

О НАИБОЛЕЕ СУЩЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ БОЛОТ

© 1997 г. В. Д. Лопатин

*Карельское отделение Российского ботанического общества
185035 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11*

Поступила в редакцию 11.11.96 г.

На болотах надо различать три стадии: первая – обводненная, вторая – сфагновая, или олиготрофно-мезотрофная, наиболее типичная, третья – сенильная, или дистрофная. Торфяная залежь состоит из двух резко различных по экологии горизонтов. Сверху расположен тонкий (от 3 до 60 см) аэрированный деятельный слой малоразложившегося торфа. Воды в нем много, но она почти вся недоступна для высших растений. Свободной воды 17%. Летом растения часто переживают засуху, они ксероморфны. Ниже, занимая всю остальную торфяную залежь, расположен всегда обводненный с острым дефицитом кислорода инертный горизонт.

В геоботанической литературе приводятся многочисленные определения болота в целом, причем они ограничиваются характеристикой лишь первой обводненной стадии, что видно, например, из недавно опубликованной монографии (Боч, Смагин, 1993), и лишь иногда добавляются заболоченные суходолы. Растительность на болотах неспецифична и господствует не только на обводненных болотах, но не менее характерна для прибрежно-водных местообитаний. Следующая стадия, занимающая наибольшие площади болот, – мезотрофно-олиготрофная, или сфагновая. Она резко отличается от первой по водному режиму, растительности и многим другим свойствам. В растительности преобладают сфагновые мхи. Именно сфагновый мох специфичен для болот. Третья стадия – сенильная, или дистрофная, которой завершается развитие болота, занимает незначительные площади, имеет много вторичных озер. Растительность на ней опять неспецифична, преобладают кустистые лишайники на повышениях микрорельефа, в мочажинах и топях – печеночные мхи и водоросли. В определении болота надо учитывать все три стадии (Лопатин, 1986). При заболачивании суходольных лесов развитие болота может начаться сразу со сфагнутой стадии. Несколько особняком стоят болота аапа типа, но их экологии мы здесь не касаемся.

Наиболее специфической особенностью болот является постоянное нарастание и погребение надземных частей растений. В таких условиях могут существовать лишь виды, способные легко образовывать придаточные корни и за их счет обновлять корневые системы.

Экологические свойства верховых сфагновых болот, находящихся в мезотрофно-олиготрофной стадии развития, весьма своеобразны. Их торфяная залежь разделяется на два различных по фи-

зико-химическим свойствам горизонта. Верхний, мощностью от 6 до 20 см в мочажинах и до 60 см на повышениях микрорельефа, называется деятельным (Лопатин, 1949; Иванов, 1975), а нижний, занимающий всю остальную торфяную залежь, инертным. Граница между ними морфологически не выражена. В инертном горизонте, всегда насыщенном водой до полной влагоемкости, отсутствуют растворенный кислород и окисные соединения. Вода, насыщающая его, практически неподвижна. Здесь всегда холодно и биохимические процессы крайне замедлены, а в нижних слоях даже отсутствуют. Дальнейшее разложение торфа прекращается. Такие свойства инертного горизонта обуславливают всегда высокую влажность болот. Торфяная залежь содержит до 95% воды.

Деятельный горизонт, наоборот, легко проводит воду. Он на сфагновых болотах очень рыхлый, поскольку сложен мало разложившимся торфом, называемым очесом. При ходьбе по болоту ноги часто проваливаются до грунтовых вод. Сосна, кустарнички, пушица и другие растения повышений микрорельефа имеют жизнедеятельные активные корневые окончания исключительно в деятельном горизонте и уходят вглубь до 15 см (Солоневич, 1956), ниже они отмирают, и их экологические условия определяются свойствами этого горизонта, а не инертного. Деятельный горизонт всегда хорошо аэрирован. В дождливые периоды нижняя часть, а мочажины иногда целиком обычно на короткий срок заливаются дождевой, а весной талой водой. Однако эти воды насыщены растворенным воздухом, поэтому кислорода почти всегда достаточно, а вот свободной воды мало.

Основная часть воды – внутриклеточная (Романов, 1961), находящаяся в гиалиновых клетках сфагновых мхов. По В.В. Романову (1961, с. 79), в

слаборазложившемся сфагновом торфе внутриклеточная влагоемкость равна 70–75%, капиллярная (доступная) – 17–19% от объема. Доступная вода, если нет дождей, очень быстро расходуется на транспирацию и физическое испарение. Крупные поры, занимающие иногда значительный объем, не содержат воду. Вода во время обильных осадков может наполнять эти поры, но весьма кратковременно. При уровне грунтовых вод ниже 25–30 см, что характерно для повышенных микрорельефа, количество капиллярной влаги в корнеобитаемом слое в периоды без дождей близко к нулю или измеряется отрицательной величиной. Поэтому весьма обычны периоды с затрудненным водоснабжением, когда растениям, растущим на повышениях микрорельефа, необходимо ограничивать расход воды и снижать, а иногда прекращать энергию жизнедеятельности. В продолжительные периоды без дождей это относится также и к сфагновым мхам.

