

Сравнительная оценка структуры фитомассы и продуктивности мезотрофных кустарничково-сфагновых болот зоны тайги

Т. А. КОПОТЕВА, Н. П. КОСЫХ*

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН
680000, Хабаровск, ул. Ким-Ю-Чена, 65
E-mail: kopoteva@iver.as.khb.ru, iver@iver.as.khb.ru*

**Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, Новосибирск, ул. Советская, 18*

АННОТАЦИЯ

Сравниваются структура фитомассы и годовая продукция мезотрофных кустарничково-сфагновых болот, наиболее распространенных в трех регионах России. Выявлены сходство и различия в структуре фитомассы по регионам. Проведено сравнение пирогенно нарушенных и ненарушенных болот Приамурья. Отмечается высокая продуктивность и зависимость от гидрологического режима подземной фитомассы сосудистых растений на болотах этого типа вообще и в Приамурье в особенности.

Ключевые слова: фитомасса, продукция, мезотрофные болота, Карелия, Западная Сибирь, Приамурье.

Мезотрофные слабо облесенные и безлесные кустарничково-сфагновые болота занимают обширные пространства в лесной зоне европейской части России, Западной Сибири и на материковой части Дальнего Востока. [1, 2]. К настоящему времени накопилось очень много данных о запасах фитомассы, растительного вещества и даже продукции в наземной сфере болот, однако для оценки функционирования болотных фитоценозов с выходом на оценку соотношения процессов продукции и разложения необходимы такие данные и для подземной сферы – в деятельном слое торфа (acrotelm). Таких величин все еще очень мало. Мы использовали наиболее полные наши и другие имеющиеся на сегодняшний день данные для сравнения мезотрофных болот в разных подзонах таежной

зоны, типичных для каждого из трех регионов России.

Цель данного исследования – выявить региональные особенности мезотрофных кустарничково-сфагновых болот зоны тайги на основе сравнения структуры фитомассы и продукции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для сравнительной оценки болот разных регионов использованы данные продуктивности: запасов над- и подземной (до 30 см) фитомассы, а также продукции по основным компонентам (ярусам) фитоценозов: древесному ярусу, кустарничкам, травянистым и мхам. Для европейской части и описания растительного покрова и торфяной залежи данные взяты из работы [1]. Для Западной Сибири использованы данные наших исследо-

Копотева Татьяна Андреевна
Косых Наталья Павловна

ваний продуктивности, проводившихся в 2000–2001 гг. [3]. К сожалению, мы не смогли привести данные по древесному ярусу для гряд подзон северной и южной тайги Сибири, но сочли возможным использовать данные для сравнения без него, поскольку доля фитомассы древесного яруса невелика в общей фитомассе фитоценоза. Данные запасов фитомассы и продукции древесного яруса на грядах средней тайги приведены по работе [4]. По Дальнему Востоку использованы результаты наших исследований продуктивности гетеротрофных ненарушенных (оз. Эворон) и мезотрофных нарушенных (пос. Славянка) болот, проводившихся в 1978–1985 гг. в Приамурье. Описание растительности и данные по продуктивности приведены в нашей работе [5].

Все изучавшиеся болота имеют относительно сходные наборы видов-доминантов кустарничково-травяного яруса и соотношения компонентов (табл. 1). В Западной Сибири на грядах и подушках северной и средней подзон тайги господствует олиготрофный *Andromeda polifolia* L., в южной подзоне и в Приамурье – *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. В Карелии равные доли в фитомассе имеют оба вида, но преобладает *Oxycoccus palustris* Pers. В мочажинах в северной подзоне Западной Сибири и в Карелии преобладают осоки. В остальных мочажинных сообществах доминируют психрофильные кустарнички, главным образом *Chamaedaphne calyculata*.

