

УДК 581.526.35 (524) 14

## РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ СФАГНОВЫХ МХОВ НА ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ БОЛОТАХ КАРЕЛИИ

С. И. Грабовик, О. Л. Кузнецов

Институт биологии Карельского научного центра РАН

Динамика линейного прироста и годичной продуктивности *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. riparium* и *S. subsecundum* изучалась в 2006–2013 гг. на естественных и трансформированных болотных участках на территории Киндасовского лесоболотного стационара Карельского научного центра РАН (61°48' с. ш. и 33°35' в. д.). Установлено, что максимальный линейный прирост и продуктивность сфагновые мхи имеют в годы с теплой весной и теплым влажным летом, когда обеспечивается благоприятный водный режим их местообитаний. Температура воздуха в летнее время оказывает большее влияние на рост сфагнов, чем количество осадков. На естественных болотных участках колебания линейного прироста видов сфагновых мхов в разные по климатическим параметрам годы составляют от двух-трех (*S. subsecundum*, *S. majus*) до четырех-пяти (*S. riparium*, *S. fallax*, *S. obtusum*) раз. Продуктивность ценопопуляций изученных видов в естественных местообитаниях варьирует в разные годы от 1,5 до 15 г/дм<sup>2</sup>, наибольшую годичную продукцию имеет *Sphagnum riparium* – от 4 до 15 (в среднем 12,4), у остальных видов она в два-три раза ниже. Проведенные исследования позволили установить, что линейный прирост сфагновых мхов из секции *Cuspidata* на трансформированных болотах в заросших мелиоративных каналах в два-три раза выше, чем тех же видов в естественных местообитаниях, но их годичная продукция только на 20–30% выше, чем на естественных болотах, так как плотность ценопопуляций мхов в каналах низкая.

Ключевые слова: *Sphagnum*; годичный прирост; продуктивность; болота; Карелия.

### S. I. Grabovik, O. L. Kuznetsov. GROWTH AND PRODUCTIVITY OF CENOPOPULATIONS OF SPHAGNUM MOSSES IN NATURAL AND TRANSFORMED MIRES OF KARELIA

The dynamics of linear growth and annual productivity of *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. majus*, *S. obtusum*, *S. riparium*, and *S. subsecundum* were studied in 2006–2013 in natural and transformed mire sites in the Kindasovo forest-mire research station of the Karelian Research Centre RAS (61°48'N, 33°35'E). Sphagnum mosses demonstrated the greatest linear increment and productivity in years with a warm spring and warm moist summer, when the water regime in their habitats was favourable. In the summertime air temperature influenced the growth of Sphagna more significantly than precipitation amounts. In natural mire sites linear increment variations among years with different climatic parameters were two-three-fold (*S. subsecundum*, *S. majus*) to four-five fold (*S. riparium*, *S. fallax*, *S. obtusum*). The productivity of the cenopopulations of the studied

species in natural habitats varied among years from 1.5 to 15 g/dm<sup>2</sup>. The greatest annual production was demonstrated by *Sphagnum riparium* – 4 to 15 (12.4 on average), the index in other species being twice or thrice lower. It was shown in this study that the linear increment of peatmosses of the section *Cuspidata* in transformed mires in overgrown drainage ditches was two or three times that of the same species in natural habitats, whereas their annual production was only 20–30% higher than in natural mires, since the density of the moss cenopopulations in the ditches was low.

**Key words:** *Sphagnum*; annual increment; productivity; mires; Karelia.

## Введение

Болотные экосистемы играют уникальную роль в регулировании углеродного баланса Земли, они связывают большие объемы углекислого газа в накапливающемся торфе и на тысячелетия выводят его из круговорота [Базилевич, 1967; Кузнецов, Грабовик, 2007; Вомперский и др., 2011]. На многих болотах таежной зоны сфагновые мхи выступают важнейшими продуцентами и торфообразователями. Для сфагновых мхов характерен неограниченный верхушечный рост и питание за счет всасывания воды и питательных веществ всей поверхностью. Большинство видов сфагновых мхов являются гигро- и гидрофитами, отсюда процессы их роста и продуктивности очень тесно связаны с климатическими условиями вегетационного периода, и в первую очередь с режимом увлажнения местообитаний.

Данные по линейному приросту некоторых видов сфагновых мхов в различных регионах Европы содержатся в ряде работ [Кац и др., 1936; Слутто, 1970, 1973; Илометс, 1981; Грабовик, Антипин, 1982; Максимов, 1982; Moore, 1989; Lindholm, 1990; Lindholm, Vasander, 1990; Боч, Кузьмина, 1994; Косых, 2008]. Однако эти сведения отрывочные, получены за один-два года наблюдений и не сопоставляются авторами с климатическими и гидрологическими условиями пунктов исследований.

Одновременно с изучением линейного прироста изучалась биологическая продуктивность болотных экосистем, которая является важнейшим показателем их функциональной роли в биосфере. На олиготрофных и мезотрофных открытых болотах фитомасса сфагновых мхов составляет 5–8 т/га, а их годовая продукция – 2–4 т/га [Елина и др., 1984; Грабовик, 2002; Грабовик, Кузнецов, 2013]. Они же являются основными торфообразователями во многих болотных сообществах, в течение нескольких тысячелетий на таких болотах отложились огромные запасы сфагновых и травяно-сфагновых торфов, широко используемых в различных отраслях народного хозяйства. Отсюда изучение особенностей роста

и продуктивности сфагновых мхов в различных экологических и климатических условиях важно для познания закономерностей устойчивости и динамики болотных экосистем. Сфагновые мхи обладают высокой регенерационной способностью и являются прекрасными индикаторами экологических условий местообитаний. Все это делает их перспективными для искусственного выращивания продуцентов органического вещества, а также для рекультивации выработанных и необдуманно осушенных болот. Это направление исследований активно развивается в мире в последние годы под названием «*Sphagnum farming*» [Ferland, Roschfort, 1997; Roschfort et al., 2003].

Многолетние стационарные исследования функционирования ценопопуляций сфагновых мхов с учетом климатических и фитоценологических условий ведутся авторами в южной Карелии на протяжении 35 лет [Грабовик, 1994, 2002, 2003; Grabovik, 1995, 2012; Грабовик, Кузнецов, 2013; Грабовик, Антипин, 2014]. Данная работа посвящена особенностям продуктивности ценопопуляций шести видов сфагновых мхов, относящихся к различным экологическим группам, как в естественных, так и в трансформированных болотных биотопах.

