

УДК 630*114.351+630*182.47/48

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ПОДСТИЛКИ И БИОМАССЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭВЕНКИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЛЬЕФА

О. В. Сергеева, Л. В. Мухортова, Л. В. Кривобоков

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/2

E-mail: sergeeva.okv@gmail.com, l.mukhortova@gmail.com, leo_kr@mail.ru

Поступила в редакцию 12.11.2019 г.

Живой напочвенный покров и подстилка играют важную роль в лесных экосистемах, особенно в северных бореальных лесах, где растительность подчиненных ярусов по количеству фитомассы и ее ежегодному обороту сопоставима с древостоем. Однако количественные оценки биомассы живого напочвенного покрова и запасов подстилки для различных типов лесных биогеоценозов криолитозоны Средней Сибири отсутствуют. Исследования проведены на территории Центральной Эвенкии, для которой характерен хорошо развитый низко- и среднегорный рельеф, обуславливающий разнообразие микроклиматических условий и, как следствие, отличия в динамике накопления фитомассы и деструкции растительных остатков между разными формами рельефа. Запасы подстилки и биомасса живого напочвенного покрова определены для насаждений, произрастающих в низине, на склонах контрастной экспозиции и на вершине сопки. Изучаемые экосистемы не подвергались воздействию пожаров последние 50 лет, основной лесобразующей породой всех лесных фитоценозов, за исключением вершин сопки, является лиственница Гмелина *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. Установлено, что самые высокие показатели биомассы живого напочвенного покрова и запасов подстилки характерны для насаждений, произрастающих в пониженных элементах рельефа и на склонах северной экспозиции. Такое распределение запасов обусловлено гидротермическим режимом: мерзлота здесь залегает ближе к поверхности, а почвы отличаются значительным постоянным увлажнением. Данные факторы создают благоприятные условия для роста мохово-лишайникового покрова, но замедляют скорость разложения растительных остатков, приводя к накоплению запасов лесной подстилки. Основной вклад в величину биомассы живого напочвенного покрова в изучаемых экосистемах вносят мхи и кустарнички. Фракционный состав подстилки преимущественно представлен ферментированными растительными остатками.

Ключевые слова: лесная подстилка, растения напочвенного покрова, фитомасса, Средняя Сибирь.

DOI: 10.15372/SJFS20200104

ВВЕДЕНИЕ

Живой напочвенный покров и подстилка являются чрезвычайно важными компонентами лесных экосистем (Карпачевский, 1981; Базилевич и др., 1986; Богатырев, 1996; Bogatyrev, 1996; Sayer, 2006; Титлянова, Шибарева, 2012; Смирнова и др., 2013). Растения, произрастающие под пологом леса, активно участвуют в продукционном процессе: ассимилируя углекислый газ атмосферы, они создают свою биомассу и на время жизни выводят из оборота углерод. Кроме того, живой напочвенный покров (кустарнички

и полукустарнички, травы, мхи и лишайники) представляет собой запас горючих материалов и является хорошим проводником горения (Софронов и др., 2008; Turetsky et al., 2010). Отмирая, биомасса растительности подчиненных ярусов переходит в состав подстилки, служащей связующим звеном между над- и подземным ярусами биогеоценоза, источником элементов минерального питания растений (Prescott, 2005; Zhang et al., 2017), а также участвующей в процессах гумусообразования (Ponge et al., 2002), в значительной степени определяющей гидротермические и химические свойства корнеобитаемого

слоя (Богатырев, 1996, 2004; Bogatyrev, 1996; Титлянова, Шибарева, 2012; Turetsky et al., 2012; Богданов, Прокушкин, 2015; Porada et al., 2016).

Особенно значима роль живого напочвенного покрова и подстилки в бореальных лесах, в том числе в лесах криолитозоны Средней Сибири, где фитомасса растительности подчиненных ярусов и ее ежегодный оборот сопоставимы с таковыми древостоя (Родин, Базилевич, 1965; Nilsson, Wardle, 2005; Прокушкин и др., 2014; Prokushkin et al., 2014). Как следствие, значительная часть мортмассы поступает в почву с опадом и отпадом растительности подчиненных ярусов (Hilli et al., 2010). Однако количественные оценки биомассы живого напочвенного покрова и запасов подстилки для различных типов лесных биогеоценозов криолитозоны Средней Сибири отсутствуют.

