

УДК 577.4

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ БАКЧАРСКОГО БОЛОТА НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ПИРОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ (ЮЖНАЯ ТАЙГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

© 2024 г. Н. П. Косых^{а,*}, Н. П. Миронычева-Токарева^а, Н. Г. Корнаторова^а,
Е. К. Вишнякова^а

^аИнститут почвоведения и агрохимии СО РАН, Россия 630090 Новосибирск, просп. Лаврентьева, 8/2

* e-mail: npkosykh@mail.ru

Поступила в редакцию 29.10.2022 г.

После доработки 12.12.2023 г.

Принята к публикации 25.12.2023 г.

Приведены результаты изучения продуктивности растительных сообществ после верхового пожара на осушенном олиготрофном болоте в южной тайге Западной Сибири. Дана количественная оценка биологической продуктивности на участках с разной степенью пирогенной нарушенности. На наиболее нарушенном участке на второй год восстановления запасы травяно-кустарничкового и мохового ярусов составили 1220 г/м², продукция — 324 г/м² в год; на третий год запасы увеличились до 1635 г/м² и продукция до 1038 г/м² в год за счет разрастания голубики, тогда как на контрольном участке при высоких запасах живой фитомассы (2200 г/м²) продукция составила 745 г/м² в год. Произошло изменение в структуре фитомассы, уплотнение залежи на 34% и увеличение мортмассы сосудистых растений в 3 раза. На нарушенном участке живая масса корней концентрировалась в верхнем слое 0–10 см, тогда как на контрольном участке распределялась в слое 10–30 см. Установлено, что корни погибших сосен сохраняют морфологические признаки живых в течение первых двух лет и переходят во фракцию мертвых корней на третий год пирогенной сукцессии. Потери углерода при прогорании верхнего слоя охеса до 20 см составили до 3016 г С/м², из них около 500 г/м² могут быть захоронены в виде прослойки угля в торфе.

Ключевые слова: Бакчарское болото, запасы растительного вещества, фитомасса, мортмасса, чистая первичная продукция, пожары

DOI: 10.31857/S0367059724030032 EDN: BKEARL

Болота участвуют в формировании углеродно-го баланса на планете и являются экосистемами, в которых происходит накопление углерода в виде торфа. Северные болота, занимая 2–3% от общей поверхности земли, хранят около трети почвенного углерода мира [1]. Болота Западной Сибири, распространенные на огромных площадях, являются важными поглотителями углекислого газа атмосферы: в них запасено 112 Гт углерода [2], что составляет пятую часть всего углерода, консервированного в северных торфяниках [3–5]. Пирогенный фактор вносит существенный вклад в трансформацию органического вещества болотных ландшафтов и динамику накопления углерода. Влияние торфяных пожаров выражается в деградации и уничтожении растительности и торфа.

При сжигании биомассы потери углерода из торфа в атмосферу составляют в среднем 3 кгС/м² [6–9], а при подземном пожаре — около 10 кгС/м², что соответствует выбросу в атмосферу 400 т СО₂/га [10]. Важной проблемой является оценка процессов вос-

становления территорий после пожара, которые в литературе освещены недостаточно полно, хотя в последнее время появились детальные исследования воздействия пожаров и характеристики послепожарного формирования растительности [11–14]. Оценка количественных параметров процесса восстановления растительных сообществ после торфяных пожаров является важным разделом научных исследований и играет большую роль в динамике природных экосистем Сибири [15]. Рядом авторов отмечается факт увеличения продукции на постпирогенных болотных сообществах на 7–40% на начальных этапах восстановления. На первом этапе восстановления происходит за счет сосудистых растений, а на втором возрастает доля бриевых и сфагновых мхов [16, 17]. Высокая продукция зеленого мха отмечена после пожара и в заболоченном долгомошном сосняке [18]. Увеличение общей продукции после пожара происходит и при восстановлении растительных сообществ в сфагновых рямах лесостепной зоны Западной Сибири [19].

Цель данной работы — проанализировать влияние пожара на растительные сообщества Бакcharского болота, оценить их биологическую продуктивность на начальных этапах пирогенной сукцессии и сравнить структуру фитомассы и продукции ненарушенных и нарушенных пожаром участков болотного массива в условиях южной тайги Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа проводилась на Бакcharском болотном массиве, в районе пос. Полянника Томской области — на типичном верховом болоте южной тайги Западной Сибири (56.889° с.ш., 82.677° в.д.). В 1980-х годах этот массив подвергся осушению. Сейчас изучаемый участок представляет собой олиготрофное сосново-кустарничково-сфагновое болото (низкий рям), где высота сосен *Pinus sylvestris* не превышает 3 м. В 2016 г. здесь произошел пожар, полностью уничтоживший древесный ярус, превративший его в сухостой и в разной степени повредивший кустарничково-моховой ярус.

Полевые исследования проведены на двух площадках, различающихся по степени нарушенности пожаром, и контрольном участке с неповрежденным растительным покровом. На участке с высокой пирогенной нагрузкой (П) наблюдается значительное выгорание травяно-кустарничкового и полное выгорание мохового ярусов и торфа до 20–30 см на всех формах микрорельефа. На втором частично выгоревшем участке (ЧВ) также поверхность болота выгорела частично (до 40–60%), главным образом в межкочечных понижениях: кочки обгорели частично, что привело к значительной расчлененности микрорельефа. Моховой ковер сохранился на 50% площади. Для контроля (К) выбран сохранившийся среди пожара участок олиготрофного сосново-кустарничково-сфагнового болота с небольшими олиготрофными мочажинами. Наиболее пострадавший от пожара участок прилегает к осушительному каналу, по мере удаления от которого степень пирогенной нарушенности снижается, что типично для болот с осушительной сетью каналов [13]. На всех трех участках выделены площадки размером 10 × 10 м, которые располагаются по профилю длиной 120 м, идущему перпендикулярно к каналу. На площадках сделано геоботаническое описание растительных сообществ, определены проективное покрытие (%) и биологическая продуктивность. Изучение состава и продуктивности растительных сообществ начато в 2018 г. Величина и структура фракций фитомассы на контрольном участке были похожи в течение

2018 и 2019 гг., поэтому в работе приводятся усредненные за два года данные.

Для определения биологической продуктивности надземную фитомассу и мортмассу трав и кустарничков отбирали методом укосов с площадок 50 × 50 см, срезая от поверхности мха или обгорелой части охеса в 3–4-кратной повторности в наиболее типичных участках поверхности. Надземную мортмассу делили на следующие фракции: ветошь *D* (отмершие части сосудистых растений), сухостой (отмершие части побегов кустарничков), подстилка *L* (мертвые части сосудистых растений, упавшие на поверхность) и опад (обгоревшие мертвые побеги кустарничков).

Продуктивность мохового покрова определяли методом, который основан на выделении прироста текущего года мха по морфологическим признакам: по более светлой молодой части стебля, сформировавшейся выше места расположения капитулы прошлого года, головка прошлых лет определяется по сгущению стеблевых листьев и утолщению стебля [20].