## Материалы и методы

Исследования выполнялись на территории Киндасовского лесоболотного научного стационара КарНЦ РАН, расположенного в подзоне средней тайги (61°48' с. ш. и 33°35' в. д.). Эксперименты проводились на постоянных пробных площадях на двух болотных массивах: естественное мезоевтрофное болото аапа-типа Неназванное и трансформированное лесной мелиорацией олиготрофное грядово-мочажинное болото Ритта-суо [Елина и др., 1984].

Объектами наших исследований были широко распространенные гигро- и гидрофильные виды сфагновых мхов: *Sphagnum fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr., *S. majus* (Russow) C. E. O. Jensen, *S. obtusum* Warnst., *S. subsecundum* Nees, *S. riparium* Aonstr. и *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm. Это сфагновые мхи хорошо

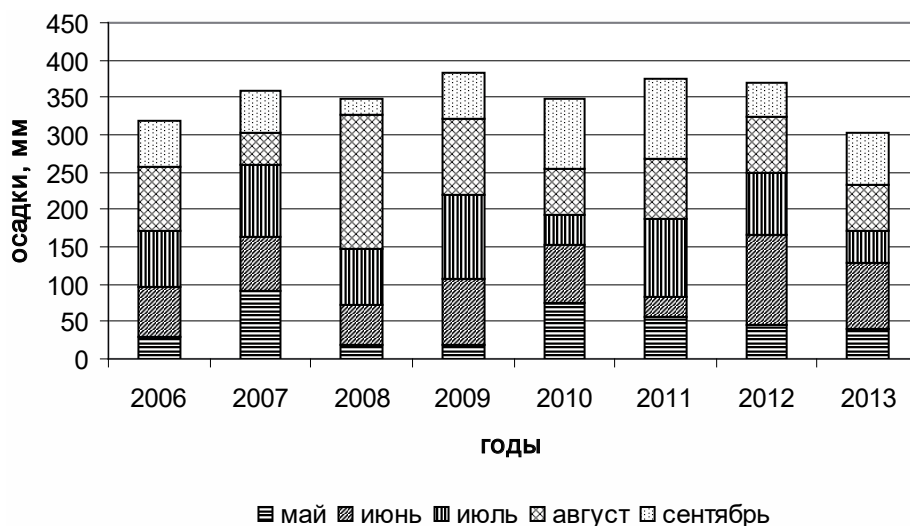


Рис. 1. Количество осадков (мм) в течение вегетационных периодов в годы исследования

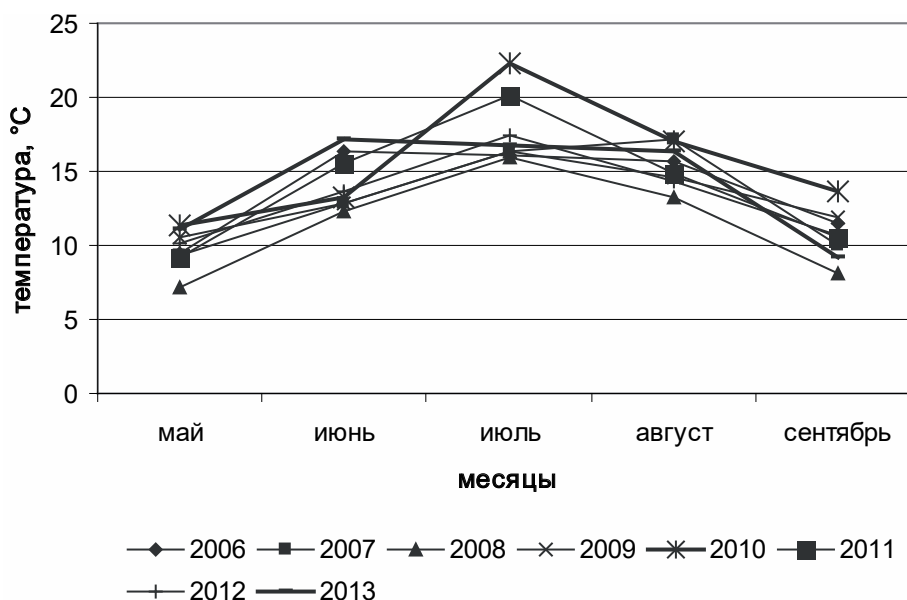


Рис. 2. Колебания температуры в течение вегетационных периодов в годы исследования

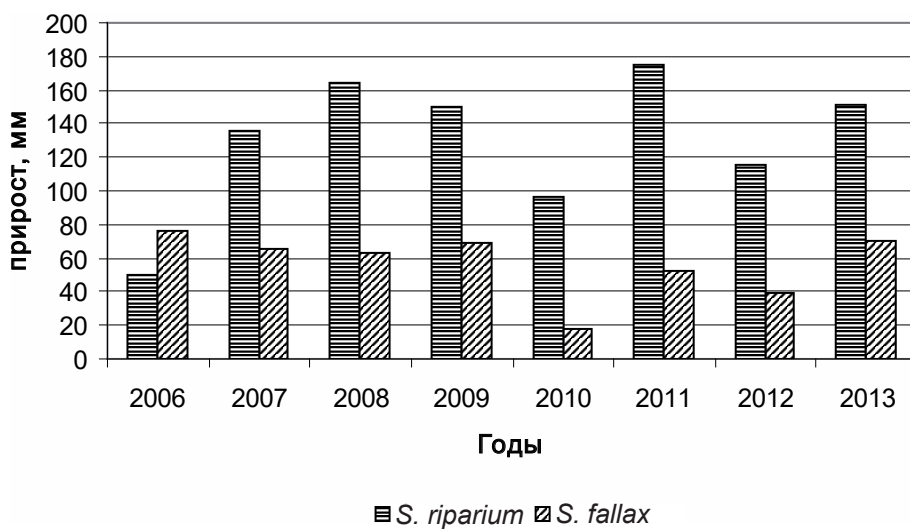


Рис. 3. Многолетняя динамика линейного прироста сфагновых мхов на естественном болотном массиве

увлажненных, но различных по трофности и проточности местообитаний [Максимов, 1988]. Так, *Sphagnum fallax* образует сфагновые ковры с уровнем болотных вод (УБВ) от –5 до –15 см, является эдификатором или со-эдификатором мезотрофных осоково-сфагновых сообществ. К олиготрофным относятся *Sphagnum majus* и *S. cuspidatum* – эдификаторы мочажин мезоолиготрофных и олиготрофных сфагновых болот с обильным застойным или слабопроточным увлажнением. *Sphagnum obtusum*, *S. subsecundum* и *S. riparium* типичны для мезотрофных и мезоевтрофных хорошо проточных обводненных местообитаний.