Видовой состав мохового яруса представленных для сравнения объектов имеет большие различия (см. табл. 1). Повышенные формы микрорельефа болот Западной Сибири отличаются от карельских и приамурских значительно более “олиготрофным видом” из-за преобладания *Sphagnum fuscum* (Schimp. Klinggr.), в понижениях же доминируют в основном мезотрофные мхи.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ диаграмм на рис. 1 показывает, что во всех трех регионах прослеживаются четкие различия в распределении компонентов фитомассы на подушках (грядах) и в мочажинах. Для первых местообитаний характерно преобладание кустарничков, в особен-

ности их корней. Самую большую долю участия в общей фитомассе имеют кустарнички на грядах северной тайги Сибири и на подушках гетеротрофных болот Приамурья (81–70 % соответственно). Самые низкие показатели запасов фитомассы кустарничков имеют фитоценозы Карелии. Из общей картины несколько выделяются мочажины Самотлорского и Эворонского болотных массивов: в них запас фитомассы формируют главным образом кустарнички (57–55 % соответственно).

Для мочажин характерно преобладание травянистых. Подземные части значительно превосходят по массе надземные, но во всех болотах по-разному, без определенной закономерности, хотя во всех, кроме приамурских, преобладают осоки. В мочажинах Самотлорского и Эворонского массивов запасы фитомассы травянистых, хотя и уступают кустарничкам, но, как и везде, больше, чем на грядах и подушках. Здесь, конечно, главную роль играет гидрологический режим. Мы полагаем, что преобладание в структуре фитомассы кустарничков за счет, главным образом, подземной их части над всеми другими компонентами можно объяснить динамикой уровня болотных вод (УБВ): чем больше сезонная амплитуда колебаний, тем больше доля кустарничков в общей фитомассе.

Доля мохового яруса в фитомассе повышений (кочек, гряд, подушек) чуть более четверти в Карелии и менее четверти в остальных регионах. Самый низкий процент участия мхов в фитомассе понижений имеют западины Карелии и гряды Сибирских Увалов северной тайги (в последних в настоящее время происходит разрушение приземного слоя), самый высокий – мочажины Эворона (см. рис. 1). В мочажинах всех трех подзон Сибири доля участия мхов в общей фитомассе примерно одинакова: 16–18 %.

Распределение продукции по компонентам (табл. 2) в общем повторяет структуру фитомассы, хотя величины запасов фитомассы – интегральные показатели, результирующие процессы продукции и разложения. На грядах и подушках везде, кроме Карелии (24 % от общей продукции), до половины и больше дают кустарнички, корни в 3 раза больше, чем надземные части (в Карелии в 2,4 раза). Продукция травянистых в Карелии такая же, как у кустарничков, и даже немного больше

