

ОБ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИИ *SPHAGNUM MAJUS* В БОЛОТНЫХ ТОПЯХ КАРЕЛИИ

В. Л. Миронов

Институт биологии Карельского научного центра РАН
185910 г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11, e-mail: vict.mironoff@yandex.ru

В работе анализируется вегетация побегов *Sphagnum majus* (Russow) C.E.O. Jensen в болотных топиях в зимний период. Настоящее исследование проводилось в 2014–2016 гг. на болотах южной Карелии, в пределах пробных площадей размером 70×70 см с помощью метода геотропических изгибов. Было заложено пять пробных площадей с исследуемым видом. Удлинение побегов этого вида варьировало от 0.4 до 4.2 см, что составило 9.7–29.9% от годовичного прироста. В среднем удлинение побегов на исследуемых пробных площадях составило 23.4±8.48%. Наблюдаемый зимний прирост *S. majus* может быть объяснен длительным или постоянным поддержанием среды обитания в незамерзшем состоянии в течение зимнего периода. Полученные данные являются первыми в России оценками зимнего прироста побегов.

Ключевые слова: сфагновые мхи, рост побегов, метод геотропических изгибов, нивальные геотропические изгибы, период вегетации, пробная площадь, промерзание.

ВВЕДЕНИЕ

Принято считать, что вегетация мхов рода *Sphagnum* возможна при температуре окружающей среды выше 0°C, когда водные растворы находятся в жидком состоянии. При более низкой температуре, живые хлорофиллсодержащие клетки подвергаются глубокой дегидратации [Buchner, Neuner, 2010], а побеги переходят в состоянии анабиоза. Средой обитания сфагновых мхов в болотных топиях является вода. Запоздалое промерзание обводнённых местообитаний может обеспечивать условия для продления периода вегетации сфагновых мхов. Этот эффект впервые был отмечен R.D. Hulme и A.W. Blyth [1982] на болотных

местообитаниях Шотландии. Теоретически, он должен наблюдаться и в более холодном зимнем климате, например, в Карелии, поскольку здесь на болотах могут существовать схожие условия. Многие топи болот Карелии промерзают в зимние месяцы всего на несколько сантиметров, а некоторые не промерзают совсем [Орлов, 1982 (Orlov, 1982)]. Наличие таких условий может обуславливать удлинение периода вегетации сфагновых мхов в топяных местообитаниях.

Цель настоящей работы состояла в изучении вегетации сфагновых мхов болотных водоёмов в зимний период.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной работе исследуется возможность вегетации побегов *Sphagnum majus* (Russow) C.E.O. Jensen в болотных топиях в зимний период. Одним из основных качественных параметров вегетации сфагновых мхов являются линейный рост побегов. Для его оценки был использован недавно разработанный метод геотропических изгибов [Миронов, 2016а (Mironov, 2016a)], а в качестве исходных маркеров использовались нивальные геотропические изгибы [Mironov, 2016b; Mironov et al., 2016]. Последние образуются при восстановлении ортотропного роста побегов после их отклонения массой снежного покрова. Линейный прирост побегов оценивался как расстояние от нивального геотропического изгиба до апикальных участков побегов. Исследование проводилось на болотах южной Карелии с 2014 по 2016 гг.

на пробных площадях размером 70×70 см. Всего было заложено 5 пробных площадей с доминированием исследуемого вида *Sphagnum majus*. Проективное покрытие последнего составило 95–100%. Определение зимнего прироста в обводнённых местообитаниях осуществлялось в конце зимы – начале весны. Этот прирост обычно хорошо маркируется новообразованными нивальными геотропическими изгибами, появляющимися спустя несколько недель после формирования снежного покрова. Зимний прирост соответствует длине побега от новообразованных нивальных геотропических изгибов до верхушки головки. Предшествующий ему прирост за вегетационный период соответствует длине побега между новообразованными и предшествующими нивальными геотропическими изгибами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из признаков вегетации в зимний период является субнивальное образование новых нивальных геотропических изгибов. Этот процесс варьирует от слабовыраженного изме-

нения пространственной ориентации головки до выраженного удлинения побега над нивальными геотропическими изгибами. Отчётливый прирост наблюдался на всех пробных площа-

дах. По нашим данным, прирост побегов в зимний период составляет значительную часть в общем годичном приросте побегов (рис. 1, 2). Зимний прирост побегов варьировал от 0.4 до 4.2 см (9.7–29.9% от годичного прироста). Таким образом, в среднем удлинение побегов на исследуемых пробных площадях составило $23.4 \pm 8.48\%$.