Для учета подземной фитомассы трав и кустарничков на каждой учетной площадке в торфяной залежи отбирали монолиты объемом 1 дм³ до глубины 30 см от поверхности мха или обгоревшего охеса [21]. Всего было отобрано 58 монолитов с 3 участков в течение двух вегетационных сезонов. В камеральных условиях растительный материал разбирали по видам и фракциям текущего года и прошлых лет, почвенные монолиты — на фракции подземных органов трав, кустарничков и деревьев, охеса, торфа, опада сосудистых, мертвых корней и мертвых подземных органов. Корни погибших сосен морфологически не отличимы от живых в первые два года после пожара. Впервые нами выделена фракция “корневая подушка”, которая представляла собой переплетенные с остатками мха и торфа мертвые и живые тонкие корни кустарничков с преобладающей массой тонких всасывающих корней, содержание которых оценивали визуально.

Надземную чистую первичную продукцию (ANP) определяли как сумму запасов зеленых фотосинтезирующих листьев и побегов текущего года. Подземная продукция (BNP) на всех участках состоит из фракции подземных органов трав, кустарничков и деревьев, выросших в текущем году [22]. Общую чистую первичную продукцию (NPP) мхов, трав, кустарничков и деревьев определяли как сумму надземной (ANP) и подземной (BNP) продукции.

Все фракции растительного вещества высушивали до постоянного веса при 60°C и взвешивали.

В таблицах и на графиках приведена воздушно-сухая масса, выраженная в г/м². Содержание углерода (С) в растительном веществе рассчитывали с помощью конверсионного коэффициента 0.45–0.50 [23, 24]. Работа проводилась в сентябре 2018 и 2019 гг. Построение графиков и расчет средних арифметических с определением погрешности средней выполнены в программе Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Климатическая характеристика. В 2016 г. средняя температура вегетационного периода характеризовалась наибольшим значением за последние 4 года, а сумма летних осадков оказалась меньше, чем в 2017–2018 гг. [25], что могло послужить причиной распространения пожаров в Западной Сибири. Средняя годовая температура по данным метеостанции Бакчар за изучаемый период превысила среднюю многолетнюю за базовый период 1961–1990 гг. (–0.6°С), а сумма осадков была немного ниже нормы (539 мм), за исключением 2018 г., когда выпали обильные осадки (табл. 1).

Состав растительных сообществ. На участке П около 30% площади составляют повышения из островков с полуживыми высохшими сфагновыми мхами. Среди выгоревшего участка остается негоревшей кочка со *Sphagnum fuscum*, растительный покров которой сохраняет все черты негоревшего участка. В 2018 г. на выгоревших участках площадки П отрастают побеги высотой до 10 см от обгоревших стволиков вересковых кустарничков, проективное покрытие которых составляет около 3%, и представлены миртом *Chamaedaphne calyculata*, багульником *Ledum palustre*, голубикой *Vaccinium uliginosum*. Мелкие кустарнички, типичные для южно-таежных рямов, – подбел и клюква, отсутствуют. Из трав отмечены морошка *Rubus chamaemorus*, пушица *Eriophorum vaginatum*, занявшие около 1% площади. Зеленый мох *Polytrichum strictum* начинает поселяться на открытом торфе и уже на второй год восстановления после пожара занимает до 30% поверхности. В 2019 г. (на третий год восстановления) вересковые кустарнички разрастаются, достигая высоты около

15–20 см, и составляют около 10% общего проективного покрытия (ОПП) участка. Появляются новые проростки голубики и морошки.

На участке ЧВ в 2018 г. повышения составляют до 50% площади с подсохшими сфагновыми мхами и живыми негоревшими кочками со *Sphagnum fuscum* среди выгоревших понижений, на которых уже на второй год восстановления поселяются печеночники и зеленый мох *Polytrichum strictum* (5%). Сохранившийся кустарничковый ярус имеет высоту 20–40 см и проективное покрытие (ПП) 30% на повышенных нетронутых пожаром моховых кочках. Среди кустарничков доминирует мирт *Chamaedaphne calyculata* (ПП 20%), а доля остальных значительно меньше: голубики – 7%, багульника – 2%, подбела и клюквы – 1%. Из трав доминируют морошка с пушицей. В выгоревших понижениях проективное покрытие кустарничков не превышает 10%. Здесь отмечено присутствие наиболее распространенных и устойчивых к пожару кустарничков – мирта болотного (5%), багульника (5%) и голубики. Морошка (1%) и пушица (5%) отрастают от оснований обгоревших кочек. Лишайниковый покров отсутствует. На третий год восстановления разрастаются кочки пушицы от подземных побегов, присутствие зеленых мхов увеличилось с 5% до 15–20%. Среди зеленого мха *Polytrichum strictum* поселяется *Sphagnum angustifolium*. На кочках проективное покрытие мирта и багульника остается прежним, голубика увеличивает свое присутствие. ОПП травяно-кустарничкового яруса возрастает до 70%.

Растительный покров на контрольном участке (К) представлен сосново-кустарничково-сфагновым сообществом с кустарничковым ярусом, занимающим 50% площади. Площадь кочек и понижений относится как 3 : 7. Высота кочек составляет около 30 см. Видовой состав включает 18 видов, из них мхов – 5, лишайников – 4. Разреженный древесный ярус состоит из сосны *Pinus sylvestris* L. *f. litwinowii* высотой 1.5–3.0 м. Среди кустарничков доминируют мирт *Chamaedaphne calyculata* (20%), голубика *Vaccinium uliginosum* (15%), багульник *Le-*

Таблица 1. Климатические характеристики района исследования по данным метеостанции Бакчар

Год	Средняя температура, °С		Сумма осадков, мм	
	годовая	вегетационного периода (апрель–сентябрь)	годовых	вегетационного периода (апрель–сентябрь)
2016	0.6	13.3	441	313
2017	1.1	11.8	492	344
2018	–1.0	10.7	665	485
2019	0.9	11.4	431	283

dum palustre (10%), подбел *Andromeda polifolia* (5%), присутствуют 2 вида клюквы — *Oxycoccus microcarpus* и *O. palustris* (1%). Травы занимают 15% поверхности и представлены пушицей *Eriophorum vaginatum* (10%) и морошкой *Rubus chamaemorus* (5%). Среди сфагновых мхов преобладает *Sphagnum fuscum* (60%), присутствуют *S. balticum* (20%), *S. angustifolium* (10%), встречается *S. magellanicum*. Зеленые мхи (*Polytrichum strictum*, *Pleurozium schreberi*) редки. Около 5% площади занято лишайниками: *Cladonia stellaris*, *C. stygia*, *C. rangiferina*, *C. amaurocrea*.