На естественном болотном массиве Неназванное на четырех болотных участках, в которых изучаемые виды мхов являются эдификаторами растительного покрова, проводились многолетние наблюдения за линейным приростом и продуктивностью пяти видов сфагновых мхов.

Линейный прирост *Sphagnum fallax* изучался в осоково-сфагновых коврах в мезотрофном слабопроточном осоково-сфагновом участке с кочковато-равнинным микрорельефом, УБВ в них составляет в летнее время от –12 до –15 см. Модельная ценопопуляция *Sphagnum riparium* находится в узкой мезотрофной транзитной травяно-сфагновой топи, проходящей по границе участка со *Sphagnum fallax*. В течение всего вегетационного периода здесь высокий УБВ. В травяно-сфагновых мочажинах с УБВ 1–5 см мезоолиготрофного кочковато-равнинно-мочажинного комплекса изучался *Sphagnum majus*. Пробная площадь для изучения *Sphagnum obtusum* и *S. subsecundum* заложена в мезоевтрофном кочково-топяном комплексе в транзитной топи. *Sphagnum obtusum* приурочен к низким кочкам с УБВ 5–10 см, а *Sphagnum subsecundum* – к узким топяным понижениям с УБВ 1–2 см ниже поверхности сфагнового покрова.

На трансформированных болотах, осушенных для лесного хозяйства, при отсутствии ухода за мелиоративными каналами наблюдается их активное зарастание, в том числе и сфагновыми мхами. Так, на осушенном олиготрофном болоте Ритта-суо в мелиоративных каналах, проложенных 35 лет назад, в настоящее время сформировались сплошные моховые сплавины, образованные *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax* и *S. riparium*.

Линейный прирост определяли широко пространенным методом перевязок [Бегак, 1927]. В мае на всех болотных участках в выбранных ценопопуляциях исследуемых видов перевязывали цветными нитками по 50 особей

каждого вида на 1 см ниже головки. В мае следующего года мхи срезали и измеряли их линейный прирост. Во все годы исследований мхи перевязывали на одних и тех же пробных площадях, но при небольшом смещении перевязок в нетронутые участки моховой дернины [Грабовик, 1994]. В каждой исследуемой ценопопуляции определялась плотность (количество особей 1 дм<sup>2</sup>) в 10-кратной повторности.

Одновременно с изучением линейного прироста ценопопуляций определялась их годовичная продуктивность. Для вычисления весового прироста нами отбирались по 100 односантиметровых отрезков каждого вида мха в 5-кратной повторности, все эти образцы взвешивались и высушивались до абсолютно сухого веса. Затем величина линейного прироста умножалась на вес 100 односантиметровых отрезков и на величину средней плотности ценопопуляции.

Территория района исследований характеризуется следующими климатическими показателями вегетационного периода. Среднемесячное количество осадков за период апрель–сентябрь составляет 316 мм (среднемесячное количество осадков в апреле – 10 мм, в мае – 38, в июне – 58, в июле – 65, в августе – 80, в сентябре – 65), а среднемесячные температуры воздуха: мая – 7, июня – 13, июля – 15, августа – 13 и сентября – 7 °С [Grabovik, Nazarova, 2013].

В целом вегетационные периоды 2006–2013 гг. характеризовались повышенным, а в отдельные годы экстремально высоким температурным фоном по сравнению со среднемесячными показателями (рис. 1), увлажнение также было в основном выше нормы (рис. 2).

## Результаты и обсуждение

**Линейный прирост.** Известно, что сфагновые мхи начинают активно расти сразу после стаивания снега, иногда рост начинается даже под снежным покровом, если болото не промерзло [Максимов, 1982; Грабовик, 2003; Grabovik, Nazarova, 2013; Kuttim et al., 2015]. Для роста сфагновых мхов наиболее важна степень увлажнения местообитаний.

Анализ показателей линейного прироста исследованных видов сфагновых мхов за период исследований показал, что варьирование прироста в разные по климатическим параметрам годы в естественных биотопах составляет от 2–3 (*Sphagnum subsecundum*, *S. majus*) до 4–5 (*S. riparium*, *S. fallax*, *S. obtusum*) раз (рис. 3, 4).

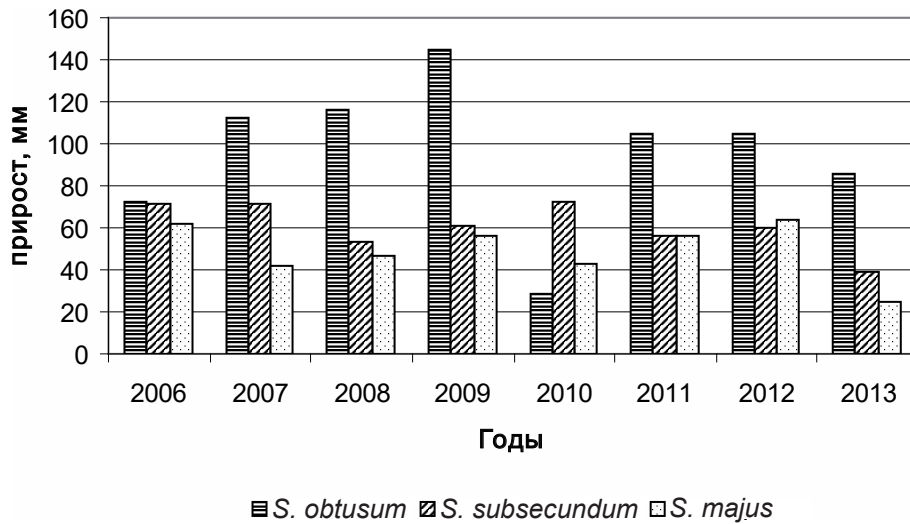


Рис. 4. Многолетняя динамика линейного прироста сфагновых мхов на естественном болотном массиве