Доминанты растительного покрова и их участие в составе яруса

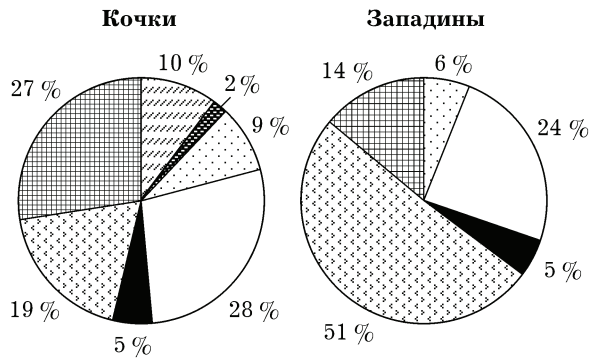
Регион	Доля в фитомассе яруса, %	
	Кустарничково-травяной ярус	Моховой ярус
Карелия:		
кочки (занимают 45 %)	<i>Oxycoccus palustris</i> (27), <i>Andromeda polifolia</i> (16), <i>Chamaedaphne calyculata</i> (15), <i>Carex lasiocarpa</i> (15), <i>Phragmites australis</i> (16)	<i>Sphagnum angustifolium</i> (76)
западины (55 %)	<i>Andromeda polifolia</i> (11), <i>Chamaedaphne calyculata</i> (10), <i>Carex lasiocarpa</i> (37), <i>Phragmites australis</i> (13)	<i>Meesia triquetra</i> (25), <i>Sphagnum angustifolium</i> (22)
Сибирь, северная тайга:		
гряды (45 %)	<i>Betula nana</i> (41), <i>Andromeda polifolia</i> (20), <i>Ledum palustre</i> (11), <i>Vaccinium uliginosum</i> (14)	<i>Sphagnum fuscum</i> (80), <i>S. magellanicum</i> (10), <i>S. capillifolium</i> (10)
мочажины (45 %)	<i>Eriophorum polystachyon</i> (38), <i>Carex rostrata</i> (25), <i>C. chordorrhiza</i> (16), <i>C. limosa</i> (10)	<i>Sphagnum jensenii</i> (70), <i>S. balticum</i> (10)
Сибирь, средняя тайга:		
гряды (40 %)	<i>Andromeda polifolia</i> (58), <i>Ledum palustre</i> (17), <i>Chamaedaphne calyculata</i> (19)	<i>Sphagnum fuscum</i> (80), <i>S. magellanicum</i> (5), <i>S. angustifolium</i> (5)
мочажины (50 %)	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (32), <i>Andromeda polifolia</i> (12), <i>Betula nana</i> (10), <i>Carex lasiocarpa</i> (27)	<i>Sphagnum fallax</i> (80), <i>S. majus</i> (10)
Сибирь, южная тайга:		
гряды (40 %)	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (76), <i>Eriophorum vaginatum</i> (13)	<i>Sphagnum fuscum</i> (80), <i>S. magellanicum</i> (10), <i>S. angustifolium</i> (10)
мочажины (60 %)	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (24), <i>Andromeda polifolia</i> (13), <i>Oxycoccus palustris</i> (10), <i>Equisetum fluviatile</i> (13), <i>Carex rostrata</i> (15), <i>C. limosa</i> (10)	<i>Sphagnum majus</i> (30), <i>S. fallax</i> (20), <i>S. balticum</i> (20), <i>S. jensenii</i> (20), <i>S. riparium</i> (10)
Приамурье, Эворон:		
подушки (71 %)	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (65), <i>Andromeda polifolia</i> (12), <i>Oxycoccus palustris</i> + <i>O. microcarpus</i> (12), <i>Carex rotundata</i> + <i>Calamagrostis neglecta</i> (7)	<i>Sphagnum magellanicum</i> (53), <i>S. lenense</i> (26), <i>S. angustifolium</i> (7), <i>S. fuscum</i> (8)
мочажины (29 %)	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (57), <i>Andromeda polifolia</i> (12), <i>Oxycoccus palustris</i> + <i>O. microcarpus</i> (12), <i>Carex limosa</i> + <i>Calamagrostis neglecta</i> (17)	<i>Sphagnum fallax</i> (67), <i>S. obtusum</i> (24)
Приамурье, Славянка, нарушенное пожарами	<i>Chamaedaphne calyculata</i> (47), <i>Oxycoccus palustris</i> (23), <i>Ledum palustre</i> (6), <i>Andromeda polifolia</i> (4), <i>Calamagrostis neglecta</i> + <i>Carex lasiocarpa</i> (20)	<i>Sphagnum magellanicum</i> (60), <i>S. fallax</i> (30), <i>S. balticum</i> (10)

(26 %), хотя запас фитомассы кустарничков (см. рис. 1) на 13 % больше. Продукция травянистых в Сибири на грядах увеличивается с севера на юг с 11 до 37 % от общей.

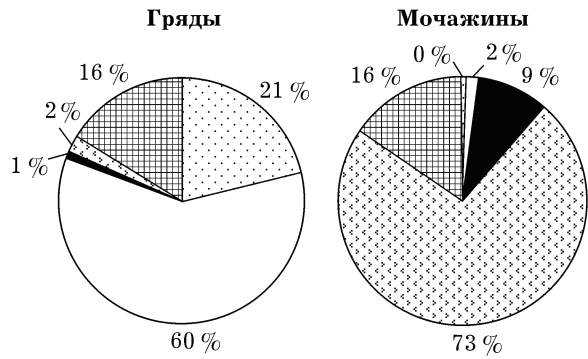
Не везде главные продуценты преобладают в запасах фитомассы. В Карелии на коч-