Надземная фитомасса и мортмасса. Пожар 2016 г. привел к выгоранию растительного покрова и изменению структуры растительного вещества на изучаемом участке Бакчарского болота. Структура надземной фитомассы в 2018 г. различалась на изучаемых площадках: на участке П преобладают кустарнички в отличие от участков ЧВ и К, где преобладают живые мхи (табл. 2). Более того, запас кустарничков на наиболее нарушенном пожаром участке П в 2.5 раза превышает таковой в контроле и возрастает с течением времени, в то время как на менее нарушенном участке снижается. Запас трав минимален на всех участках и возрастает от наиболее нарушенного участка к контролю. Фитомасса мхов на участке с максимальной пирогенной нагрузкой (П) составляет 30% от контроля. Изменяется и видовой состав этой фракции: в контроле это сфагновые мхи, а на поврежденном пожаром участке — зеленые мхи, не играющие эдификаторную роль. Характерно, что в местах, где поселяется *Polytrichum strictum*, в 2–3 раза снижается количество всасывающих корней сосудистых растений. Общий запас живой фитомассы сосудистых растений достаточно высок на обоих пирогенно нарушенных участках, но не

достигает величины, характерной для контроля. Запас мортмассы увеличивается на третий год восстановительной сукцессии на участке П, превысив значение в контроле, а на частично поврежденном участке, напротив, снижается. Отношение фитомассы к мортмассе на участке ЧВ такое же, как в контроле, а на участке П выше контроля.

Структура мортмассы — одна из важных характеристик функционирования экосистемы. На участке П отсутствует фракция ветоши из-за незначительного участия травяной растительности на первых этапах сукцессии (рис. 1). Но фракция подстилки достаточно высока (53 г/м²) и в ней присутствуют обгоревшие и упавшие стволы кустарничков — опад (18 г/м²). Запасы обгоревших многолетних побегов (49 г/м²) увеличиваются на третий год восстановления в связи с дополнительным опадом обугленных ветвей сосен (88 г/м²). На участке ЧВ, напротив, со временем существенно снижается запас обгоревших побегов — с 99 до 50 г/м². В контроле состав надземной мортмассы отличается наличием фракции сухостоя кустарничков (30 г/м²), ветоши/опада (26 г/м²), остается высоким запас подстилки (74 г/м²).

Выгорание очеса приводит к изменению трофности среды и смене доминантов кустарничков, выпадению таких мелких видов, как клюква и подбел. Отрастание на освободившемся пространстве наиболее активно происходит от подземных побегов терминальных видов — багульника, мирта и голубики (рис. 2). Запасы фракций голубики уже на второй год после пожара составляют 48 г/м², в несколько раз превысив запас на ненарушенном участке, а на третий год — 340 г/м², что обусловлено поступлением зольных элементов питания после

Таблица 2. Динамика надземного растительного вещества на сильно выгоревшем (П), частично выгоревшем (ЧВ) и контрольном (К) участках болота, г/м²

Фракция растительного вещества	Запасы фракций фитомассы*				
	П		ЧВ		К
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018–2019 гг.
Листья трав	1 ± 1	1 ± 0.4	5 ± 4	3 ± 2	16 ± 6
Листья кустарничков	31 ± 14	81 ± 69	64 ± 24	29 ± 14	48 ± 9
Побеги кустарничков	138 ± 43	279 ± 242	84 ± 19	44 ± 20	103 ± 21
Живые мхи	70 ± 36**	80 ± 70**	257 ± 223	250 ± 211	333 ± 32
Надземная фитомасса	240 ± 68	441 ± 283	410 ± 252	326 ± 247	500 ± 45
Мортмасса сосудистых растений	70 ± 10	166 ± 80	137 ± 38	60 ± 19	130 ± 15
Отношение фитомассы к мортмассе сосудистых растений	2.4	2.2	1.1	1.3	1.3

* Здесь и в табл. 3–5 данные приведены в виде $M \pm m$, где M — среднее арифметическое значение, m — стандартная ошибка.

** *Polytrichum strictum*.

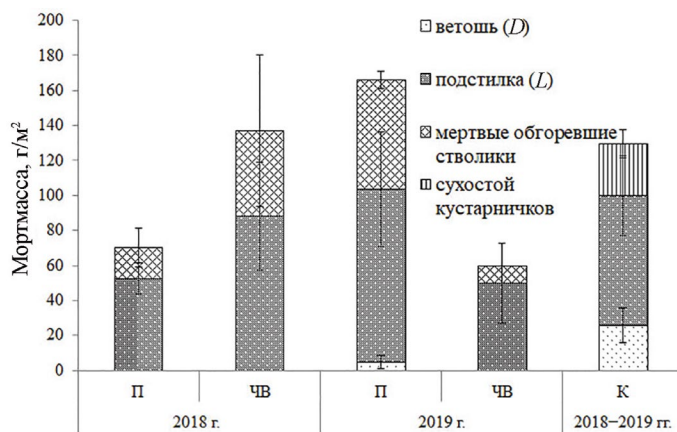


Рис. 1. Структура надземной мортмассы: П — сильно выгоревший участок, ЧВ — частично выгоревший участок, К — контрольный участок. Сухой обгоревший сосновый древостой не включен.

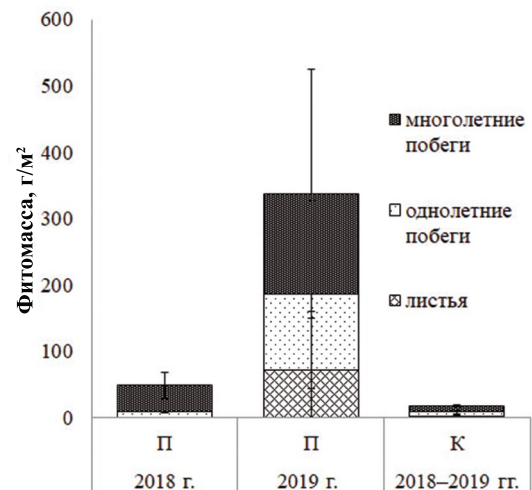


Рис. 2. Структура фитомассы голубики *Vaccinium uliginosum* L. на сильно нарушенном участке (П) и в контроле (К).

пожара и слабой конкуренцией с другими растениями. Если на контрольном участке листья и побеги кустарничков вносят около 150 г/м², из которых третья часть приходится на фотосинтезирующие органы, то на нарушенных пожаром участках эта фракция составляет гораздо меньшую долю — она снижается до 1/5–1/4 от запасов фитомассы кустарничков. Возобновление происходит за счет отрастания побегов кустарничков, находившихся ранее в более глубоких слоях торфа и имеющих спящие почки.

Характеристика мохового покрова. Восстановление мохового покрова в 2018–2019 гг. происходило медленно и осуществлялось через стадию зеленых мхов. На частично выгоревшем участке (ЧВ) запасы сфагновых мхов равны или ниже запасов на контрольном участке. На второй год восстановления участка П на единственной сохранившейся кочке площадью около 0.25 м² численность головок *Sphagnum fuscum* составила 860 шт/дм², а годовой линейный прирост минимален; на участке ЧВ плотность головок уменьшалась по сравнению с кочкой на площадке П до 790 шт/дм², прирост — около 3 мм; на контрольном участке плотность *S. fuscum* — 510–760 шт/дм², линейный прирост не превышает 20 мм. На третий год на участке ЧВ плотность *S. fuscum* была оценена в 1033 шт/дм², прирост около 3–5 мм, а на контрольном участке плотность — 474 шт/дм², прирост — до 13 мм/год. Таким образом, в ряду от наиболее нарушенного участка к контрольному уменьшается плотность мха и увеличивается линейный прирост.