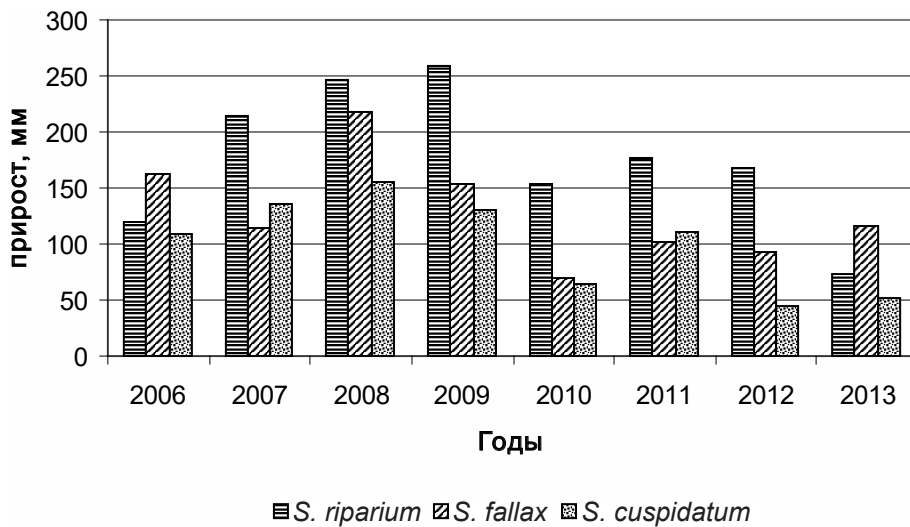


Рис. 5. Многолетняя динамика линейного прироста сфагновых мхов в мелиоративных каналах

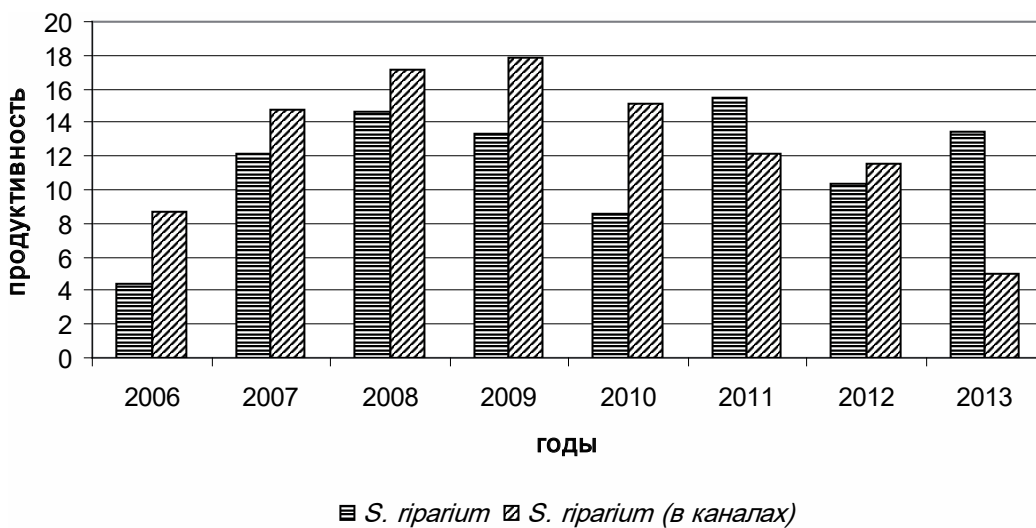


Рис. 6. Многолетняя динамика продуктивности *S. riparium* (г/дм<sup>2</sup>) на естественном болоте и в мелиоративных каналах

Так, максимальный прирост *Sphagnum riparium* отмечен в 2008, 2009 и 2011 гг., в эти вегетационные периоды для его роста были благоприятные погодные условия: влажное и теплое лето, температура в летние месяцы была выше средней многолетней, особенно в 2011 г. В 2006, 2010 и 2013 гг. отмечен минимальный прирост, что, вероятно, связано не только с незначительным количеством осадков в июле–августе, но и с высокой температурой воздуха в эти месяцы, что привело к понижению УБВ в данном биотопе (рис. 1, 2, 3). Наши данные по приросту *S. riparium* (см. рис. 3) превышают показатели, полученные финскими исследователями в южной Финляндии на болоте Suurisuo, где его прирост колеблется от 34 до 54 мм [Lindholm, Vasander, 1990].

Прирост *Sphagnum fallax* почти во все годы был близок к среднемуголетнему значению (57 мм), только в исключительно сухой и жаркий сезон 2010 г. он резко упал до 20 мм (рис. 3). Это обусловлено значительным снижением УБВ в его местообитании, что привело к обсыханию головок мха и прекращению роста в летние месяцы.

Наибольший прирост *S. obtusum* был отмечен в самые дождливые вегетационные периоды 2008 и 2009 годов, а минимальный – в 2010 году, самом сухом и жарком. В остальные годы прирост был близок к средним значениям (рис. 4). Динамика прироста *S. obtusum* наиболее полно соответствует погодным условиям за исследованный период. Здесь прослеживаются максимальные величины приростов, приходящиеся на теплые и влажные 2007–2009 гг. В 2010 г. отмечено резкое снижение прироста и затем – новый подъем во влажные и умеренно теплые 2011–2013 годы.

За исследуемый период значения линейного прироста топяного вида *S. subsecundum* несущественно отличаются друг от друга и близки к среднему значению. Вероятно, величины его прироста обусловлены довольно стабильным увлажнением в транзитной топи, собирающей сток с обширной площади северной части болота Неназванное (рис. 4).

Для *S. majus*, произрастающего в мочажине слабопроточного комплекса, значения линейного прироста за весь период исследований довольно близки к среднемуголетнему значению (49 мм), только в 2013 г. с малым количеством осадков в июле (43 мм) прирост был минимальным – 21 мм (рис. 4).

На основании данных линейного прироста в разные годы нами было выделено две группы сфагнов: в первую группу интенсивно растущих вошли *S. riparium* (средний прирост 130 мм)

и *S. obtusum* (84 мм), произрастающие на топяных участках с хорошей проточностью; во вторую – *S. majus* (49 мм), *S. subsecundum* (60 мм), *S. fallax* (57 мм), произрастающие в слабопроточных обводненных топях, мочажинах и на коврах (рис. 3, 4).

Из полученных результатов следует, что весной и в начале лета (июнь) воды в мочажинах и под сфагновыми коврами на болотных участках достаточно для роста мхов, независимо от количества выпадающих осадков. Режим УБВ в июле и августе тесно связан с осадками, поэтому в годы с их низким количеством в эти месяцы (2007, 2010, 2013) отмечено значительное снижение линейного прироста всех исследованных видов, которые приурочены к мочажинным и ковравым местообитаниям. По-видимому, снижение прироста в более сухие вегетационные периоды происходило в результате обезвоживания головок мхов. Сильное снижение прироста мхов вплоть до полного прекращения в летние месяцы отмечается также в работах А. Педерсена [Pedersen, 1975], А. И. Максимова [1982], С. И. Грабовик, В. К. Антипина [2014]. В остальные годы исследований линейный прирост сфагновых мхов был больше, чем в 2010 г.

