

ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ КАРЕЛИИ

С.А. КУТЕНКОВ, науч. сотр. Института биологии Карельского научного центра РАН,
канд. биол. наук

effort@krc.karelia.ru

Болотные леса (БЛ) развиваются в результате одновременного протекания двух основных ландшафтообразующих процессов таежной зоны: лесо- и болотообразования, что приводит к сосуществованию видов различных экологических групп на участке. Занимая экотонное положение, БЛ характеризуются как сообщества, обладающие высоким биологическим разнообразием [10, 14]. Несмотря на пограничное положение, они тем не менее могут не испытывать значительных эндогенных изменений в масштабе сотен и даже тысяч лет.

Переувлажнение почвы приводит к редкостойности древостоя, снижению его эдификаторной роли, развитию смешанных насаждений, а также снижению зависимости напочвенного покрова от доминирующей породы деревьев. Это открывает возможности для типологии сообществ на основе состава напочвенного яруса, в большей мере характеризующего экологию участков, чем древостой. Это нашло отражение в работах Каяндера (1913) и других финских геоботаников [11]. В данной работе основой для выявления экологических характеристик сообществ также служит состав напочвенного яруса.

Основным экологическим градиентом, обеспечивающим высокое разнообразие болотных лесов, так же как и открытых болот, является водно-минеральное питание (ВМП). На его ведущую роль так или иначе указывали многие авторы [1, 3, 7, 10]. Водно-минеральное питание представляет собой комплексный градиент, составляющими которого являются насыщенность минеральными веществами (трофность), проточность, уровень грунтовых вод (УГВ) и др. Целью данной работы явилось выявление основных составляющих водно-минерального питания участков и их влияния на биологическое разнообразие БЛ.

Материалом для анализа послужили 82 геоботанических описания растительных

сообществ болотных лесов, выполненных в период 2006–2007г. в северотаежной подзоне Карелии на территориях НП «Паанаярви», ПНП «Тулос», Прибеломорской низменности в районе пос. Гридино и островах Белого моря. Видовая насыщенность сообществ составляет от 20 до 78 видов растений на участок, а общая флора насчитывает более 250 видов, включая листостебельные и печеночные мхи.

Для отражения биологического разнообразия сообществ был использован бестрендовый анализ соответствия (DCA) [8], проведенный на основе данных о проективном (%) покрытии видов травяно-кустарничкового и мохового ярусов сообществ в программе PC-ORD [13]. Полученная на его основе двумерная диаграмма дает возможность определять степень сходства/различия сообществ и связывать их видовое разнообразие и экологические факторы.

Нагрузка (коэффициент детерминации) на первые две оси DCA ординации составила 48 и 23 % соответственно (при использовании меры Сьеренсена). Описания распределились по диаграмме облаком в форме ромба (рис. 1), причем левая нижняя его сторона образована плотной вытянутой группой из большого числа описаний (2/3 всего объема), а остальные описания расположены рыхло по правой верхней половине диаграммы.

Крайнее левое положение занимают сосняки кутарничково (багульниково)-сфагновые (1 на рис. 1), далее плотной группой вправо вниз следуют чернично- (2), хвощово- (3) и вейниково-сфагновые (4) сообщества с древостоем из сосны, ели и березы. В верхней части диаграммы находятся молиниевые-сфагновые сосняки (5), ниже – болотно-травяные ельники с обилием герани, осоки дернистой, хвощей и сфагнума Варнсторфа (6), еще ниже – древесно-вахтовые сообщества (7) и правую часть занимают ельники и березняки с большой долей таволги в напочвенном покрове (8).

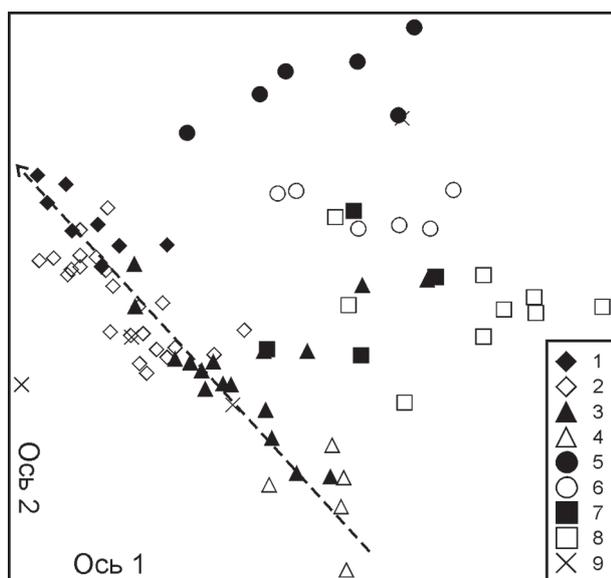


Рис. 1. DCA-ординация геоботанических описаний болотных лесов (обозначение сообществ см. в тексте, за исключением 9 – прочие)