Хорошо развитый низко- и среднегорный рельеф Среднесибирского плоскогорья на территории Центральной Эвенкии обуславливает неравномерное распределение солнечной радиации и осадков и, как следствие, разнообразие микроклиматических условий. Это определяет разную интенсивность процессов накопления фитомассы и деструкции растительных остатков в разных элементах рельефа (Прокушкин и др., 2014; Prokushkin et al., 2014).

Цель исследований – установить характер распределения запасов подстилки и биомассы живого напочвенного покрова в лесных биогеоценозах криолитозоны Центральной Эвенкии в зависимости от рельефа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в подзоне северной тайги на территории Эвенкийского муниципального района Красноярского края, в районе пос. Тура (бассейн р. Нижняя Тунгуска, 64° с. ш., 100° в. д.). Район исследований относится к области сплошного распространения многолетней мерзлоты.

Среднегодовая температура, согласно данным метеорологической станции Тура, составляет –9.2 °С, сумма температур периода с температурами выше 10 °С – около 1150 °С. Среднегодовая сумма осадков равна 300–350 мм. Продолжительность вегетационного периода – 70–80 дней (Средняя Сибирь, 1964).

В связи с выраженным макро- и мезорельефом исследуемой территории пробные площади (ПП) закладывали в разных элементах рельефа: в долине реки, нижней, средней и верхней ча-

стях склонов северной и южной экспозиции и на вершине сопки. Общее количество ПП – 9, из них в пониженных элементах рельефа (низина) – 2, на склонах северной и южной экспозиции – по 3, на вершине сопки – 1 (см. таблицу).

Запасы живого напочвенного покрова (ЖНП) и подстилки определяли в спелых и приспевающих насаждениях возрастом не менее 70–120 лет, которые последние 50 лет не подвергались воздействию пожаров. Лиственница Гмелина *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. – основная лесообразующая порода всех лесных фитоценозов региона исследований, лишь на вершинах сопки в древостое доминирует береза извилистая *Betula tortuosa* Ledeb.

По составу видов ЖНП исследованных фитоценозов в разных формах рельефа отличался составом доминантов. На вершинах сопки доминировали голубика *Vaccinium uliginosum* L. и кустистые лишайники родов *Cladonia* P. Browne и *Cetraria* Ach. В низинах преобладали высокие кустарнички – багульник болотный *Ledum palustre* L. и хамедафне прицветничковая *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench., под ними сплошным ковром располагались плевроциум Шребера *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и сфагновые мхи (виды рода *Sphagnum* L.). На северных склонах повсеместно доминировали багульник, плевроциум Шребера и гилокомиум блестящий *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., но в верхних частях склонов обильной становилась брусника *Vaccinium vitis-idaea* L., а в нижних – осока шаровидная *Carex globularis* L. На южных склонах везде преобладала брусника, лишь в нижних частях склонов с ней содоминировал багульник. Также в нижних частях склонов всех экспозиций большое участие в сложении ЖНП принимает гигрофильный мох аулакомниум болотный *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwagr. Названия сосудистых растений и мхов приведены по работам (Черепанов, 1995; Ignatov et al., 2006).

На ПП размером 25 × 25 м производили отбор образцов подстилки и живого напочвенного покрова в 5–10-кратной повторности с помощью металлического шаблона диаметром 20 см. Внутри учетной площадки срезали кустарнички, травянистые растения, живую часть мхов и лишайники. Подстилку отбирали на всю глубину, до минерального почвенного горизонта.