Изучены также особенности годичного прироста ряда видов сфагновых мхов, поселившихся в мелиоративных каналах на верховом болоте (рис. 5). Многолетний средний прирост составил у *Sphagnum fallax* 130 мм, у *S. riparium* 191 мм, у *S. cuspidatum* 107 мм. Такой показатель для *Sphagnum fallax* в три раза выше, чем в естественном биотопе, а для *S. riparium* – в два раза. Это обусловлено тем, что во все годы исследований мелиоративные каналы заполнены водой и прирост мхов в летние месяцы не прекращается, а также отсутствием конкуренции за элементы питания других видов растений, которых пока в каналах нет. Однако в сухой и жаркий 2010 г. также отмечено значительное снижение прироста мхов в каналах в связи с их частичным обсыханием.

**Продуктивность ценопопуляций.** Запасы фитомассы и годичная продукция ценопопуляций сфагновых мхов зависят от их видовой принадлежности, размеров особей, а также плотности их дернин и скорости годичного прироста. Известно, что плотность дернин сфагновых мхов тесно связана с УБВ их местообитаний. На высоких кочках и грядах дернины плотные, особи мхов более мелкие. Ковровые и мочажинные виды сфагнов имеют более крупные размеры и рыхлые дернины. Так, например, плотность дернины *Sphagnum majus* при УБВ –3 см – 117 шт./дм<sup>2</sup>, а при УБВ +1 см – 56;

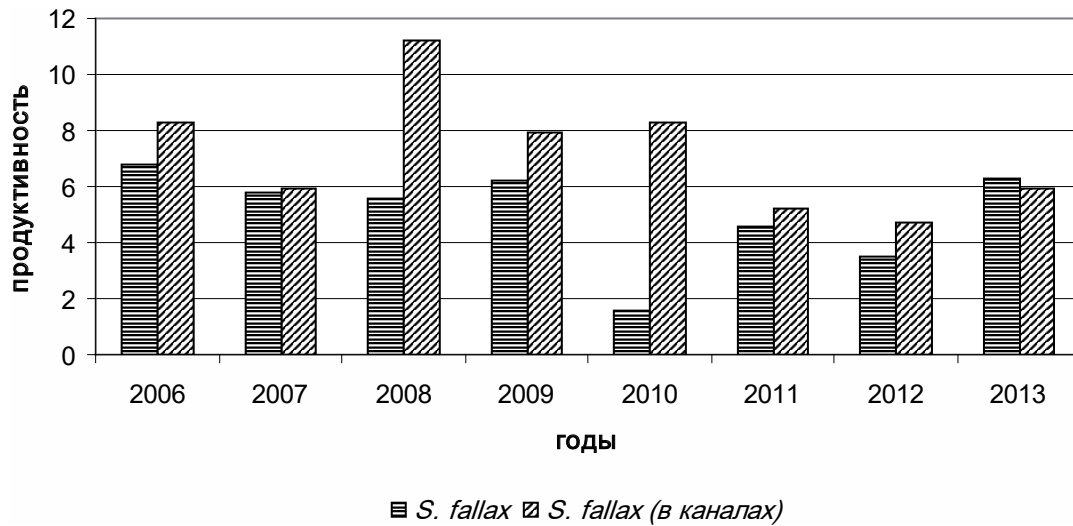


Рис. 7. Многолетняя динамика продуктивности *S. fallax* (г/дм²) на естественном болоте и в мелиоративных каналах

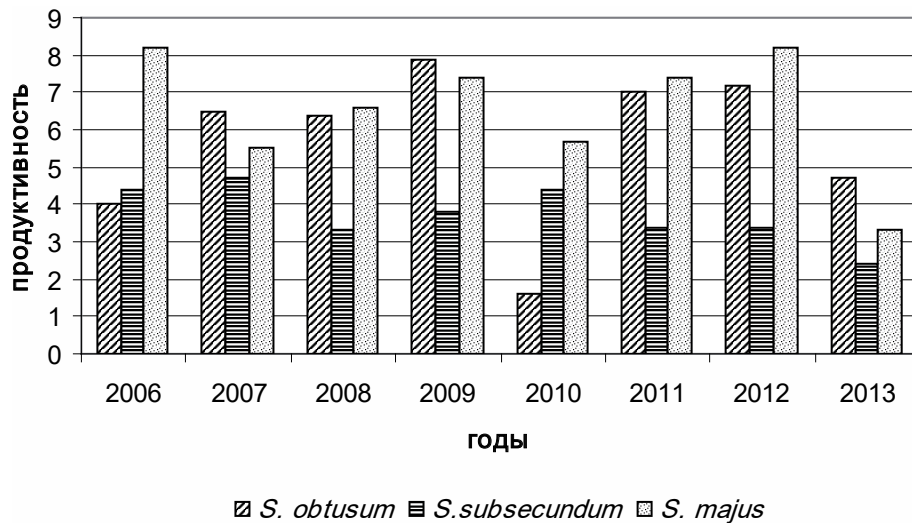


Рис. 8. Многолетняя динамика продуктивности *S. obtusum*, *S. subsecundum* и *S. majus* (г/дм²) на естественном болоте

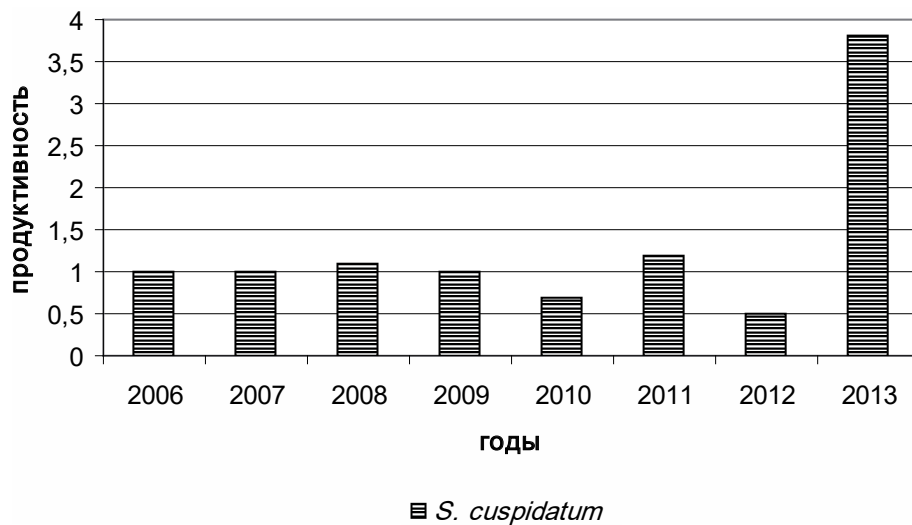


Рис. 9. Многолетняя динамика продуктивности *S. cuspidatum* (г/дм²) в мелиоративных каналах