Основой для выявления особенностей водно-минерального питания участков БЛ послужила концепция видов-индикаторов, разработанная для типологии болот Финляндии [6, 7]. Природные условия Карелии и Финляндии в достаточной мере сходны, и использование данных финских авторов по экологии видов вполне приемлемо. В качестве отдельных экологических составляющих водно-минерального питания участков рассматриваются следующие:

- трофность, или доступность питательных веществ для растений (омбро-, олиго-, мезо- и евтрофные условия);
- степень увлажнения или уровень грунтовых вод, обычно связанные с развитием элементов микрорельефа на участке (кочки, промежуточный уровень и понижения);
- основной источник поступления воды и минеральных веществ на участок, или, как указывают авторы, «степень независимости болотной растительности от окружающей природы». Здесь выделяется влияние окрайки болота (грунтовые воды, поверхностные воды и высокий уровень водообмена с подстилающей минеральной почвой) и влияние условий центра болота (за счет атмосферных осадков и веществ, содержащихся в торфяной толще).

Для подавляющего числа видов, составляющих флору исследуемых БЛ, опре-

делена индикаторная роль в отношении данных составляющих, а также предпочитаемого типа местопроизрастания.

При этом индикаторные значения большинства видов имеют нечеткие границы, поскольку сами виды имеют широкие экологические амплитуды. В результате присутствие одного и того же вида может указывать, например, как на омбротрофные, так и на олиготрофные условия питания и как на низкий, так и на средний УГВ. Однако при использовании всего набора видов на участке представляется возможным определить основные составляющие его водно-минерального питания. Особенно удобной данная концепция является для анализа экотонных сообществ, во флоре которых представлены виды разных экологических групп. К подобным сообществам относятся и анализируемые здесь БЛ.

Для каждого сообщества была рассчитана доля видов-индикаторов отдельных составляющих ВМП во флоре. Полученные значения были наложены на ординационную плоскость, результатом чего явился ряд диаграмм, наглядно демонстрирующих зависимость распределения участков по ординационной плоскости от действующих факторов ВМП (рис. 2).

Для всей совокупности сообществ характерно преобладание видов, индицирующих поступление дополнительных минеральных веществ из подстилающей минеральной почвы, связанное с большой вертикальной и горизонтальной подвижностью воды по торфяной толще, либо с небольшой глубиной торфяной залежи (рис. 2, *SM*). По отношению к УГВ преобладают виды, предпочитающие промежуточный уровень (5–20 см) микрорельефа (рис. 2, *Л*). Исключение составляют багульниково- и чернично-сфагновые сообщества (левая часть диаграммы), в которых столь же обильны виды, характерные для облесенных сосной олиготрофных болот, практически не имеющих поступления минеральных веществ извне, а в отношении увлажнения – виды, предпочитающие уровень кочек (более 20 см).

Использование индикации ряда других составляющих водно-минерального питания участков позволило выявить следующие закономерности.