В камеральных условиях образцы живого напочвенного покрова и подстилки выдерживали при комнатной температуре до воздушно-су-

Характеристика ПП на различных элементах рельефа

Положение в рельефе		Тип фитоценоза	Возраст деревьев, лет	Сомкнутость крон, %	Тип почвы	Мощность активного слоя почвы, см
Низина (долина реки) 141–157 м*		Лиственничник багульниково-хамедафно-сфагновый	40–100	30	Криозем типичный и грубогумусированный	14–25 (М**)
Часть северного склона	нижняя 209 м	Лиственничник кустарничково-осоково-зеленомошно-лишайниковый	40–80	20	Криозем грубогумусированный	49 (М)
	средняя 379 м	Лиственничник багульниково-зеленомошный	50–100	30	Подбур грубогумусированный	26 (М)
	верхняя 503 м	Лиственничник с березой багульниково-бруснично-зеленомошный	40–70 (лиственница), 30–60 (береза)	45	Тот же	50 (К**)
Вершина сопки 612 м		Березняк голубично-зеленомошно-лишайниковый	30–70 (береза), 60–120 (лиственница)	30	Подбур оподзоленный	55–60 (К)
Часть южного склона	нижняя 221 м	Лиственничник бруснично-багульниково-зеленомошно-лишайниковый	30–80	40	Подбур иллювиально-железистый	64 (К)
	средняя 339 м	Лиственничник багульниково-зеленомошный	50–150	35	Подбур иллювиально-гумусовый	60 (К)
	верхняя 493 м	Лиственнично-березовый душекиевый кустарничково-зеленомошный лес	30–150 (лиственница), 40–80 (береза)	50	Тот же	58–60 (М)

Примечание. * Высота указана над уровнем моря; ** активный слой почвы подстилается: М – мерзлотой, К – камнями.

хого состояния. Затем образцы ЖНП распределяли по четырем биоморфам: кустарнички, мхи, лишайники, травянистые растения (без подразделения на виды). Живую часть мхов и лишайников отделяли от мертвой. Критерием выделения мертвой части мхов служила бурая окраска, свидетельствующая об отсутствии хлорофилла (Полевая геоботаника, 1960; Bond-Lamberty, Gower, 2007). Для лишайников отмирание слоевища диагностировали по наличию признаков мацерации тканей (Norum, Miller, 1984). Образцы подстилки с помощью набора сит, диаметр ячеек которых составлял от 10 до 1 мм, подразделяли на следующие фракции: 1) AOL – морфологически хорошо сохранившиеся, слабо затронутые разложением остатки опада (хвоя, листья, шишки, ветви, кора и др.); 2) AOF – растительные остатки разной степени разложения, задержавшиеся на сите с диаметром ячеек 1 мм после

отбора корней и компонентов AOL; 3) AOH – растительные остатки, не сохранившие анатомического строения и прошедшие через сито с диаметром ячеек 1 мм; 4) мертвые корни, которые делили на травянистые, кустарничковые и древесные (Титлянова, Шибарева, 2012). Живые корни трав и кустарничков, отобранные из подстилки, суммировали с надземной биомассой соответствующих биоморф живого напочвенного покрова.

Воздушно-сухие пробы высушивали при температуре 60 °C в течение 24 ч и взвешивали с последующим пересчетом на площадь. В дальнейшем все показатели приведены в абсолютно сухой массе (а. с. м.).

Достоверность отличий оценивали с помощью двухвыборочного t-теста с различными дисперсиями, входящего в «Пакет анализа» MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ распределения биомассы живого напочвенного покрова между ПП показал, что его запасы зависят как от положения ПП в рельефе, так и от типа сообщества. Так, в пониженных элементах рельефа и на склоне северной экспозиции общие запасы биомассы живого напочвенного покрова (над- и подземная части в сумме) наибольшие – (991.6 ± 71.1) и (1050.0 ± 72.8) г/м² соответственно (рис. 1).

Наименьшие значения данного показателя ((678.8 ± 65.2) г/м²) наблюдаются на вершине, где вместо характерных для данного региона лиственничников произрастают березняки голубично-зеленомошно-лишайниковые. Запасы ЖНП на южном склоне ((822.2 ± 75.7) г/м²) занимают промежуточное положение – они выше, чем на вершине, но достоверно ниже ($p < 0.05$), чем на склоне северной экспозиции.