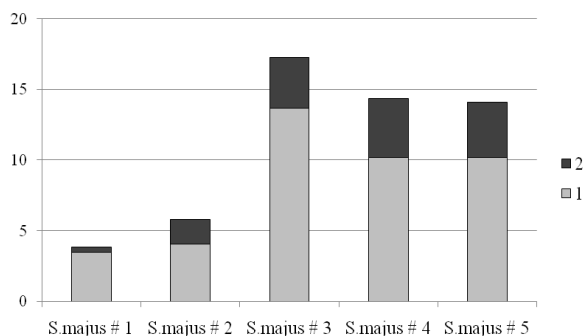


Рис. 1. Структура годичного прироста *Sphagnum majus* (1 – прирост побегов за вегетационный сезон, 2 – зимний прирост побегов; ось ОУ соответствует линейному приросту побегов (см)).

Fig. 1. The structure of the annual shoots length increment of *Sphagnum majus* (1 – shoot length increment in the growing season, 2 – winter shoot length increment. Axis OY – length increment (in cm)).

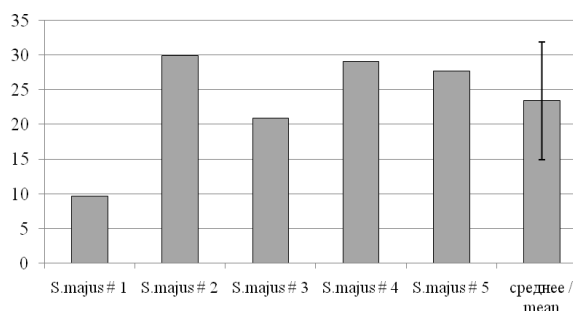


Рис. 2. Относительный вклад зимнего прироста в годичный прирост побегов *Sphagnum majus* (ось ОУ соответствует вкладу зимнего прироста в годичный прирост побегов (%)).

Fig. 2. The relative contribution of winter growth to the annual growth of *Sphagnum majus* (axis OY correspond to the contribution of winter growth to the annual growth of shoots (in %)).

Из исследований R. von Bismarck [1959] известно, что время геотропической реакции пропорционально увеличивается при снижении температуры. При 2°C геотропические изгибы стебля *S. riparium* Angstr. образуются через 2–3 недели. Нижний предел геотропической реакции, по всей видимости, соответствует замерзанию сфагновой дернины. Достаточные для

геотропической реакции условия в природе существуют в незамерзающих болотных топях под снегом [Mironov et al., 2016]. Время формирования нивальных геотропических изгибов после формирования снежного покрова может варьировать от нескольких недель до нескольких месяцев, ключевую роль в этом играют температура водной среды и видовая принадлежность сфагнового мха [von Bismarck, 1959].

Сведения о зимнем росте сфагновых мхов хоть и публиковались ранее, но они единичны. Наиболее подробные данные получены для болот Шотландии, где прирост *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm. в обводнённых местообитаниях может составлять около 18% от годичного [Hulme, Blyth, 1982]. Для северных регионов известны очень грубые оценки, поскольку в данных исследованиях зимний прирост не выделялся отдельно среди всего прироста за рамками традиционного вегетационного периода. Так, в условиях Финляндии, прирост за рамками традиционного вегетационного периода может составлять около 60% у *Sphagnum majus* и около 40% у *S. papillosum* Lindb. [Laine et al., 2011]. В данном исследовании удлинение побегов сфагновых мхов в топяных местообитаниях составило $23.4 \pm 8.48\%$, однако абсолютная величина прироста иногда превышала 4 см. Столь высокие значения могут быть связаны с отсутствием артефактного воздействия, которое обычно свойственно другим методам [Mironov et al., 2016; Миронов, 2017 (Mironov, 2017)].