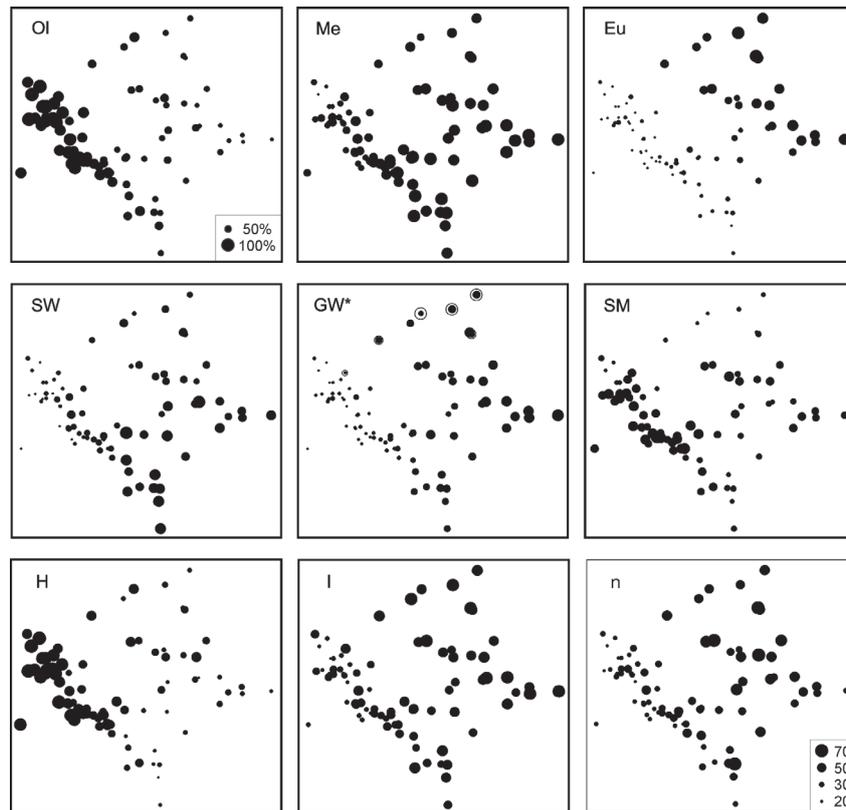


Рис. 2. Доля видов-индикаторов в сообществах (% от общего числа видов): *Ol* – олиготрофных; *Me* – мезотрофных; *Eu* – евтрофных условий; *SW* – влияния поверхностных вод; *GW** – влияния грунтовых вод (дополнительно, окружностью отмечены доли индикаторов обилия минеральных веществ в торфяной толще); *SM* – водообмена с минеральной почвой; *H* – низкого УГВ; *I* – среднего УГВ. Рассчитано по *Eurola et al.*, 1984 и *Eurola, Huttunen*, 2006; *n* – общее число видов в сообществах

Плотная вытянутая группа сообществ в левой нижней части диаграммы представляет собой ряд от обильно увлажненных мезотрофных сообществ в нижней части к более сухим и олиготрофным в верхней (отмечено стрелкой на рис. 1). В нижней части ряда в сообществах значительная доля принадлежит видам, требовательным к небольшому поступлению минеральных веществ с поверхностными водами, характерному для окраек болот (рис. 2, *SW*). К таким видам относятся *Equisetum sylvaticum*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Calamagrostis phragmitoides*, *Callapalustris*, *Sphagnum riparium*, *S. fimbriarum* и некоторые другие. К верхнему концу ряда данные виды постепенно исчезают, уступая ведущую роль болотным и лесным кустарничкам, пушице (*Eriophorum vaginatum*), сфагновым мхам (*Sphagnum angustifolium*, *S. russowii*), т.е. видам, индицирующим более бедные условия питания центров болот. Видовая насыщенность сообществ вдоль ряда в целом снижается (названия сосудистых растений в работе приводятся в соответствии со сводкой

С.К. Черепанова (1995), мхов – М.С. Игнатова и О.М. Афониной (1992)).

Данный ряд соответствует классическому эдафо-фитоценоотическому ряду ухудшения проточности и активизации болотообразовательных процессов, отмечаемому отечественными авторами [2, 3], и близкому понятию градиента крайка–центр у европейских геоботаников [12, 15].

Остальные сообщества лежат на диаграмме рыхлой группой в стороне от данного ряда, что указывает на действие дополнительных факторов. Их флора представлена большим количеством евтрофных видов (рис. 2, *Eu*), характерных для болотных участков с высоким и средним УГВ, такими как *Filipendula ulmaria*, *Cirsium heterophyllum*, виды семейства Mniaceae, *Sphagnum teres*, *Calliergon cordifolium*, *C. giganteum* и многими другими. Кроме того, сообщества травяно-болотных ельников и березняков, лежащих в правой части диаграммы, имеют богатую подпитку грунтовыми (ключевыми) водами (рис. 2, *GW*), что

выражается в наличии большого числа соответствующих видов-индикаторов: *Geum rivale*, *Geranium sylvaticum*, *Brachythecium rivulare*, *Sphagnum warnstorffii* и др.