Распределение запасов подземной фитомассы и мортмассы по глубине. Спрессованный верхний

слой на участке П состоит из сильно разложенного сфагнового очеса, обгорелого торфа, в то время как на контрольном участке ниже тонкого (5 см) слоя живых мхов располагается сфагновый слабо разложившийся очес до глубины 30 см и только в межкочье ниже 20 см присутствует торф (рис. 3в, е). Запасы фитомассы в слое 0–10 см на участке П включают живые корни, погребенные стволы кустарничков, а в нижележащих слоях располагаются корни сосны (рис. 3а, г). В контроле в верхнем слое количество мертвых корней незначительно — эта фракция типична для слоя ниже 10 см.

В слое 0–10 см на пирогенном участке П отмечается прослойка углей мощностью 1 см (490 ± 63 г/м²), под ним — “корневая подушка”, на 90% состоящая из мелких всасывающих корней кустарничков (740 ± 410 г/м²). В слое от 2 до 6 см вклад тонких сосущих корней снижается до 60% и составляет около 380 ± 223 г/м²: здесь много мертвых сосущих корней (137 ± 103 г/м²), есть мертвые корни сосны (12 ± 5 г/м²) (рис. 3б). В слое от 6 до 10 см располагаются сфагновый очес и торф, запас которых составляет 2183 ± 950 г/м². В этом слое много мертвых обгоревших погребенных стволиков кустарничков (660 ± 173 г/м²), а на второй год восстановления еще присутствовали структурные неразложившиеся корни сосны, которые мы отнесли к живым по морфологическим признакам, хотя надземная часть была уничтожена пожаром. На третий год эта фракция полностью перешла во фракцию мертвых корней.

В слое 10–20 см на третий год восстановления на участке П торфяная залежь состоит из сфагнового очеса, часто сильно разложенного, с запасом

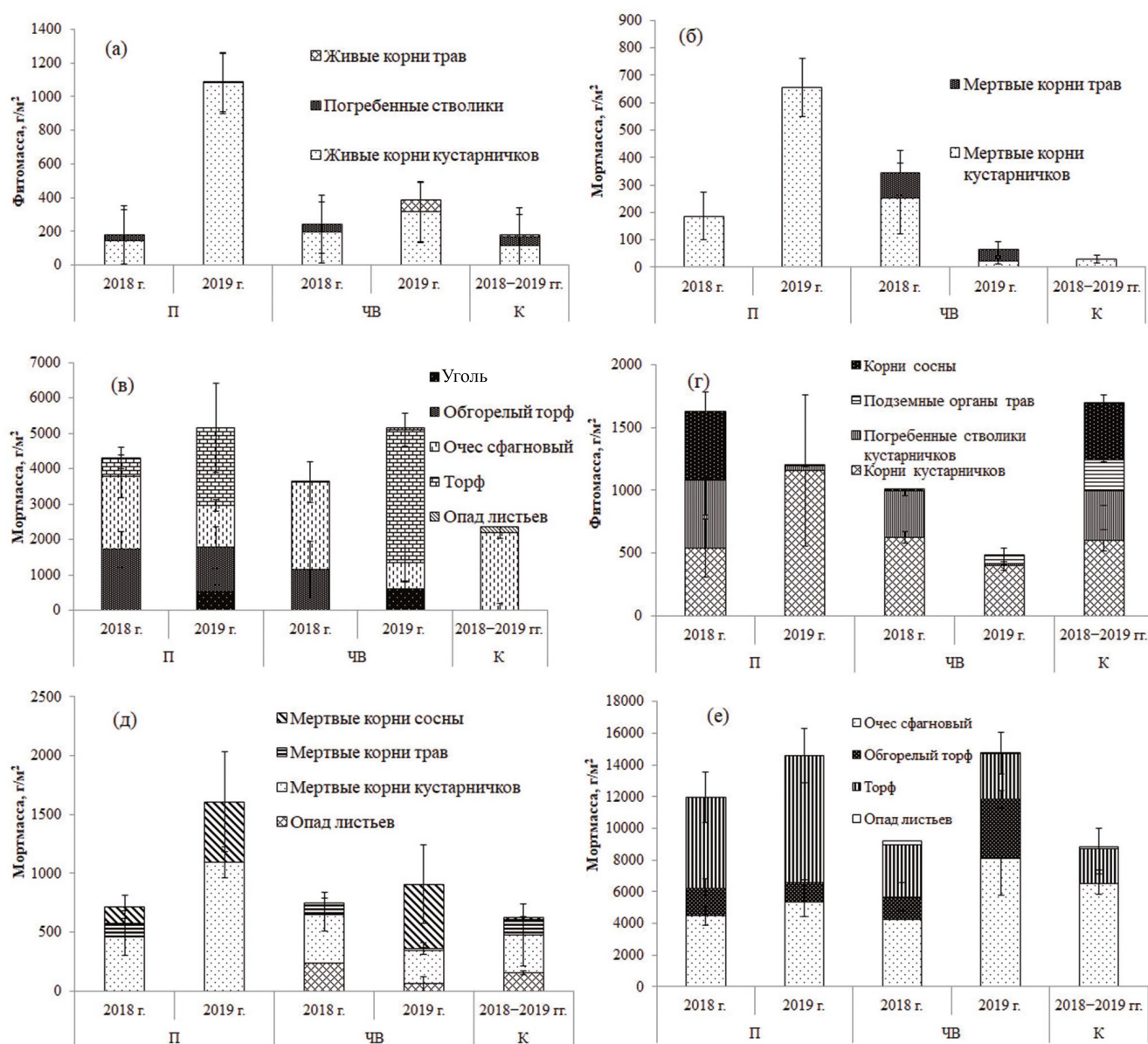


Рис. 3. Структура запасов: а – живых подземных органов в слое 0–10 см; б – мертвых корней в слое 0–10 см; в – мертвого растительного вещества в слое 0–30 см; г – живых подземных органов в слое 0–30 см; д – мертвых корней в слое 0–30 см; е – мертвого растительного вещества в слое 0–30 см.

4141 ± 556 г/м², мертвых корней и погребенных стволиков кустарничков (421 ± 121 г/м²), мертвых корней морошки (41 ± 35 г/м²) и сосны (13 г/м²). Запас живых корней и погребенных стволиков составляет 43 ± 21 и 29 ± 25 г/м² соответственно. На горевшем участке корни кустарничков сосредоточены в слое торфа 10–20 см во второй год восстановления, а на третий год масса корней резко возрастает в верхнем 0–10 см слое торфа, сосредоточившись в верхнем слое 0–2 см и образовав так называемую “корневую подушку” (рис. 4). Подземная фитомасса трав на пироженных участках уменьшается в 3 раза, травы остаются на кочках-о-

стровках на участке П, а на участке ЧВ основная масса корневищ морошки и узлы кущения пушицы оказывается сосредоточенной на глубине 20–30 см.

