., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О. Жмурин В.А., Головацкая Е.А. Влияние абиотических факторов на разложение опада растений-торфообразователей в инкубационном эксперименте // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 46. С. 148-170. DOI: 10.17223/19988591/46/8
12. Говоруха В. В. Использование мхов для оценки загрязнения окружающей среды ртутью // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М. И. Кучина. – Томск, 2017. – Т. 1. – С. 720–722.
13. Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П., Вишнякова Е. К. Биогеохимический круговорот в болотных экосистемах // Болота и биосфера: материалы Седьмой Всероссийской с междунар. участием Научной школы. Томск, 13-15 сентября 2010 г. – Томск: изд-во ЦНТИ, 2010. – С. 52–57.