*S. fallax* – 157 шт./дм<sup>2</sup> при УБВ –15 см, при УБВ –5 см – 90 шт./дм<sup>2</sup>; *S. riparium* – 153 шт./дм<sup>2</sup> при УБВ –7 см, при УБВ –2 см – 119 шт./дм<sup>2</sup>.

Наши исследования показали, что годовая продукция видов сфагновых мхов сильно варьирует (рис. 6–9). При этом наибольшую продукцию имеют виды не обязательно с максимальным линейным приростом.

Сфагновые мхи в годы с наибольшим годовым линейным приростом имеют наибольшую продуктивность. Самая высокая продуктивность характерна для *S. riparium* – в среднем 12,4 г/дм<sup>2</sup> (в разные годы 4–15), имеющего и максимальные линейные приросты. На второе место по продуктивности выходит *S. majus* – 6,2 г/дм<sup>2</sup> (3,5–8), хотя по линейным приростам он занимает пятое место в ряду (в среднем 49 мм/год). Самую низкую продуктивность среди изученных видов имеет *S. subsecundum* – 3,8 г/дм<sup>2</sup> (2,5–4,5), хотя по линейному приросту он занимает второе место (60 мм/год).

На трансформированном болоте в каналах колебания средних данных годичной продуктивности в разные годы составляли у *S. riparium* 14 г/дм<sup>2</sup>, у *S. fallax* 7,2 г/дм<sup>2</sup> и у *S. cuspidatum* 1,2 г/дм<sup>2</sup>. Продуктивность *S. riparium* и *S. fallax* в мелиоративных каналах на 20–30 % выше, чем в естественных местообитаниях. Сфагновые мхи в каналах в условиях обильного увлажнения и меньших колебаний температуры субстрата в течение всего вегетационного периода более полно реализуют свой продукционный потенциал, который в естественных болотных сообществах не может полностью проявиться из-за низких УБВ и высоких температур поверхности мохового покрова в летние месяцы. Однако дернины сфагнов в каналах более рыхлые, отдельные особи мхов имеют меньшую плотность веточек, отсюда различия по их линейному приросту с естественными ценопопуляциями более высокие, чем показатели продуктивности.

## Выводы

Гигрогидрофильные сфагновые мхи из секции *Cuspidata* и *Sphagnum subsecundum*, обитающие в топяных местообитаниях болот разной трофности, характеризуются высокими колебаниями годичного прироста. Прирост зависит от метеорологических условий вегетационного периода, в большей степени на прирост влияние оказывает температура воздуха в летние месяцы (июль, август), влияние атмосферных осадков выражено меньше.

Годовая продукция разных сфагновых мхов зависит от их размеров, плотности дернин, годового прироста. Наиболее продуктивны

ценопопуляции *Sphagnum riparium*, их продукция в 2–3 раза выше, чем у остальных изученных видов, что делает его наиболее перспективным для выращивания в регулируемых условиях.

Прирост сфагновых мхов в заросших мелиоративных каналах выше, чем в естественных популяциях, в 2–3 раза, при этом их продуктивность выше только на 20–30 %, так как их дернины более рыхлые.

Полученные данные свидетельствуют о высокой потенциальной продуктивности гигрогидрофильных видов сфагновых мхов из секции *Cuspidata* и возможности их выращивания в искусственных регулируемых условиях.

Авторы выражают благодарность Е. Л. Талбонен, Л. В. Канцеровой и В. Л. Миронову за помощь при сборе полевых материалов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии КарНЦ РАН по теме 0221–2014–0007.

## Литература

- Базилевич Н. И. Продуктивность и биологический круговорот в моховых болотах Васюганья // Раст. ресурсы. 1967. Т. 3, вып. 4. С. 567–588.
- Бегак Д. А. О приросте торфяников // Торфяное дело. 1927. № 11. С. 300–306.
- Боч М. С., Кузьмина Е. О. Ритмика прироста и продуктивности некоторых видов рода *Sphagnum* L. в юго-западном Приладожье (Ленинградская область) // Раст. ресурсы. 1994. Т. 30, вып. 1–2. С. 135–142.
- Вомперский С. Э., Сирин А. А., Сальников А. А. и др. Облесенность болот и заболоченных земель России // Лесоведение. 2011. № 5. С. 3–11.
- Елина Г. А., Кузнецов О. Л., Максимов А. И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.: Наука, 1984. 128 с.
- Грабовик С. И., Антипин В. К. Линейный прирост и величина живой части некоторых видов сфагновых мхов и их связь с гидрометеорологическими показателями // Эколого-биологические особенности и продуктивность растений болот. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1982. С. 195–203.
- Грабовик С. И. Влияние климатических условий на линейный прирост сфагновых мхов южной Карелии // Бот. журн. 1994. Т. 79, № 4. С. 81–86.
- Грабовик С. И. Динамика годичного прироста у некоторых видов *Sphagnum* L. в различных комплексах болот южной Карелии // Раст. ресурсы. 2002. Т. 38, вып. 4. С. 62–68.
- Грабовик С. И. Динамика продуктивности ценопопуляций сфагновых мхов южной Карелии // Бот. журн. 2003. Т. 88, № 4. С. 41–48.



Грабовик С. И., Кузнецов О. Л. Линейный прирост и продуктивность сфагновых мхов на естественных и трансформированных болотах Карелии // Современная ботаника в России. Труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна» (Тольятти, 16–22 сентября 2013). Эмбриология. Структурная ботаника. Альгология. Микология. Лиخنология. Бриология. Палеоботаника. Биосистематика. Тольятти: Кассандра, 2013. Т. 1. С. 237–239.