ках все 4 группы продуцентов имеют почти равное доленое участие: 24–26 %. В фитомассе же, хоть и незначительно, преобладают кустарнички (см. рис. 1). Там же в понижениях основными продуцентами являются травянистые (70 %), они же преобладают в

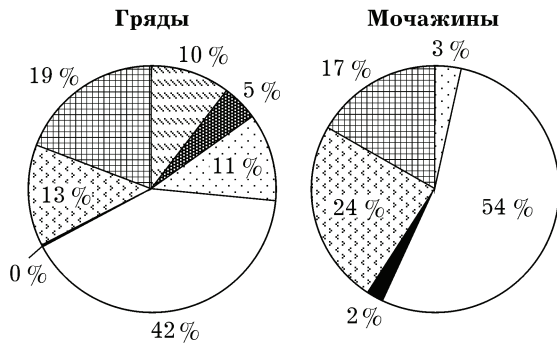
I. Подзона средней тайги, 61° с. ш. 32° в. д.
(по Г. А. Елиной и др., 1984)



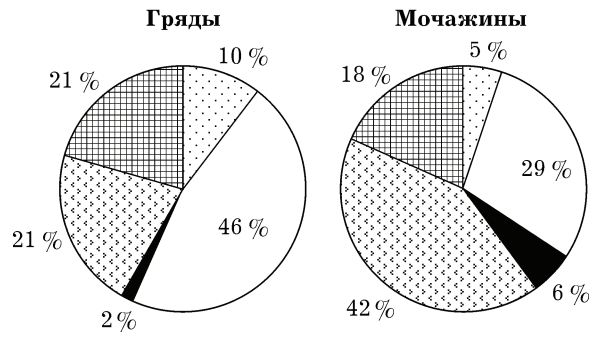
II. Подзона северной тайги, 62° с. ш. 75° в. д.
Сибирские Увалы



II. Подзона средней тайги, 60° с. ш. 76° в. д.
Самогторский болотный массив



II. Подзона южной тайги, 57° с. ш. 78° в. д.
Бакчарский болотный массив



III. Подзона южной тайги, 51° с. ш. 136° в. д.
Эворонский болотный массив

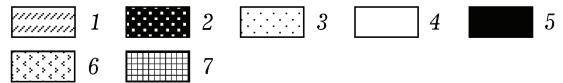
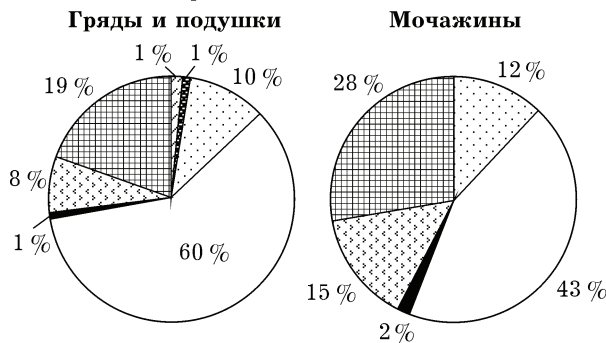


Рис. 1. Структура фитомассы мезотрофных болот таежной зоны Карелии (I), Западной Сибири (II) и Приамурья (III).

1 – древесный ярус, надземная часть; 2 – то же, подземная (корни); 3 – кустарнички, надземная часть; 4 – корни кустарничков; 5 – надземные части травянистых; 6 – корни трав; 7 – живые мхи

фитомассе (56 %). В Сибири и Приамурье на всех болотах главные продуценты на положительных формах микрорельефа – кустарнички, на втором месте – мхи в северной и средней подзонах Сибири (35–33 %) и травянистые в южной подзоне тайги Сибири и Приамурья (37–35 % соответственно). В мочажинах, как и в Карелии, в Сибири и Приамурье главные продуценты – травянистые, но основную долю в фитомассе они формируют не везде: в средней подзоне тайги Сибири они уступают мхам, а в мочажинах Эворона – кустарничкам и мхам во влажные годы.