Слой 20–30 см на участке П еще более плотный и состоит из торфа (5810 ± 525 г/м²). В небольшом количестве присутствуют живые корни кустарничков (32 ± 12 г/м²). Основную массу составляют мертвые погребенные стволики кустарничков (182 ± 69 г/м²) и мертвые корни сосны (460 ± 380 г/м²).

Таким образом, в слое 0–30 см на участке П структура растительного вещества характеризу-

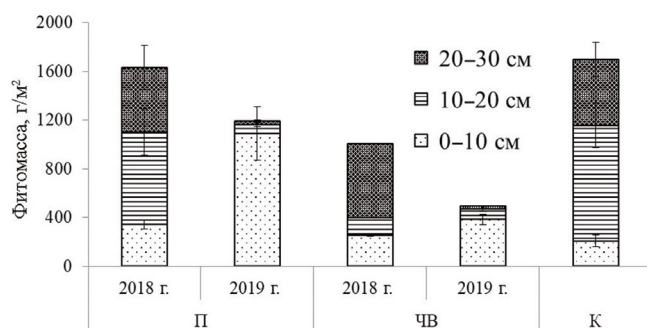


Рис. 4. Распределение подземных органов кустарничков по глубине.

ется преобладанием плотного сфагнового торфа и очеса, который еще более уплотняется на третий год восстановления, большого количества мертвых корней и погребенных стволиков. В то же время происходит резкая активизация роста мелких тонких корней с образованием корневой “подушки”.

Вклад корней сосны в общие запасы подземной фитомассы достигает 30% на участке П. Корни кустарничков и деревьев остаются живыми год спустя после пожара. Корни сосен погибают к третьему году пирогенной сукцессии, запасы мертвых корней на нарушенных участках близки запасом живых в контроле (табл. 3).

Отношение надземной живой фитомассы кустарничков к подземной на горевшем участке П составляет 0.48 на второй год и 0.30 — на третий год восстановления, а на участке ЧВ в несколько раз ниже и приближается к отношению на контрольном участке, где отношение за 2 года составляет 0.15 (табл. 4). В нашем случае близкое отношение на участке ЧВ связано с резким ростом фитомассы кустарничков в условиях

увеличения трофности и отсутствия конкуренции со стороны мохового яруса.

Отношение фитомассы к мортмассе сосудистых растений в корнеобитаемом слое изменяется от 0.7 до 1.6 на нарушенных участках и достигает максимальной величины 3.3 на ненарушенном. Нарастание фитомассы в первые годы восстановления происходит очень быстро и отмирание молодых растений еще не наблюдается, в то же время мортмасса обгоревших и отмерших стволиков кустарничков после пожара сохраняется долго. В условиях ненарушенного участка процессы роста проходят в течение нескольких десятилетий и запасы фитомассы многолетних кустарничков высоки, а процесс отмирания и разрушения в условиях болота идет очень медленно.

Влияние тонких корней кустарничков на рост растений очень важно, поэтому была выделена фракция этих корней (см. табл. 4). Доля тонких корней кустарничков от общих запасов живой фитомассы сосудистых с 15% (второй год восстановления) увеличивается до 70% (третий год) на участке П; на контрольном участке — около 30%, на участке ЧВ — 41–47%.

Чистая первичная продукция. Надземная продукция трав уменьшалась на выгоревшем участке П после пожара в 16 раз и на участке ЧВ в 4 раза по сравнению с контролем (табл. 5). Надземная продукция кустарничков на второй год восстановления сравнялась с таковой в контроле, а на третий год увеличилась в 4 раза. На участке ЧВ продукция (АНП) кустарничков превышает продукцию кустарничков контрольного участка во второй год вос-

Таблица 3. Распределение запасов фитомассы и мортмассы корней сосны выгоревшего (П), частично выгоревшего (ЧВ) и ненарушенного (К) участков болота

Корни сосны	Слой, см	Запас фитомассы и мортмассы корней на участках, г/м ²				
		П		ЧВ		К
		2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018–2019 гг.
Живые	0–10	80 ± 46*	2 ± 1*	12 ± 6*	0	32 ± 15
	10–20	219 ± 109*	0	0	0	361 ± 171
	20–30	321 ± 80*	0	0	0	66 ± 32
	0–30	619 ± 114*	2 ± 1*	12 ± 6*	0	459 ± 60
Мертвые	0–10	0	12 ± 5	0	400 ± 339	3 ± 1
	10–20	55 ± 14	42 ± 35	0	147 ± 98	13 ± 4
	20–30	0	458 ± 380	0	0	0
	0–30	55 ± 14	512 ± 364	0	546 ± 285	16 ± 3

* Корни сосны, морфологически не отличимые от живых.

Таблица 4. Запасы растительного вещества и их отношения на выгоревшем (П), частично выгоревшем (ЧВ) и ненарушенном (К) участках болота, г/м²

Фракции растительного вещества в слое 0–30 см от поверхности	Участки				
	П		ЧВ		К
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018–2019 гг.
Погребенные стволы	161 ± 73	32 ± 21	432 ± 42	19 ± 8	392 ± 110
Корни кустарничков	188 ± 72	1155 ± 1003	623 ± 44	375 ± 32	602 ± 35
Корни трав	13 ± 4	5 ± 3	30 ± 20	72 ± 10	245 ± 21
F всего (надземная+подземная)*	1221 ± 199	1635 ± 229	1507 ± 154	792 ± 81	2197 ± 145
Мортмасса мхов	13632 ± 1765	14571 ± 1514	9128 ± 917	14732 ± 918	9461 ± 575
Мортмасса сосудистых растений	818 ± 76	1938 ± 666	916 ± 304	1113 ± 312	658 ± 162
Растительное вещество, всего	15 726	18 655	11 551	17 182	12 332
F/мортмасса сосудистых растений*	1.5	0.8	1.6	0.7	3.3
F надземной / F подземной кустарничков	0.48	0.30	0.14	0.19	0.15
F подземной / F надземной трав и кустарничков	2	3	7	6	7
Доля тонких корней от общих запасов фитомассы, %	15	71	41	47	27
F надземная/F подземная сосудистых растений	0.47	0.30	0.14	0.16	0.13

Примечание. F – фитомасса, * – без надземных частей сосны.

становления. На третий год продукция снижается и приближается к продукции на участке К. Продукция зеленых мхов не превышает 70–80 г/м² в год на участке П, что в 2 раза ниже продукции на контрольном участке со сфагновыми мхами. На участке ЧВ, где сохраняются сфагновые дерновины, в понижениях отрастают зеленые мхи, продукция мохового покрова повышается до 100 г/м² в год, что всего в 1.5 раза ниже, чем на контрольном участке.

Подземная продукция трав увеличивается от наиболее нарушенного участка к контролю. Подземная продукция кустарничков на пирогенных участках на второй год после пожара была в 2 раза меньше, чем в контроле, а на третий год произошло активное разрастание корней и повышение продукции в 2 раза на участке П и, напротив, снижение на участке ЧВ (см. табл. 5). Основная масса продукции формируется подземными органами кустарничков: на участке П – 56–73%, на участке ЧВ – 38–44%, на контрольном участке – 53%. На участке П подземная продукция кустарничков составляет до 50–60% от их подземной фитомассы.