Грабовик С. И., Антипин В. К. Тенденции динамики годичного прироста сфагновых мхов на болотах южной Карелии // Научное обозрение. 2014. № 7. С. 22–27.

Илометс М. А. Прирост и продуктивность сфагнового покрова в юго-западной Эстонии // Бот. журн. 1981. Т. 66, № 2. С. 279–290.

Кац Н., Кириллович М., Лебедева Н. Движение поверхности сфагновых болот и формирование их микрорельефа // Земледелие. 1936. № 38. С. 1–33.

Косых Н. П. Сфагновые мхи Западной Сибири: фитомасса и продукция // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: тезисы докл. Всерос. конф. (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Геоботаника. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. Ч. 5. С. 155–157.

Кузнецов О. Л., Грабовик С. И. Запасы и динамика углерода в фитоценозах и торфяных залежах болот Карелии // Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии: тезисы докл. III Межд. конф. (Пушино, 4–8 июня 2007 г.). Пушино, 2007. 42 с.

Максимов А. И. К вопросу о приросте сфагновых мхов // Комплексные исследования растительности болот Карелии. Петрозаводск: Кар. фил. АН СССР, 1982. С. 170–179.

Максимов А. И. Флора листостебельных мхов болот Карелии и ее анализ // Флористические исследования в Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. С. 35–62.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: methods of measurement // *J. Ecol.* 1970. Vol. 58. P. 13–49.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: some effects of environment // *J. Ecol.* 1973. Vol. 61. P. 849–869.

Ferland C., Rochefort L. Restoration techniques for Sphagnum-dominated peatlands // *Can. J. Bot.* 1997, no. 75. P. 1110–1118.

Grabovik S. I. The effect of climatic conditions on the annual increment of *Sphagna* in Southern Karelia // Finnish-Karelia symposium on mire conservation and classification. Helsinki, 1995. P. 42–48.

Grabovik S. I. Linear increment of shoots of some of the *Sphagnum* species on mires in south Karelia, Russia // International Bryological conference dedicated to 100 year anniversary of R. N. Schlijakov. Apatity, 2012. P. 34–35.

Grabovik S. I., Nazarova L. E. Linear increment of *Sphagnum* mosses on Karelian mires (Russia) // *Arctoa*. 2013. Vol. 22. P. 23–26.

Küttim M., Umbleja L., Ilomets M., Laine A. The annual and winter growth of some *Sphagnum* species in Estonia bog // Mires of Northern Europe: biodiversity, dynamics, management. International Symposium (Russia, Petrozavodsk, September, 2–5). Abstracts. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2015. 93 p.

Lindholm T. Growth dynamics of the peat moss *Sphagnum fuscum* on hummocks on a raised bog in southern Finland // *Ann. Bot. Fenn.* 1990. No. 27. P. 67–78.

Lindholm T., Vasander H. Production of eight species of *Sphagnum* at Suurisuo mire southern Finland // *Ann. Bot. Fenn.* 1990. No. 27. P. 145–157.

Moore T. R. Growth and net production on *Sphagnum* at five fen sites, subarctic eastern Canada // *Can. J. Bot.* 1989. No. 67. P. 1203–1207.

Pedersen A. Growth measurement of five *Sphagnum* species in South Norway // *Norw. J. Bot.* 1975. Vol. 22, no. 4. P. 277–284.

Roschfort L., Quinty F., Campeau S., Johnson K., Malterer T. North American approach to the restoration of Sphagnum dominated peatlands // *Wetlands Ecology and Management*. 2003. Vol. 11. P. 3–20.

Поступила в редакцию 01.02.2016

## References

Bazilevich N. I. Produktivnost' i biologicheskiy krugovorot v mokhovykh bolotakh Vasyugan'ya [Productivity and biological cycles in mires of Vasyuganja]. *Rast. Resursy [Plant Resources]*. 1967. Vol. 3, no. 4. P. 567–588.

Begak D. A. O priroste torfyanikov [On the growth of peatland]. *Torfyanoe delo [Peat Industry]*. 1927. No. 11. P. 300–306.

Boch M. S., Kuzmina E. O. Ritmika prirosta i produktivnosti nekotorykh vidov roda *Sphagnum* L., v yugo-zapadnom Priladozhye (Leningradskaya oblast) [Increment rate and productivity of some *Sphagnum* L. species in south-western Priladozhje (Leningrad Region)]. *Rast. Resursy [Plant Resources]*. 1994. Vol. 30, no. 1–2. P. 135–142.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: methods of measurement. *J. Ecol.* 1970. No. 58. P. 13–49.

Clymo R. S. The growth of *Sphagnum*: some effects of environment. *J. Ecol.* 1973. No. 61. P. 849–869.

Elina G. A., Kuznetsov O. L., Maksimov A. I. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya i dinamika bolotnykh ekosistem Karelii [Structural-functional organization and dynamics of mire ecosystems in Karelia]. Leningrad: Nauka, 1984. 128 p.

Ferland C., Rochefort L. Restoration techniques for Sphagnum-dominated peatlands. *Can. J. Bot.* 1997. No. 75. P. 1110–1118.

Grabovik S. I., Antipin V. K. Lineynyi prirost i velichina zhivoy chasti nekotorykh vidov sfagnovykh mkhov i ikh svyaz' s gidrometeorologicheskimi pokazatelyami

[Linear increment and living part of some *Sphagna* in relation to hydrometeorological parameters]. *Ecologobioologicheskie osobennosti i produktivnost rasteniy bolot* [Ecological and biological features and mire vegetation productivity]. Petrozavodsk: Karelian filial Academy of Science USSR, 1982. P. 195–203.

Grabovik S. I. Vliyaniye klimaticheskikh usloviy na lineyniy prirost sfagnovykh mkhov yuzhnoy Karelii [Climate effect on linear increment of *Sphagna* in Southern Karelia]. *Bot. Zhurn. [Bot. J.]*. 1994. Vol. 79, no. 4. P. 81–86.

Grabovik S. I. The effect of climatic conditions on the annual increment of *Sphagna* in Southern Karelia. Finnish-Karelia symposium on mire conservation and classification. Helsinki, 1995. P. 42–48.

Grabovik S. I. Dinamika godichnogo prirosta u nekotorykh vidov *Sphagnum* L. v razlichnykh kompleksakh bolot yuzhnoy Karelii [Dynamics of annual increment in some *Sphagnum* L. species in different complexes of mires in Southern Karelia]. *Rast. Resursy [Plant Resources]* 2002. Vol. 38, no. 4. P. 62–68.