В сосняках молиниевых-сфагновых, расположенных в верхней части диаграммы, существенную долю флоры составляют виды, характерные для центральных частей открытых низинных и аапа-болот: *Molinia caerulea*, *Baeothryon alpinum*, *Tofieldia pusilla*, *Carex dioica*, *C. flava*, *Parnassia palustris*, *Sphagnum subsecundum* и др. Данные виды индицируют обилие минеральных веществ в торфяной толще, что косвенно связано с подпиткой богатыми грунтовыми водами.

Таким образом, влияние ключевой подпитки является важным фактором биологического разнообразия сообществ БЛ, который действует обособленно от режима проточности. При этом далеко не всегда на участке явно проявляется выклинивание грунтовых вод, однако действие данного фактора выражается в появлении во флоре большого числа видов, не встречающихся на участках с хорошей проточностью, но с бедным питанием. Его присутствие не позволяет однозначно интерпретировать оси DCA ординации как градиенты трофности и степени увлажнения.

Флора сообществ, испытывающих явное влияние грунтовых вод, в среднем на 20 видов превосходит флору сообществ, не имеющих такого влияния (рис.2, *n*). На DCA диаграмме сообщества, испытывающие влияние грунтовых вод, занимают значительную часть, не образуя при этом плотных группировок. Это свидетельствует о сильном варьировании флоры сообществ, что обусловлено различием химического состава и интенсивностью поступления грунтовых вод на участках. Такой большой разброс, наряду с большим числом видов, приходящимся на участки, указывает и на то, что именно данные сообщества обеспечивают высокое биологическое разнообразие БЛ северотаежной подзоны Карелии. Вместе с тем, данные сообщества в большей мере привязаны к выходам кристаллических пород основного состава и являются намного более редкими для Карелии, чем сообщества, не испытывающие влияния богатых грунтовых вод (вейниково-, хвощово-, чернично- и багульни-

ково-сфагновые). Последние встречаются по всей северотаежной Карелии, независимо от состава кристаллических пород и четвертичных отложений. Их видовое разнообразие относительно невелико и обусловлено, в основном, степенью проточности участка.

Исследования проведены при поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов»

Библиографический список

1. Лопатин, В.Д. Метод экоэнетических координат при изучении лесов таежной зоны / В.Д. Лопатин, А.Д. Волков и др. // Структура и динамика лесных ландшафтов Карелии. – Петрозаводск, 1985. – С. 159–180.
2. Пьявченко, Н.И. Лесное болотоведение / Н.И. Пьявченко. – М., 1963. – 192 с.
3. Сукачев В.Н. Растительные сообщества (Введение в фитосоциологию) / В.Н. Сукачев. – Т. III. – Л.-М., 1928. – 232 с.
4. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья–95, 1995. – 991 с.
5. Cajander, A. K. Studien über die Moore Finnlands. Acta Forestalia Fennica 2(3), 1913. P. 1–208.
6. Eurola S., Hicks S., Kaakinen E. Key to Finnish Mire Types // European Mires. London, 1984. 117 p.
7. Eurola S., Huttunen A. Mire plant and their ecology in Finland // Finland – land of mires. Helsinki, 2006. P. 127–144.
8. Hill M.O. DECORANA – a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging // Ecology and Systematics, Cornell University. New York, 1979. 52 p.
9. Ignatov M. S., Afonina O. M. Check-list of mosses of the former USSR // Arctoa. 1992. Vol. 1. P. 1–85.
10. Korpela L. The importance of forested mire margin plant communities for the diversity of managed boreal forests in Finland. Academic dissertation. Helsinki. 2004. 60 p.
11. Lindholm T., Heikkilä R. Geobotany of Finnish forests and mires: the Finnish approach // Finland – land of mires. Helsinki, 2006. P. 95–103.
12. Malmer N. Vegetational gradients in relation to environmental conditions in northwestern European mires // Can. J. Bot. № 64, 1986. P. 375–383.
13. McCune B., Mefford M.J. 1999: PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.17. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
14. Ohlson M., Söderström L., Hultberg G., Zackrisson O., Hermansson J. Habitat qualities versus long-term continuity as determination of biodiversity in boreal old-growth swamp forests // Biological Conservation 1997, № 81. P. 221–231.
15. Wheeler B.D, Proctor C.F. Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires // Journal of Ecology, № 88. London, 2000. P. 187–203.