Время оборота живой фитомассы, которое характеризуется отношением живой фитомассы к чистой первичной продукции (F/NPP), на участке с высокой пирогенной нагрузкой составило око-

ло 4 лет, разрастание кустарничков на третий год восстановления привело к уменьшению времени оборота до 1.6 года (см. табл. 5). На ненарушенном болоте процесс обновления фитомассы более заторможен, чем на участке П, и составил 2–3 года, что характерно для олиготрофных болот.

Потери углерода в результате пожара. По нашим расчетам, на Бакчарском олиготрофном болоте южной тайги Западной Сибири запас фитомассы и мортмассы, сосредоточенных в надземной и подземной биомассах, составляет 6600 г/м² в слое до 20 см (табл. 6). Такое количество растительного вещества образуется в процессе функционирования ненарушенного сообщества на участке К за 15–34 года, в слое до 20 см восстановление растительного вещества происходит за 10–20 лет в зависимости от поступающей фитомассы.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате действия пожара резко изменяются микроклимат, гидрологические и почвенные условия, происходит деградация растительного покрова. Как отмечают исследователи [11, 21], восстановление на болотах идет посредством видов, которые доминировали до пожара. Нами показано, что при восстановлении травяно-кустар-

Таблица 5. Динамика продукции выгоревшего (П), частично выгоревшего (ЧВ) и ненарушенного (К) участков болота в постпирогенный период, г/м² · год

Фракция*	Участки				
	П		ЧВ		К
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018–2019 гг.
ANP трав	1±1	1±0.4	5±4	3±2	16±6
ANP кустарничков	64±26	203±175	80±30	46±21	53±8
ANP мхов	70±57	80±70	105±91	102±23	159±67
BNP трав	8±5	1±1	28±12	18±10	64±16
BNP кустарничков	181±129	753±359	172±93	103±33	393±35
BNP сосны	0	0	0	0	60±22
NPP	324±171	1038±299	390±206	272±81	745±104
ANP/BNP кустарничков	0.35	0.27	0.47	0.45	0.13
BNP/В кустарничков, %	52	63	16	26	40
F/NPP	3.8	1.6	3.9	2.9	3.0
NPP/F, %	27	63	26	34	34
BNP/ANP кустарничков	2.8	3.7	2.2	2.2	7.4
BNPкуст/ NPP	56	73	44	38	53

*F – живая фитомасса, ANP – надземная продукция, BNP – подземная продукция, NPP – чистая первичная продукция без учета ANP деревьев, В – живая фитомасса подземных органов.

Таблица 6. Потери фитомассы/углерода по фракциям и слоям торфяной залежи на участке П

Фракции фитомассы	Фитомасса, г/м ²	Углерод фитомассы, г С/м ²
Мортмасса сосудистых растений	286	131
Надземная фитомассы сосудистых растений	167	77
Живые сфагновые мхи	333	153
Подземные органы кустарничков	777	357
Подземные органы трав	163	75
Корни сосны	405	186
Очес	4427	2036
Растительное вещество в слое до 20 см	6557	3016

ничкового яруса также происходило разрастание терминальных видов, но с изменением доли их участия: голубика опережала рост других видов кустарничков, разрастаясь на освободившемся от мхов пространстве.

Во время пожара в корнеобитаемом слое быстро погибает большая масса подземных органов на участке П, что не компенсируется резким возрастанием прироста в первые годы послепожарной сукцессии. Изменяется соотношение фитомассы к мортмассе сосудистых растений в корнеобитаемом горизонте: на ненарушенном участке оно максимально – 3.3, на участке ЧВ снижается до 1.4, а на сильно нарушенном участке П уменьшается еще в 2 раза и равно 0.7. Как отмечают Т.А. Коптева и В.А. Купцова [11], такое соотношение фитомассы и мортмассы объясняется разными соотношениями темпов продукции и минерализации на болоте, подвергнувшись пожару: при от-

сутствии очеса и живых сфагновых мхов меняются гидрологические условия в деятельном горизонте выгоревшего участка болота.

Запасы корней сосны в рядах в условиях южной тайги изменяются от 400 до 600 г/м² [26–28]. Их вклад в общие запасы подземной фитомассы достигает 30%. Корни кустарничков и деревьев остаются живыми год спустя после пожара. Корни сосен погибают к третьему году пирогенной сукцессии, запасы мертвых корней на нарушенных участках близки к запасам живых в контроле (см. табл. 3).

Отношение надземной фитомассы сосудистых растений к подземной на выгоревшем участке П составляет 0.30–0.47, а на участке ЧВ близко к контрольному участку (см. табл. 4). Отношение надземной фитомассы к подземной у сосудистых растений на кочках болот Канады без антропогенной нагрузки составило 0.56 за счет увеличения надземной фи-

томассы до 1000 г/м^2 [29]. В нашем случае близкое соотношение на сильно нарушенном участке П связано с резким ростом фитомассы кустарничков в условиях увеличения трофности и отсутствия конкуренции со стороны мохового яруса.

Учитывая, что в сложении торфяных залежей олиготрофных болот Западной Сибири значительная роль может принадлежать кустарничкам [30], оценка их запасов очень важна. Доля тонких корней кустарничков от общих запасов живой фитомассы сосудистых увеличивается от 15% (второй год восстановления) до 70% (третий год) на участке П. Доля фитомассы всасывающих корней от общих запасов живой фитомассы на контрольном участке составляет около 30%, на участке ЧВ повышается до 41–47%, а на участке П на третий год восстановления достигает 70%. По литературным данным [22, 32–34], фитомасса подземных органов на болотах варьирует от 40 до 90% от общей живой фитомассы.

Максимальная подземная продукция трав отмечается в наименее нарушенных местах. Подземная продукция кустарничков на пирогенных участках на второй год после пожара в 2 раза ниже, чем в контроле. Подземная продукция кустарничков на ненарушенном участке составляет 40% от запасов живой подземной фитомассы, что сопоставимо с литературными данными для болот с такими же доминантами [18, 35]. На участке ЧВ подземная продукция кустарничков составляет 50–60% от их подземной фитомассы. Отношение надземной продукции травяно-кустарничкового яруса к подземной составляет 0.34 на пирогенных участках и 0.15 – в контроле. Для психрофильных кустарничков на ненарушенных болотных грядах и подушках в южной тайге это отношение составило 0.26–0.31, т.е. ВНР кустарничков достигает 77–80% от их общей первичной продукции [30]. Вся первичная продукция (NPP) на контрольном участке сравнима с оценками, полученными на болотах Бакcharского района с близкой по составу растительностью на рямах и грядах, – от 650 до $1008 \text{ г/м}^2 \cdot \text{год}$ [33].