Наши результаты согласуются с данными, приведенными в статье В. В. Богданова и С. Г. Прокушкина (2015): запасы живого напочвенного покрова для склонов северной экспозиции варьируют (в зависимости от рельефа, микрорельефа и давности пожара) в пределах 807.4–1884.9 г/м², для склонов южной экспозиции – 747.2–1504.9 г/м². Вероятной причиной такого распределения запасов ЖНП в рельефе авторы считают большую увлажненность склонов северной экспозиции в течение всего вегетационного периода, что создает более оптималь-

ные условия для роста мохово-лишайникового покрова. В то же время предполагается, что для склонов южной экспозиции меньшая скорость прироста мхов компенсируется большей плотностью мохового покрова.

Соотношение над- и подземной биомассы живого напочвенного покрова не демонстрирует достоверных различий между склонами (рис. 2).

В низине доля надземной биомассы – $(87.4 \pm 3.1)\%$ – достоверно выше ($p < 0.05$), чем на вершине ($(68.7 \pm 3.4)\%$) и на склоне южной экспозиции ($(77.1 \pm 3.5)\%$).

В пределах склонов наиболее благоприятные условия для произрастания живого напочвенного покрова создаются, вероятно, в средней их части: более высокие запасы биомассы ЖНП здесь отмечены для склонов как северной, так и южной экспозиции (рис. 3). Разница в запасах живого напочвенного покрова между средней и верхними частями склона южной экспозиции является достоверной ($p < 0.05$).

Основной вклад в общие запасы живого напочвенного покрова на всех формах рельефа вносят мхи и кустарнички (рис. 4). На долю мхов приходится от $(39.0 \pm 4.9)\%$ (склон южной экспозиции) до $(59.1 \pm 5.2)\%$ (пониженные элементы рельефа) общих запасов. Для лиственничников, произрастающих в пониженных элементах рельефа и на склоне северной экспозиции, характерен наибольший запас биомассы мхов – (559.5 ± 52.0) и (461.3 ± 49.8) г/м² соответственно.

Березняк, произрастающий на вершине, и лиственничники склона южной экспозиции по данному показателю достоверно не отличаются – (327.9 ± 43.6) и (320.0 ± 46.3) г/м² соответственно.

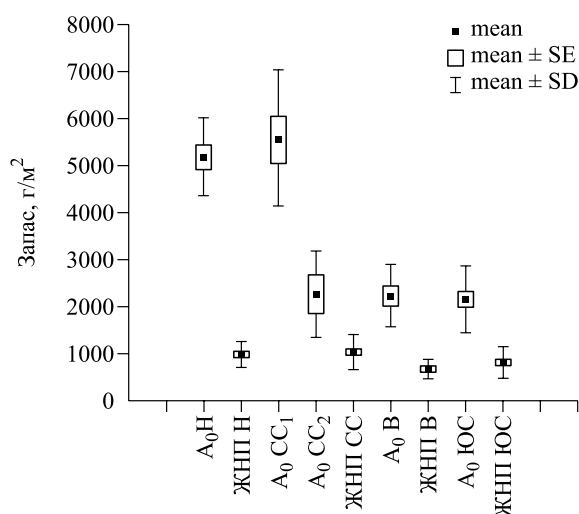


Рис. 1. Распределение запасов живого напочвенного покрова и подстилки (A_0) в зависимости от положения в рельефе: Н – низина; СС – склон северной экспозиции (СС₁ – нижняя и средняя части склона; СС₂ – верхняя часть); В – вершина; ЮС – склон южной экспозиции.

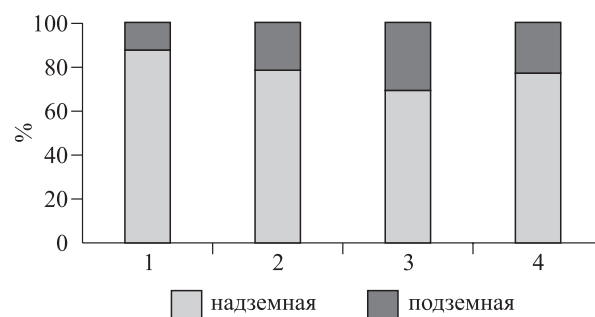


Рис. 2. Соотношение над- и подземной составляющих биомассы живого напочвенного покрова для разных форм рельефа: 1 – низина; 2 – склон северной экспозиции; 3 – вершина; 4 – склон южной экспозиции.