Условия для зимней вегетации сфагновых мхов в топяных местообитаниях болот обусловлены рядом обстоятельств. Торфяная залежь болот характеризуется повышенной тепловой инерцией, поэтому в холодное время года она остывает значительно медленнее по сравнению с минеральными почвами. После формирования снежного покрова медленная потеря тепла и поступление воды из глубинных, более тёплых, слоев торфа может способствовать длительному поддержанию сильнообводнённых болотных местообитаний в незамерзшем состоянии и вызывать таяние ранее образовавшегося льда [Дюкарев, Головацкая, 2013 (Dyukarev, Golovatskaya, 2013)]. При этом, даже на замерзающих участках сфагновая дернина нередко оказывается в водной среде, избегая включения в лёд. Поэтому зимой, в некоторых топяных местообитаниях сфагновые мхи могут постоянно или длительное время находиться в своеобразных убежищах, защищённых от экстремальных условий внешней среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, настоящее исследование подтверждает удлинение периода вегетации *Sphagnum majus* в незамерзающих топяных местообитаниях Карелии и свидетельствует о возможности роста побегов в зимний период.

Однако, в условиях промерзания, по всей видимости, данные эффекты выражены в меньшей степени. Полученные данные являются первыми в России оценками зимнего прироста сфагновых мхов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИБ КарНЦ РАН (проект № 0221-2014-0035).

Автор искренне благодарит П.А. Игнашова (ИБ КарНЦ РАН) за помощь при проведении полевых исследований и Д.А. Филиппова (ИБВВ РАН) за помощь при подготовке рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дюкарев Е.А., Головацкая Е.А. Особенности температурного режима торфяной залежи олиготрофного болота в южной тайге Западной Сибири // География и природные ресурсы. 2013. № 1. С. 65–71.
- Миронов В.Л. О новом подходе к определению прироста сфагновых мхов // Материалы конференции «VIII Галкинские чтения» (Санкт-Петербург, 2–3 февраля 2017 г.). СПб., 2017. С. 75–78.
- Миронов В.Л. Способ определения линейного прироста побегов мхов рода *Sphagnum*. Патент России № 2600827 // Официальный бюл. «Изобретения и полезные модели». 2016а. № 30. 9 с.
- Орлов Е.Д. Влияние водного питания болот на температурный режим и промерзание торфяных почв в зимний период // Природа болотно-лесных систем Карелии и пути их освоения. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1982. С. 74–96.
- Buchner O., Neuner G. Freezing cytorrhysis and critical temperature thresholds for photosystem II in the peat moss *Sphagnum capillifolium* // Protoplasma. 2010. Vol. 243 (1–4). P. 63–71. DOI: 10.1007/s00709-009-0053-8
- Hulme P.D., Blyth A.W. The annual growth period of some *Sphagnum* species on the Silver Flowe National Nature Reserve, south-west Scotland // Journal of Bryology. 1982. Vol. 12, № 2. P. 287–291. DOI: 10.1179/jbr.1982.12.2.287
- Laine A.M., Juurola E., Hájek T., Tuittila E.S. *Sphagnum* growth and ecophysiology during mire succession // Oecologia. 2011. Vol. 167. P. 1115–1125. DOI: 10.1007/s00442-011-2039-4
- Mironov V.L. Natural genesis of the geotropic curvatures and their use for growth estimating in *Sphagnum* mosses // Proceedings of the International Meeting on the Biology of *Sphagnum*, Saint Petersburg; Khanty-Mansiysk (July 28 – August 11, 2016). Tomsk, 2016b. P. 45 – 47.
- Mironov V.L., Grabovik S.I., Ignashov P.A., Kantserova L.V. Geotropic curvatures of *Sphagnum*: environmental features of their genesis and trial application for estimation shoot length increment // Arctoa. 2016. Vol. 25, № 2. P. 353–363. DOI: 10.15298/arctoa.25.27
- von Bismarck R. Über den Geotropismus der Sphagnen // Flora (Jena). 1959. Vol. 148, is. 1. S. 23–83. DOI: 10.1016/S0367-1615(17)32556-9