Grabovik S. I. Dinamika produktivnosti tcenopopulyatsiy sfagnovykh mkhov yuzhnoy Karelii [Dynamics of productivity of *Sphagnum* mosses coenopopulations in Southern Karelia]. *Bot. Zhurn. [Bot. J.]*. 2003. Vol. 88, no. 4. P. 41–48.

Grabovik S. I., Kuznetsov O. L. Lineyniy prirost i produktivnost' sfagnovykh mkhov na estestvennykh i transformirovannykh bolotakh Karelii [Linear increment and productivity of *Sphagnum* mosses on natural and transformed mires of Karelia]. Trudy XIII S'ezda Russkogo botanicheskogo obschestva i konferencii "Nauchnye osnovy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya rastitel'nogo pokrova Volzhskogo basseyna" (Tolyatti, September, 16–22. 2013). Embriologiya. Strukturnaya botanika. Algologiya. Mikologiya. Lichenologiya. Bryologiya. Paleobotanika. Biosistematika [Proceedings of the 13<sup>th</sup> congress of the Russian Botanical Society and the conference "Scientific bases for the protection and sustainable use of vegetation of the Volga Basin" (Tolyatti, September, 16–22. 2013). Embryology. Structural botany. Algology. Mycology. Lichenology. Bryology. Paleobotany. Biosystematics]. Tolyatti: Cassandra, 2013. Vol. 1. P. 237–239.

Grabovik S. I., Nazarova L. E. Linear increment of *Sphagnum* mosses on Karelian mires (Russia). *Arctoa*. 2013. Vol. 22. P. 23–26.

Grabovik S. I., Antipin V. K. Tendencii dinamiki godichnogo prirosta sfagnovykh mkhov na bolotakh Karelii [Tendencies in the dynamics of early growth of *Sphagnum* mosses in South Karelia swamps]. *Nauchnoe obozrenie [Science Review]*. 2014. No. 7. P. 22–27.

Ilomets M. A. Prirost i produktivnost' sfagnovogo pokrova v yugo-zapadnoy Estonii [Increment and productivity of *Sphagnum* cover in south-western Estonia]. *Bot. Zhurn. [Bot. J.]*. 1981. Vol. 66, no. 2. P. 279–290.

Kats N., Kirillovich M., Lebedeva N. Dvizhenie poverkhnosti sfagnovykh bolot i formirovaniye ikh mikrorel'efa [Movements of mire surface and microrelief formation]. *Zemledelie [Agriculture]*. 1936. No. 38. P. 1–33.

Kosykh N. P. Sfagnovye mkhi Zapadnoy Sibiri: fitomassa i produktivnost' [Sphagnum mosses of Western Siberia: phytomass and productivity]. *Fundamentalnye i prikladnye problemy botaniki v nachale XXI veka: tezisy dokl. Vseros. konf. (Petrozavodsk, September, 22–27, 2008)*. Geobotanika [Fundamental and applied problems of botany at the beginning of the 21<sup>st</sup> century: Proceedings of the All-Russian conf. (Petrozavodsk, September, 22–27, 2008): Geobotany.]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. Part. 5. P. 155–157.

Küttim M., Umbleja L., Ilomets M., Laine A. The annual and winter growth of some *Sphagnum* species in Estonia bog. Mires of Northern Europe: biodiversity, dynamics, management. International Symposium (Russia, Petrozavodsk, September, 2–5). Abstracts. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2015. 93 p.

Kuznetsov O. L., Grabovik S. I. Zapasy i dinamika ugleroda v fitocenozakh i torfyanykh zalezakh bolot Karelii [Carbon stocks and dynamics in wetland plant communities and peat deposits in Karelia]. Emissiya i stok parnikovyykh gazov na territorii Severnoy Evrazii: III International conf. (Puschino, June, 4–8, 2007). Abstracts. [Emission and sinks of greenhouse gases in North Eurasia: 3<sup>rd</sup> intern. conf. (Puschino, June 4–8, 2007)]. Puschino, 2007. 42 p.

Lindholm T. Growth dynamics of the peat moss *Sphagnum fuscum* on hummocks on a raised bog in southern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 1990. Vol. 27. P. 67–78.

Lindholm T., Vasander H. Production of eight species of *Sphagnum* at Suurisuo mire southern Finland. *Ann. Bot. Fenn.* 1990. Vol. 27. P. 145–157.

Maksimov A. I. K voprosu o priroste sfagnovykh mkhov [On growth of *Sphagnum* mosses]. Kompleksnye issledovaniya rastitel'nosti bolot Karelii [Integrated studies of mire vegetation in Karelia]. Petrozavodsk: Karelian filial Academy of Science USSR, 1982. P. 170–179.

Maksimov A. I. Flora listostebelnykh mkhov bolot Karelii i ego analiz [Flora of *Sphagnum* mosses of Karelian mires and its analysis]. Floristicheskie issledovaniya v Karelii. [Floristic studies in Karelia]. Petrozavodsk: Karelian filial Academy of Science USSR, 1988. P. 35–62.

Moore T. R. Growth and net production on *Sphagnum* at five fen sites, subarctic eastern Canada. *Can. J. Bot.* 1989. Vol. 67. P. 1203–1207.

Pedersen A. Growth measurement of five *Sphagnum* species in South Norway. *Norw. J. Bot.* 1975. Vol. 22, no. 4. P. 277–284.

Roschfort L., Quinty F., Campeau S., Johnson K., Malterer T. North American approach to the restoration of *Sphagnum* dominated peatlands. *Wetlands Ecology and Management*. 2003. Vol. 11. P. 3–20.

Vomperskii S. A., Sirin A. A., Sal'nikov A. A., Tsiganova O. P., Valyaeva N. A. Oblesenost' bolot i zabolochennykh zemel' Rossii [Estimation of forest cover extent over peatlands and paludified shallow-peat lands in Russia]. *Lesovedenie [Russ. J. Forest Sci.]*. 2011. No. 5. P. 3–11.

Received February 01, 2016

## **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

### **Грабовик Светлана Ивановна**

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: grabovik@bio.krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 561679

### **Кузнецов Олег Леонидович**

зав. лаб. болотных экосистем, д. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: kuznetsov@krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 561679

## **CONTRIBUTORS:**

### **Grabovik, Svetlana**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: grabovik@bio.krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 561679

### **Kuznetsov, Oleg**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: kuznetsov@krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 561679