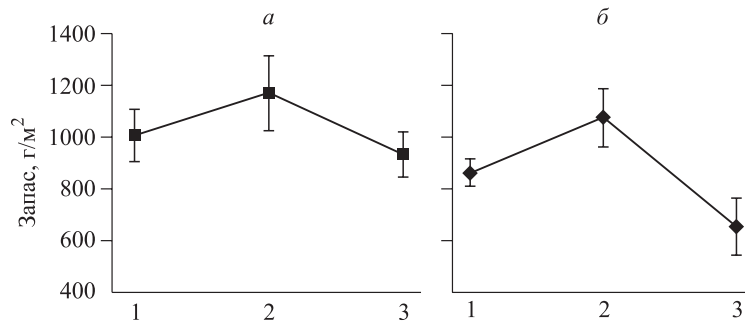


Рис. 3. Запасы живого напочвенного покрова в пределах склонов северной (а) и южной (б) экспозиций: 1 – нижняя, 2 – средняя, 3 – верхняя часть склона.

Доля кустарничков – второго компонента, вносящего существенный вклад в общий запас ЖНП на исследуемой территории, – варьирует от 33.1 ± 4.5 (пониженные элементы рельефа) до $(53.9 \pm 4.9) \%$ (склон южной экспозиции). Запасы биомассы кустарничков изменяются от $(302.5 \pm 45.3) \text{ г/м}^2$ на вершине до $(530.9 \pm 73.6) \text{ г/м}^2$ на склоне северной экспозиции, достоверных отличий по данному показателю между разными формами рельефа не выявлено.

Доля трав и лишайников в общем запасе биомассы живого напочвенного покрова сравнительно мала и в среднем не превышает $(6.7 \pm 2.1) \%$ для лишайников и $(4.0 \pm 1.6) \%$ – для трав.

В процессе роста и развития древесного яруса и живого напочвенного покрова часть живой биомассы отмирает и поступает в состав лесной подстилки – мертвого органического вещества на поверхности почвы. Формирование и аккумуляция слоя лесной подстилки является результатом дисбаланса между процессами поступления свежих фракций опада и биологической деструкции мертвого органического вещества.

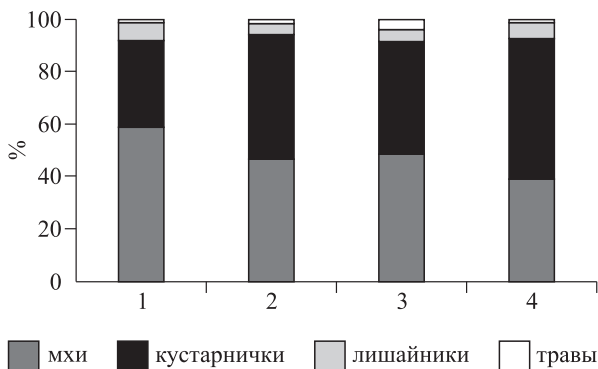


Рис. 4. Структура запасов живого напочвенного покрова в зависимости от положения в рельефе: 1 – низина; 2 – склон северной экспозиции; 3 – вершина; 4 – склон южной экспозиции.

На исследуемой территории мощность слоя подстилки варьирует в зависимости от положения ПП в рельефе. Наибольших значений она достигает в пониженных элементах рельефа и на склоне северной экспозиции (до 25–26 см). На вершине и склоне южной экспозиции мощность подстилки не превышает 15 см.