Несмотря на то, что продукция кустарничково-травяного яруса в период восстановления выше общей продукции в контроле, восстановление болота нельзя считать таким же стоком углерода, как до пожара, поскольку, согласно результатам экспериментальных оценок, деструкция растительных остатков при разложении сосудистых растений значительно превышает деструкцию сфагновых мхов [36]. Поэтому в условиях южной тайги Западной Сибири не наблюдается восстановление

растительного покрова, и даже после 20 лет после пожара запасы растительного вещества не достигают исходного состояния [37].

Величина потерь при выгорании очеса оценена нами в 4427 г/м^2 , или 2036 г С/м^2 без учета мозаичности прогорания осушенного болота. С учетом фитомассы сосудистых растений потери приближаются к 6600 г/м^2 . Это намного больше оценки в 16–18 т/га, определенной Т.А. Копотевой и В.А. Купцовой для неосушенного мезотрофного болота Среднеамурской низменности с учетом мозаичности прогорания поверхности [11]. Большая разница в величине потерь обусловлена тем, что мезотрофное болото не подвергалось осушению и уровень болотной воды был выше, что препятствовало выгоранию более глубоких слоев. Данное исследование проведено на осушенном олиготрофном болоте после торфяного пожара, где уровень болотной воды гораздо ниже, и прогорание происходит в более плотных слоях торфяной залежи. Возможно, к более низкой величине потерь углерода приводит учет мозаичности прогорания болотного массива [17, 38]. Полученные потери на Бакcharском олиготрофном болоте близки к оценке потерь углерода от пожаров на болотах западной Канады и европейской части России [6, 9, 39, 40].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов исследования влияния пожара на биологическую продуктивность растительных сообществ на начальном этапе восстановления осушенного болота в условиях южной тайги Западной Сибири показал, что на месте уничтоженных пожаром фитоценозов на болоте появляются растительные сообщества, которые могут функционировать как с низкой продуктивностью, когда чистая первичная продукция растительных сообществ ниже, чем на контрольном участке, как это было на второй год сукцессии, так и с высокой продуктивностью, как это произошло на третьем году сукцессии, когда чистая первичная продукция экосистемы была в 1.5 раза выше за счет разрастания всасывающих мелких корней вересковых кустарничков, чем продукция сообщества на контрольном участке.

Наблюдение за восстановлением надземной фитомассы на начальных стадиях пирогенной сукцессии показало, что структура живой фитомассы на нарушенных участках меняется: полностью или частично исчезают эдификаторы олиготрофных болот – сфагновые мхи, разрастаются крупные кустарнички, выпадают мелкие кустарнички, сни-

жается доля трав. В подземной сфере происходят вспышка роста мелких всасывающих корней кустарничков под слоем угля, изменение в структуре фитомассы, увеличение плотности растительной массы торфяной залежи на 34% и увеличение морт-массы сосудистых растений в 3 раза.

Чистая первичная продукция сообщества, наиболее нарушенного пожаром, на третий год превысила NPP контрольного сообщества за счет разрастания корней кустарничков в верхнем слое. Если в ненарушенном сообществе NPP составляло 34% от живой фитомассы, то на второй год восстановления после пожара на участках с разной степенью нарушенности – 26–27%, а на третий – 60% на сильнонарушенном и 34% на средненарушенном участках. На послепожарных участках болота NPP изменяется от 270 до 1040 г/м² в год. Вопреки ожиданиям, восстановление наиболее нарушенного пожаром участка с большой площадью открытого торфа происходило с минимальным участием трав, но за счет активного роста голубики, что привело здесь к максимальным запасам растительного вещества и продукции среди всех ключевых участков.

Потери углерода на верховом сосново-кустарничково-сфагновом болоте при выгорании верхнего 0–20 см слоя составили более 3016 г С/м². К концу третьего года пирогенной сукцессии фитоценоз компенсирует потери углерода всего на 15%, в основном за счет усиленного роста растений кустарничково-травяного яруса, что обусловлено увеличением трофности биотопа и отсутствием конкуренции со стороны мохового яруса.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена по государственному заданию Института почвоведения и агрохимии (ИПА) СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (проект № 121031700309-1).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ НОРМ

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов. Все авторы участвовали в обработке данных, в обсуждении и в написании статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Gorham E.* Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming // *Ecol. Appl.* 1991. V. 1. P. 182–195. <https://doi.org/10.2307/1941811>
2. *Новиков С.М., Усова Л.И.* Новые данные о площади болот и запасах торфа на территории России // *Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене*. Петрозаводск: Изд-во Карел. науч. центра РАН, 2000. С. 49–52.
3. *Yu Z.C.* Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review // *Biogeoscience*. 2012. V. 9. P. 4071–4085. <https://doi.org/10.5194/bg-9-4071-2012>
4. *Loisel J., van Bellen S., Pelletier L. et al.* Insights and issues with estimating northern peatland carbon stocks and fluxes since the Last Glacial Maximum // *Earth-Science Rev.* 2017. V. 165. P. 59–80. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.12.001>
5. *Turunen J., Tahvanainen T., Tolonen K.* Carbon accumulation in west Siberian mires, Russian // *Global Biogeochem. Cycles*. 2001. V. 15. P. 285–296.
6. *Turetsky M.R., Benscoter B., Page S. et al.* Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss // *Nature Geoscience*. 2015. V. 8 (1). P. 11–14. <https://doi.org/10.1038/NCEO2325>
7. *Zoltai S.C., Morrissey L.A., Livingston G.P., de Groot W.J.* Effects of fires on carbon cycling in North American boreal peatlands // *Environ. Rev.* 1998. V. 6. P. 13–24.
8. *Vitt D.H., Halsey L.A., Bauer I.E., Campbell C.* Spatial and temporal trends in carbon storage of peatlands of continental western Canada through the Holocene // *Can. Earth Sci.* 2000. V. 37. P. 683–693.
9. *Сирин А.А., Макаров Д.А., Гуммерт и др.* Глубина прогорания торфа и потери углерода при лесном подземном пожаре // *Лесоведение*. 2019. № 5. С. 410–422.
10. *Глухова Т.В., Сирин А.А.* Потери почвенного углерода при пожаре на осушенном лесном верховом болоте // *Почвоведение*. 2018. № 5. С. 580–588.
11. *Конотева Т.А., Купцова В.А.* Влияние пожаров на функционирование фитоценозов торфяных болот Среднеамурской низменности // *Экология*. 2016. № 1. С. 14–21.
12. *Иванова Г.А., Жила С.В., Иванов В.А. и др.* Пост-пирогенная трансформация основных компонентов сосняков средней тайги // *Сибирский лесной журн.* 2018. № 3. С. 30–41.
13. *Sinyutkina A.A., Gashkova L.P., Koronatova N.G. et al.* Post-fire ecological consequences within the drained site of the Great Vasyugan Mire: retrospective water-thermal regime and pyrogenic disturbance estimation // *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2020. V. 408. Art. 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/408/1/012037>
14. *Конотева Т.А., Купцова В.А.* Влияние пожаров на