REFERENCES

- Buchner O., Neuner G. 2010. Freezing cytorrhysis and critical temperature thresholds for photosystem II in the peat moss *Sphagnum capillifolium* // Protoplasma. 2010. Vol. 243 (1–4). P. 63–71. DOI: 10.1007/s00709-009-0053-8
- Dyukarev E.A., Golovatskaya E.A. 2013. Osobennosti temperaturnogo rezhima torfyanoj zalezhi oligotrofnogo bolota v yuzhnoj tajge Zapadnoj Sibiri [Peculiarities of the bog deposit temperature regime in the southern taiga subzone of Western Siberia] // Geografiya i prirodnye resursy. № 1. S. 65–71. [In Russian]
- Hulme P.D., Blyth A.W. 1982. The annual growth period of some *Sphagnum* species on the Silver Flowe National Nature Reserve, south-west Scotland // Journal of Bryology Vol. 12, № 2. P. 287–291. DOI: 10.1179/jbr.1982.12.2.287
- Laine A.M., Juurola E., Hájek T., Tuittila E.S. 2011. *Sphagnum* growth and ecophysiology during mire succession // Oecologia. Vol. 167. P. 1115–1125. DOI: 10.1007/s00442-011-2039-4
- Mironov V.L. 2016a. Natural genesis of the geotropic curvatures and their use for growth estimating in *Sphagnum* mosses // Proceedings of the International Meeting on the Biology of *Sphagnum*, Saint Petersburg; Khanty-Mansiysk (July 28 – August 11, 2016). Tomsk. P. 45–47.
- Mironov V.L. 2016b. Sposob opredeleniya linejnogo prirosta pobegov mkhov roda *Sphagnum*. Patent na izobretenie RF № 2600827 [Method of determining linear growth of sprouts of moss genus *Sphagnum*. Patent for invention RU № 2600827] // Oficial'nyj byulleten' «Izobreteniya. Poleznye modeli». № 30. 9 s. [In Russian]
- Mironov V.L., Grabovik S.I., Ignashov P.A., Kantserova L.V. 2016. Geotropic curvatures of *Sphagnum*: environmental features of their genesis and trial application for estimation shoot length increment // Arctoa. Vol. 25, № 2. P. 353–363. DOI: 10.15298/arctoa.25.27
- Mironov V.L. 2017. O novom podkhode k opredeleniyu linejnogo prirosta sfagnovykh mхов [On the novel approach for estimation of *Sphagnum* shoots length increment] // Materialy konferentsii «VIII Galkinskije Chteniya» (Sankt-Peterburg, 2–3 fevralya 2017 g.). Sankt-Peterburg. S. 75–78. [In Russian]

- Orlov E.D. 1982. Vliyanie vodnogo pitaniya bolot na temperaturnyj rezhim i promerzanie torfyanykh pochv v zimnij period [The influence of mire water supply on temperature and freezing of peat soils in winter] // Priroda bolotno-lesnykh sistem Karelii i puti ikh osvoeniya. Petrozavodsk: Karel'skij filial AN SSSR. S. 74–96. [In Russian]
- von Bismarck R. 1959. Über den Geotropismus der Sphagnen // Flora (Jena). Vol. 148, is. 1. S. 23–83. DOI: 10.1016/S0367-1615(17)32556-9 [In German]

ON EXTREME CONDITIONS FOR THE GROWTH OF *SPHAGNUM MAJUS* IN MIRE WATER TRACKS OF KARELIA (RUSSIA)

V. L. Mironov

*Institute of Biology of Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences
Petrozavodsk, 185910, Russia, e-mail: vict.mironoff@yandex.ru*

The winter growth of *Sphagnum majus* (Russow) C.E.O. Jensen (Sphagnaceae) in water tracks is analyzed. The study was carried out in mires of southern Karelia in 2014–2016, using the technique of geotropic curvatures on sample plots 70×70 cm. Five sample plots with *S. majus* were considered. Elongation of shoots in this species varied from 0.4 to 4.2 cm (9.7–29.9% of the annual growth). On the average, the elongation of shoots on the sample plots was 23.4±8.48%. Winter growth of *S. majus* observed in this study can be explained by a prolonged or permanent unfrozen state of the habitat during the winter. The presented data are the first estimates of winter growth of *Sphagnum* in Russia.

Keywords: *Sphagnum* mosses, growth of shoots, geotropic curvatures method, nival geotropic curvatures, growing season, sample plot, freezing