Наиболее продуктивными являются, конечно, самые южные фитоценозы из всех изучавшихся. Кроме того, величины продукции могут сильно варьировать, в том числе в зависимости от сезонных колебаний УБВ. При анализе соотношений величин запасов фитомассы и продукции по компонентам обращает на себя внимание любопытный факт: для мхов это соотношение примерно одинаково в болотах Карелии, Приамурья и южной тайги Сибири, но в болотах северной и средней тайги Сибири продукция мхов вдвое превышает их запасы на фоне общей структуры фитомассы.

Годичная продукция в надземной/подземной сферах, г/м² в год

Мезотрофные болота	Деревья и кустарники	Кустарнички	Травянистые	Мхи	Итого
Карелия: кочки	176/13	55,4/134	92/123	210,1	803
западины	Нет	16,2/56	118/157	46,8	394
Сибирь, северная тайга: гряды	Не опр.	86/186	13/38	175	498
мочажины	–	3/12	136/435	178	764
Сибирь, средняя тайга: гряды	15/42	52/150	7/104	181	551
мочажины	–	35/230	57/197	350	869
Сибирь, южная тайга: гряды	Не опр.	108/348	36/354	190	1036
мочажины	–	55/144	88/410	210	907
Приамурье, Эворон: подушки	8,5/6,70	87/347	17/290	39–167*	795–923
мочажины	Нет	52/156	24/223	37–450*	492–905
Славянка, 1981 г. (очень влажный)	61/100	107/381	77/119	317	1162
Славянка, 1982 г. (очень сухой)	84/138**	235/1136	151/688	33	2465

П р и м е ч а н и е. * – наблюдения 1978 г. (сухой) – 1979 г. (влажный), ** – результаты 1985 г. [5].

Сравнение ненарушенных гетеротрофных и пирогенно нарушенных мезотрофных болот Приамурья позволяет сделать вывод о неустойчивости структуры фитомассы последних (рис. 2). Ненарушенные гетеротрофные кустарничково-сфагновые болота Эворона (промежуточная стадия между мезо- и олиготрофными) [6] расположены в южно-таежной лесной зоне на очень слабо заселенной территории (51° с. ш.). А нарушенные пожарами мезотрофные болота Славянки расположены несколько южнее (49° с. ш.), в той же подзоне тайги, на территории, где произрастали хвойно-широколиственные леса, к настоящему времени практически все вырубленные, и плотность населения максимальная для российского Дальнего Востока (долина р. Амур). К настоящему времени в наиболее плотно заселенной части Приамурья под влиянием пожаров подавляющая часть гетеротрофных болот трансформировалась в мезотрофные, нарушенные в той или иной степени [7]. В первую очередь это проявляется в виде потери древесного яруса и замене его разрастающимся кустарниковым (ерником), роль которого в фитоценозе каждый раз усиливается после повторных пожаров. И хотя структура фитомассы в них еще сохраняет типичные для болот этого типа черты, но уже неустойчива в резко меняющихся условиях увлажнения, характерных для Приамурья (см. рис. 1, 2). Сам фитоценоз болот-

ного массива после неоднократного прохождения палов представляет из себя мозаику из двух основных микроценозов: травяно-кустарничково-сфагнового (*Chamaedaphne calyculata* + *Ledum palustre* – *Calamagrostis neglecta* + *Carex lasiocarpa* – *Sphagnum magellanicum* + *S. fallax*) и травяно-кустарничкового ерника (*Betula middendorffii* (*ovalifolia*) – *Chamaedaphne calyculata* + *Ledum palustre* – *Calamagrostis neglecta* + *Carex lasiocarpa*). На рис. 2 представлена структура фитомассы первого микроценоза, который на момент исследований занимал 26 % от площади бывшего болотного массива (см. табл. 1), остальное к тому времени было трансформировано в ерник. К 2005 г. в ерник превратилась площадь всего массива, сфагновый покров исчез полностью, а значит, снизились или совсем прекратились процессы торфонакопления.