Исходя из факта преобладания атмосферных осадков над испарением, гидрологи относят эту зону к избыточно увлажненной. Однако изучая распределение осадков в течение года, нетрудно убедиться, что в вегетационный период наблюдается дефицит влаги, равный по многолетним средним 108 мм (Лопатин, 1971; Нестеренко, 1979), а в отдельные годы, по собственным наблюдениям, доходит до 190 мм. Запас же доступной воды в корнеобитаемом слое окультуренных торфяных почв не превышает 150 мм (Нестеренко, Вейнберг, 1974), в очесе он еще меньше. Вот почему растения на повышениях микрорельефа верховых болот ксероморфны. Приспособлены к переживанию засух даже сфагновые мхи (Лопатин, 1973). Хотя все они гидрофилы, но по-разному относятся к засухам. Гидрофильнопсихрофильная группа видов способна выдерживать частые и напряженные засухи, другая – гипергидрофильная – не выносит даже кратковременных засух. Выделяется еще промежуточная группа – гидрофильно-субпсихрофильная.

Пожалуй, еще менее благоприятен на повышениях микрорельефа и тепловой режим, что усугубляется действием физической засухи. Он по сравнению с любыми другими почвами отличается наименьшей тепло- и температуропроводностью (Романов, 1961). Это свойство препятствует проникновению тепла, получаемого от солнца, в нижележащие слои субстрата, которое сосредоточивается в верхнем 10–15-сантиметровом слое, и особенно на самой поверхности. Более того, по мере уменьшения влажности теплопроводность прогрессивно уменьшается. Чем тоньше слой, нагреваемый солнцем, тем больше накапливается в нем тепла. Поверхность сфагновых мхов на повышениях микрорельефа может нагреваться до 60°C (Шерстеникина, Шарковский, 1981, с. 11). После захода солнца нагретый слой также быстро и интенсивно охлаждается. Это обуславливает

высокую амплитуду колебания температуры корнеобитаемого слоя и, особенно, поверхности сфагновых мхов в течение суток. Ее величина доходит до 40°C, а иногда и выше. Даже в жаркий день тепло проникает лишь на 20 см, суточная амплитуда на этой глубине 0.5°C.

Рассматривая гидрофизические свойства деятельного горизонта, В.В. Романов (1961, с. 129) пишет: “Болотные растения, корни которых распространены лишь в поверхностных слоях очеса, ежегодно будут попадать в условия отсутствия капиллярной влаги, то есть в условия засухи. Очевидно, именно этим объясняется ксерофитный характер ряда болотных кустарничков”. И далее: “Тепловые свойства деятельного слоя болот как в осушенном, так и в неосушенном состоянии неблагоприятны для растений, так как его теплоемкость и теплопроводность меньше, чем соответствующие величины для минеральных почв. Это приводит к появлению больших температурных градиентов в верхних горизонтах, увеличению опасности заморозков и, наоборот, перегреву верхнего слоя в дневные часы”. Повышения микрорельефа занимают около половины поверхности переходных и верховых болот, на низинных (эвтрофных) обычно меньше. Остальные площади представляют собой отрицательные или плоские мочажины, межкочечные понижения или топи с равной поверхностью и уровнем грунтовых вод (УГВ) временами выше ее, с редкими кочками или без них, ковры с ровной или слегка волнистой поверхностью и менее обводненной, чем топи. Деятельный горизонт здесь тонок – 6–12 см, а на травяных сильно обводненных топиях может совсем отсутствовать.

Конечно, и экологические свойства этих местообитаний резко отличаются от описанных для повышений микрорельефа. В связи с более высоким и устойчивым увлажнением возрастает теплопроводность, уменьшается температурный градиент. Поступающее от солнца тепло более равномерно распределяется по глубине. Благодаря малой мощности аэрируемого слоя корни растений вынуждены в основном сосредоточиваться во всегда влажной, но с острым дефицитом кислорода и низкой температурой верхней части инертного горизонта. В таких условиях могут жить лишь растения гидрофиты, обладающие способностью проводить воздух, необходимый для дыхания корней, из атмосферы. Часть этого воздуха используется прикорневыми аэробными микроорганизмами (Исакова и др., 1957). Однако на верховых болотах гидрофиты распространены незначительно и аэрирование инертного горизонта невелико. Заметную величину оно приобретает на травяных низинных болотах и черноольховых топиях.