- динамику фитомассы и первичной продукции мезотрофного кустарничково-сфагнового болота в Приамурье // Журнал общ. биол. 2016. Т. 77. № 5. С. 397–405.
15. *Вомперский С.Э., Вомперская М.И., Валяева М.А., Зазнобин М.Ю.* Короткопериодические колебания оторфованности заболоченных лесов // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования: Мат-лы Междунар. конф. М.: ГЕОС, 1999. С. 42–45.
 16. *Ковалева И.М.* Динамика фитомассы живого напочвенного покрова сосняков Нижнего Приангарья // Растительные ресурсы. 2015. Т. 51. Вып. 2. С. 145–153.
 17. *Буренина Т.А.* Изменение запасов надземной фитомассы и эмиссии углерода при пожарах на лесоболотных комплексах о. Сахалин // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2006. № 2. С. 75–85.
 18. *Конотева Т.А., Купцова В.А.* Пирогенный фактор на маревых болотах Приамурья // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2011. № 2. С. 14–21.
 19. *Косых Н.П.* Пирогенная сукцессия на болотах лесостепной зоны: Мат-лы VI Международного симпозиума «Степи Северной Евразии». Оренбург, 2012. С. 408–411.
 20. *Мульдияров Е.Я., Лапишина Е.Д.* Датировка верхних слоев торфяной залежи, используемой для изучения космических аэрозолей // Метеоритные и метеорные исследования. Новосибирск: Наука, 1983. С. 75–84.
 21. *Титлянова А.А., Афанасьев Н.Н., Наумова Н.Б.* и др. Сукцессии и биологический круговорот / Отв. ред. Курачев В.М. Новосибирск: Наука, 1991. 157 с.
 22. *Kosykh N.P., Koronatova N.G., Naumova N.B., Titlyanova A.A.* Above- and below-ground phytomass and net primary production in boreal mire ecosystems of Western Siberia // Wetlands Ecology and Management. 2008. V. 16. P. 139–153.
 23. Углерод в экосистемах лесов и болот России / Под ред. Алексеева В.А., Бердси Р.А. Красноярск, 1994. 170 с.
 24. *Титлянова А.А., Кудряшова С.Я., Косых Н.П., Шибарева С.В.* Биологический круговорот углерода и его изменение под влиянием деятельности человека на территории Южной Сибири // Почвоведение. 2005. № 10. С. 1240–1250.
 25. Global Surface Summary of Day Data: банк гидрометеорологических данных. URL: <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/gsod>
 26. *Базилевич Н.И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.
 27. *Brakke F.* Root biomass changes after drainage and fertilization of a low-shrub pine bog // Plant and Soil. 1992. № 143. P. 33–43.
 28. *Конотева Т.А., Косых Н.П.* Сравнительная оценка структуры фитомассы и продуктивности мезотрофных кустарничково-сфагновых болот зоны тайги // Сибирский экологич. журн. 2011. № 2. С. 307–310.
 29. *Murphy M.T., McKinley A., Moore T.R.* Variation in above- and below-ground vascular plant biomass and water table on a temperate ombrotrophic peatland // Botany. 2009. V. 87. P. 845–853.
 30. *Лусс О.Л., Абрамова Л.И., Авертов Н.А.* и др. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. Тула: Гриф и К°, 2001. 584 с.
 31. *Aerts R., Boot K.G.A., van der Aart P.J.M.* The relation between aboveground and belowground biomass allocation patterns and competitive ability // Oecologia. 1991. V. 87. P. 551–559.
 32. *Titlyanova A.A., Romanova I.P., Kosykh N.P., Mironycheva-Tokareva N.P.* Pattern and process in above-ground and below-ground components of grassland ecosystems // J. of Veg. Sci. 1999. V. 10. № 3. P. 307–320.
 33. *Moore T.R., Bubier J.L., Frolking S.E.* Plant biomass and production and CO₂ exchange in an ombrotrophic bog // J. Ecol. 2002. V. 90. P. 25–36.
 34. *Косых Н.П., Махатков И.Д.* Структура растительного вещества в лесоболотных экосистемах средней тайги Западной Сибири // Вестник ТГПУ. Сер.: Биологические науки. 2008. Вып. 4 (78). С. 77–80.
 35. *Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Блейтен В.* Продуктивность болот южной тайги Западной Сибири // Вестник Томского ун-та. 2003. № 7. С. 142–152.
 36. *Вишнякова Е.К., Миронычева-Токарева Н.П., Косых Н.П., Вишнякова Е.К.* Продукционно-деструкционные процессы в болотных экосистемах Васюганья // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2013. Т. 4. № 1. С. 1–9.
 37. *Михайлова Е.В., Миронычева-Токарева Н.П.* Послепожарная сукцессия в лесоболотных комплексах // Интерэкспо ГЕО-Сибирь: Международная научная конференция «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». Новосибирск: СГУГиТ, 2019. Т. 4. № 2. С. 98–106.
 38. *Софронов М.А., Волокитина А.В.* Методика оценки баланса углерода по динамике биомассы в пирогенных сукцессиях // Лесоведение. 1998. № 3. С. 36–42.
 39. *Turetsky M.R., Amiro B.D., Bosch E., Bhatti J.S.* Historical burn area in western Canadian peatlands and its relationship to fire weather indices // Global Biogeochem. Cycles. 2004. V. 18. № 4. P. 1–9.
 40. *Kuhry P.* The role of fire in the development of Sphagnum-dominated peatlands in western boreal Canada // J. Ecol. 1994. V. 82. P. 899–910.

PRODUCTIVITY OF THE BAKCHAR BOG PLANT COMMUNITIES IN THE INITIAL STAGES OF PYROGENIC SUCCESSION (SOUTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA)

N. P. Kosykh^{1,*}, N. P. Mironycheva-Tokareva¹, N. G. Koronatova¹ and E. K. Vishnyakova¹

¹ *Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630090 Russia*

**e-mail: npkosykh@mail.ru*

Abstract— The results of a study on the productivity of plant communities after a crown fire in a drained oligotrophic bog in the southern taiga of Western Siberia are presented. A quantitative assessment of biological productivity in areas with varying degrees of pyrogenic disturbance is given. The reserves of the grass-shrub and moss layers in the most disturbed area in the second year of restoration amounted to 1220 g/m², production was 324 g/m² per year; in the third year, reserves increased to 1635 g/m² and production increased to 1038 g/m² per year due to the growth of blueberries, while the production in the control site with high reserves of living phytomass (2200 g/m²) amounted to 745 g/m² per year. There was a change in the structure of the phytomass, compaction of the deposit by 34%, and an increase in the mortmass of vascular plants by three times. The living mass of roots in the disturbed area concentrated in the upper layer of 0–10 cm, while it was distributed in the control area in the layer of 10–30 cm. It was found that the roots of dead pines retain the morphological characteristics of living ones during the first two years and pass into the fraction of dead roots on the third year of pyrogenic succession. Carbon losses during burning of the top layer of tow up to 20 cm amounted to 3016 g C/m², 500 g/m² of which can be buried as a layer of coal in peat.

Keywords: Bakchar bog, reserves of plant matter, phytomass, mortmass, net primary production, fires