На диаграммах рис. 2 видно, как меняется структура фитомассы в условиях переувлажнения (летняя сумма атмосферных осадков 198 % от нормы – 1981 г.) и в сухие годы (летняя сумма осадков: половина от нормы в 1980 г. и меньше половины в 1982 г.). В условиях летнего дефицита осадков 1982 г. резко увеличивается фитомасса кустарничков в подземной сфере, возможно, это реакция на переувлажнение прошлого года. Зато фитомасса мхов во влажный год возрастает почти в 2 раза по сравнению с сухими. Однако общеизвестно, что основная депонирующая

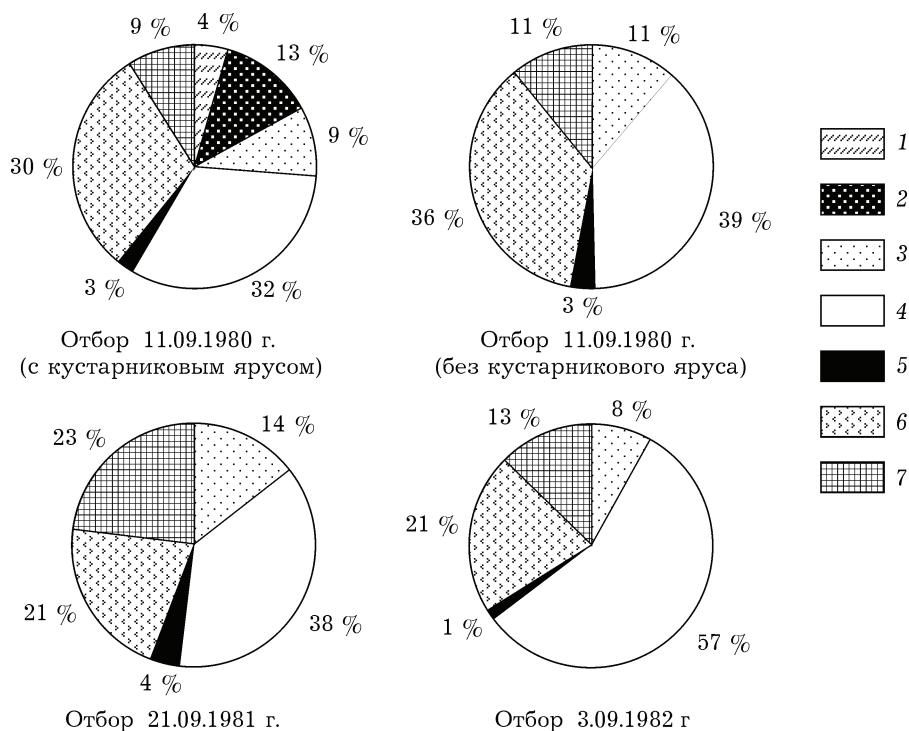


Рис. 2. Соотношение компонентов фитомассы в мезотрофных кустарничково-сфагновых болотах Славянки, нарушенных пожарами.

1 – кустарник, надземные части (береза Миддендорфа); 2 – корни кустарника; 3 – кустарнички, надземная часть; 4 – корни кустарничков; 5 – надземные части травянистых; 6 – корни трав; 7 – сфагновые мхи

роль принадлежит сфагновым мхам. Скорость разложения фитодетрита кустарничков и трав намного больше, чем сфагновых мхов. В экспериментах (Ю. Карелия) продукция всех сосудистых растений на сфагновых болотах минерализуется к концу второго года более чем на 90 %, в то время как у *Sphagnum fuscum* к концу первого года разлагается 20 % первоначального опада, а спустя два года – еще 10 %. У *Sp. balticum* разлагается 15 % за 2 года [8]. В Приамурье скорость разложения торфообразователей изучалась М. И. Прозоровой. Она отмечает: “В засушливые годы, повторяющиеся на Дальнем Востоке несколько раз за десятилетие, отмечаются рекордные показатели разложения: на гетеротрофных сфагновых болотах теряется до 84 % органического вещества от исходной массы сфагновых мхов” [9, с. 119]. То есть депонирующая функция мезотрофных болот в засушливые периоды в Приамурье должна снижаться и за счет увеличения скорости разложения всех компонентов, в том числе сфагновых мхов, и за счет снижения величин продукции сфагновых мхов. В значитель-

ной мере это снижение компенсируется увеличением продукции кустарничково-травяного яруса, но скорость минерализации материала, поставляемого им, значительно выше.