Аэрация субстрата имеет большое значение для жизни растений не только потому, что кислород нужен для дыхания корней. В аэробных условиях в очень большой степени повышается актив-

ность микроорганизмов, разлагающих органическое вещество торфа. Благодаря этому высшим растениям становятся доступны элементы минерального питания, высвобождающиеся в процессе разложения растительных остатков опада, что повышает скорость биологического круговорота. Это особенно важно для болот застойного увлажнения и атмосферного питания, так как с атмосферными осадками элементы минерального питания поступают в ограниченном количестве. Хотя запас пищи в виде органического вещества в сущности неограничен, однако на сфагновых болотах он мало доступен для микроорганизмов благодаря особенностям биохимического состава сфагновых мхов и их метаболитов, имеющих фитонцидные свойства (Смоляницкий, 1980, 1981). Поэтому даже при оптимальных соотношениях воды, тепла и воздуха разложение отмерших частей растений, поступающих в деятельный горизонт, замедляется и идет недостаточно быстро, чтобы обеспечить полностью их минерализацию.

Наиболее активно разложение идет в 5–10-сантиметровом слое. Этот слой почти всегда хорошо аэрирован, в него лучше поступает тепло. Поверхность мочажин не остается неподвижной, она в известной мере повышается или понижается вслед за уровнем грунтовых вод. Поэтому указанный слой, за исключением экстремальных лет, находится в оптимальных условиях увлажнения. В нем во много раз больше микроорганизмов, в том числе грибов (Неофитова, 1953), начинающих разложение сфагновых мхов, чем в деятельном горизонте повышенный микрорельефа. Поверхность последних неподвижна, и колебания УГВ не влияют на ее положение; УГВ перемещается в пределах нижней части деятельного горизонта повышенный микрорельефа. Капиллярная кайма, как правило, не достигает слоя, куда поступает большая часть тепла. Поэтому в деятельном слое верхнего горизонта повышенный влажность далека от оптимума, в нижнем – количество тепла. И то и другое сдерживает активность процессов разложения.

В мочажине, непосредственно под живыми частями стеблей мха, веточки и листья отпали от стеблей, и последние лежат горизонтально. В толще верхнего слоя повышенный, нередко вплоть до инертного горизонта, отмершие стебли мхов стоят вертикально. Это свидетельствует о больших различиях в скорости разложения. Хотя в мочажинах разложение идет интенсивнее, оно охватывает тонкий слой. Лишь в постоянно мокрых мочажинах и топиях разложение идет медленнее. В таких случаях некоторые гидрофильные виды ищут дополнительно воздух и пищу, проникая своими корневищами в деятельный горизонт повышенный (Потаевич, Кучко, 1979; Максимова, 1979). Известно, что даже типичные гидрофиты, хорошо про-

водящие воздух к корням, положительно реагируют на кислородное удобрение (Лопатин, 1959).

Большинство болотоведов и торфоведа выражают химические показатели на единицу веса. Между тем объемная масса торфов сильно варьирует – от 0.4 до 0.04 г/см³, т.е. в 10 раз, а при сравнении с минеральными почвами – в 20–30 раз (Лопатин, Пятацкий, 1977; Скрынникова, 1977; Бахнов, 1986; Лопатин, 1995). Показатели содержания тех или иных элементов или соединений в торфах получаются искаженными и резко преувеличенными. Ведь корни растений и почвенные организмы используют для добычи пищи пространство, и им важна концентрация воды и пищи в единице объема. Например, если анализ подвижного калия для трех разных почв дал одинаковый результат – 20 мг/100 г, концентрация его в минеральных почвах (объемная масса 1.2 г/см³) будет 24 мг/100 см³, в окультуренной торфяной (объемная масса 0.4 г/см³) – 8, а в очесе (объемная масса 0.045) – 0.9, т.е. в 27 раз меньше, чем в минеральной почве при одинаковом содержании на 100 г.

Кроме описанных выше специфических гидрофизических свойств деятельного горизонта, не менее специфичен его биохимический состав, безусловно, оказывающий влияние на экологические особенности сфагновых болот. Особый интерес представляет большое количество фенольных соединений в сфагнуме и торфе. Обширный спектр биологического воздействия фенолов хорошо известен: участие в окислительно-восстановительных реакциях, взаимодействие с белками и ферментами, разобщение окислительного фосфорилирования, влияние на нуклеиновый обмен, взаимодействие с ауксиноподобными веществами, участие в формировании устойчивости растений к неблагоприятным факторам и патогенной микрофлоре, аллелопатические влияния и т.д. (Смоляницкий, 1981).

Обеспеченность болотных местообитаний азотоминеральным питанием изменяется в весьма широком диапазоне – от очень богатых до крайне бедных, дистрофных (Пьявченко, 1972, 1974). На широких придревесных кочках среди обводненных мочажин лесных эвтрофных болот встречаются даже чисто мезофильные условия, что видно по произрастающим здесь кислице, майнику, седмичнику.

Таким образом, экологические условия на болотах крайне разнообразны и часто резко различны в находящихся рядом повышениях и понижениях микрорельефа. Это необходимо учитывать при постановке любых исследований на болотах: отбора образцов для анализов, интерпретации аналитических данных, обоснования проектов практического использования торфяников. Следует помнить о микрокомплексном строении торфяной залежи, поскольку торф от-

кладывается столь характерной для болот микрокомплексной растительностью. Свойства торфа в пределах опытной площадки на одной и той же глубине, особенно в торфогенном слое, могут резко различаться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Боч М.С., Смагин В.А. Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны. М.: Гидрометеиздат, 1993. Вып. 7. С. 225.

Бахнов В.К. Биохимические аспекты болотообразовательного процесса. Новосибирск: Наука, 1986. 192 с.

Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Наука, 1975. 280 с.

Исакова А.А., Анискина З.Н., Макулова Е.Н. Некоторые особенности биологии видов дикого риса, культивируемых в Костромской обл. // Тр. Костромского с.х. ин-та. Кострома, 1957. Вып. 1. С. 71–88.

Лопатин В.Д. О гидрологическом значении верховых болот // Вестн. ЛГУ. 1949. № 2. С. 37–49.

Лопатин В.Д. Перспективы повышения урожайности растений путем кислородной мелиорации болот без удаления воды // Бот. журн. 1959. Т. 44. № 11. С. 1673–1690.

Лопатин В.Д. Типы режимов влажности почвы в оценке ее растительностью // Почвы Карелии и пути повышения их плодородия. Петрозаводск, 1971. С. 80–92.

Лопатин В.Д. О принципах классификации торфов Северо-Запада на экологической основе // Вопросы комплексного изучения болот. Петрозаводск, 1973. С. 50–62.

Лопатин В.Д. О новой трактовке определения болота // Экология. 1986. № 1. С. 70–72.

Лопатин В.Д. Взаимосвязи некоторых свойств биогеннозависимости // Чтения памяти Ю.А. Львова. Томск, 1995. С. 168–171.

Лопатин В.Д., Пятецкий Г.Е. Уравнение зависимости между объемным весом и степенью разложения торфа и значение пересчета агрохимических данных на единицу объема // Стационарное изучение болот и заболоченных лесов в связи с мелиорацией. Петрозаводск, 1977. С. 148–149.

Максимова Т.А. Эколого-фитоценотическая характеристика вахты трехлистной как компонента болот северной Карелии // Экология, продуктивность и биохимический состав лекарственных и ягодных растений. Петрозаводск, 1979. С. 83–104.

Неофитова В.К. Грибная флора верховной неосушенной залежи торфа в процессе торфообразования // Вестн. ЛГУ. 1953. № 10. С. 15–50.

Нестеренко И.М. Мелиорация земель Европейского Севера СССР. Л.: Наука, 1979. 357 с.

Нестеренко И.М., Вейнберг Л.Н. Определение воднофизических характеристик почвогрунтов по насыщению образцов под вакуумом // Пути освоения болот Северо-Запада европейской части СССР. Л., 1974. С. 121–126.

Потаевич Е.В., Кучко Л.А. К физиологии вахты трехлистной // Экология и биохимический состав лекарственных и ягодных растений лесов и болот Карелии. Петрозаводск, 1979. С. 104–114.

Пьявченко Н.И. О типах болот и торфа в болотоведении // Основные принципы изучения болотных биогеннозависимостей. Л., 1972. С. 51–60.

Пьявченко Н.И. Перспективы осушения и особенности регулирования водного режима почв Европейского Севера // Водные мелиорации СССР. М., 1974. С. 16–45.

Романов В.В. Гидрофизика болот. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 360 с.

Скрынникова И.Н. Некоторые особенности торфяноглеевых почв и способы обработки аналитических данных // Тезисы докл. 5-го съезда ВОП. Минск, 1977. С. 200–201.

Смоляницкий В.Я. Повышение производительности бедных почв химико-биологической мелиорацией. Л., 1980. 32 с.

Смоляницкий Л.Я. Метаболическая организация выпуклых олиготрофных болот // Антропогенные изменения, охрана растительности болот и прилегающих территорий. Минск: Наука и техника, 1981. С. 206–210.

Солоневич Н.Г. Материалы к биологической характеристике болотных кустарничков // Растительность Крайнего Севера и пути ее освоения. М.; Л., 1956. С. 307–497.

Шерстеникина А.В., Шарковский Е.К. Физиологические особенности роста и развития клюквы. Минск, 1981. 90 с.