Теоретически наиболее высокой депонирующей способностью должны обладать мезотрофные болота северной и средней подзон тайги в Сибири, где доля сфагновых мхов в продукции более 30 %, а также в Карелии на повышенных формах микрорельефа. Там, правда, доля мхов в продукции немного меньше, чем в Сибири, но в понижениях преобладают осоки – второй по значимости после мхов торфообразователь. К тому же это тоже самые северные болота из изучавшихся, обладающие наиболее низкими скоростями разложения.

Депонирующая способность гетеро- и мезотрофных болот Приамурья самая низкая и сильно меняется по годам из-за пульсирующего характера увлажнения. Результатом этого, а также часто повторяющихся пожаров является маломощность торфяных залежей болот этого типа на Среднеамурской низменности. Этими факторами также объяс-

няется преобладание в составе их растительности психрофильных кустарничков, хотя благодаря им же они являются наиболее продуктивными среди болот этого типа.

ВЫВОДЫ

Таким образом, анализ структуры фитомассы мезотрофных болот трех разных регионов позволяет сделать следующие выводы: в региональном отношении между фитоценозами положительных форм микрорельефа Сибири и Приамурья наблюдается определенное сходство: преобладание в структуре фитомассы психрофильных кустарничков. Особенно это характерно для Приамурья, отличающегося значительно большей экстремальностью факторов среды, чем Карелия, – основным из которых, влияющим на формирование структуры фитомассы, является сезонная динамика уровня болотных вод на мезотрофных болотах. Структура фитомассы мезотрофных болот Карелии, где амплитуды колебаний УБВ сравнительно небольшие, существенно отличается от сибирских и особенно от дальневосточных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елина Г. А., Кузнецов О. Л., Максимов А. И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л., 1984. С. 107–127.
2. Торфяные болота России: к анализу отраслевой информации. М.: Wetlands international ГЕОС, 2001. С. 31–43.
3. Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П., Блейтен В. Продуктивность болот южной тайги Западной Сибири // Вестн. Томского ун-та. 2003. № 7. С. 142–152.
4. Махатков И. Д., Косых Н. П., Романцев С. А. Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее: мат-лы II Междунар. полевого симпозиума. Томск, 2007. С. 112–114.
5. Копотева Т. А. Структура растительного вещества и динамика продукционных процессов болот Приамурья: автореф. канд. дис. 1993. С. 1–16.
6. Прозоров Ю. С. Закономерности развития, классификация и использование болотных фитоценозов. М., 1985. С. 1–195.
7. Копотева Т. А. Палы на болота Приамурья и их роль в формировании окружающей среды: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. “Охрана лесов от пожаров в современных условиях”. Хабаровск, 2002. С. 241–245.
8. Козловская Л. С., Медведева В. М., Пьявченко Н. И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л., 1978. С. 70–122.
9. Прозорова М. И. Процессы разложения фитодетрита и торфа на юге Дальнего Востока. Хабаровск, 1989. С. 110–121.

Comparative Evaluation of the Structure of Phytomass and Productivity of Mesotrophic and Dwarf Shrub-Sphagnum Mires of the Taiga Zone

T. A. KOPOTEVA, N. P. KOSYKH*

*Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS
680000, Khabarovsk, Kim-Yu-Chen str., 65
E-mail: kopoteva@ivep.as.khb.ru, ivep@ivep.as.khb.ru*

**Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry SB RAS
630099, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18*

Structure of phytomass and annual production of the mesotrophic dwarf shrub-sphagnum mires widely distributed in the European and Siberian parts of Russia as well as Far East are compared. Similarity and difference in phytomass structure of the three regions are presented. Authors compared disturbed bogs of Priamurye with undisturbed ones. High productivity of underground phytomass of the vascular plants has been observed on mires of this type generally and in Priamurye in particular.

Key words: phytomass, production, dwarf shrub-sphagnum mires, Kareliya, West Siberia, Priamurye.