Среди изучаемых насаждений наиболее высокие запасы подстилки наблюдаются в лиственныхниках, произрастающих в пониженных элементах рельефа ($(5187.5 \pm 263.3) \text{ г/м}^2$) и на склоне северной экспозиции – в нижней ($(5057.5 \pm 798.4) \text{ г/м}^2$) и средней ($(5999.6 \pm 453.1) \text{ г/м}^2$) его частях (см. рис. 1). Такое значительное накопление подстилки в данных фитоценозах обусловлено, в первую очередь, особенностями гидротермического режима: обильным постоянным увлажнением и близким уровнем залегания многолетней мерзлоты (см. таблицу). Данные факторы существенно замедляют деструкцию органического вещества.

На вершине, склоне южной экспозиции и в верхней части склона северной экспозиции запасы подстилки достоверно не отличаются ($p < 0.05$) и составляют (2238.7 ± 209.4) , (2157.4 ± 173.3) и $(2267.9 \pm 413.0) \text{ г/м}^2$ соответственно. Это практически в 2 раза меньше по сравнению с пониженными элементами рельефа и склоном северной экспозиции (за исключением верхней части склона), что обусловлено большим количеством поступающей на данные элементы рельефа солнечной радиации, следовательно, большей глубиной залегания многолетней мерзлоты и лучшей дренированностью территории. Данные факторы ускоряют деструкцию органического вещества, предотвращая значительное накопление подстилки (Богданов, Прокушкин, 2015). Кроме того, на величину запасов подстилки на вершине влияет отличие типа леса: известно, что скорость разложения

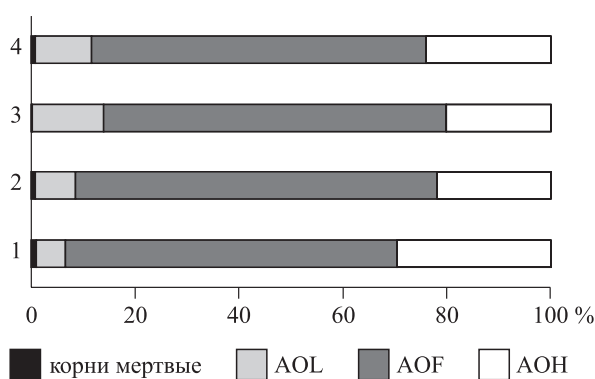


Рис. 5. Фракционный состав подстилки в зависимости от положения ПП в рельефе: АОЛ – слабо затронутый разложением опад; АОФ – ферментированные растительные остатки; АОН – гумифицированные растительные остатки (1 – низина; 2 – склон северной экспозиции; 3 – вершина; 4 – склон южной экспозиции).

подстилки и опада в лиственных лесах выше, чем в хвойных (Богатырев, 1996; Bogatyrev, 1996; Prescott, 2010; Кузнецов, Осипов, 2011; Пристова, 2011).

В составе лесной подстилки на всех ПП преобладает фракция АОФ – растительные остатки, в разной степени затронутые разложением, но сохранившие свою морфологическую структуру (рис. 5).

На них приходится от (63.8 ± 3.6) до (69.7 ± 5.0) %, достоверных различий между ПП по данному показателю не выявлено.

Вклад гумифицированных растительных остатков (АОН) в пониженных элементах рельефа достоверно выше ($p < 0.05$), чем на остальных ПП, и составляет (29.6 ± 2.4) %. На склоне северной экспозиции, вершине и склоне южной экспозиции на долю данной фракции приходится (21.8 ± 2.0), (20.2 ± 1.5) и (24.1 ± 1.5) % соответственно. Данные различия могут объясняться замедленным разложением растительных остатков в холодных переувлажненных условиях пониженных элементов рельефа, что способствует аккумуляции большего количества разложившейся фракции подстилки.

На слабо затронутый разложением, морфологически хорошо сохранившийся опад (АОЛ) приходится в среднем не более (13.7 ± 1.9) %, на мертвые корни – не более (0.9 ± 0.5) %.

Рассмотрим отдельно компонентный состав фракции АОЛ. Основная доля на всех ПП приходится на остатки мхов (от (15.2 ± 3.9) до (25.3 ± 4.8) %) и трудно поддающиеся разложению ветви древесных растений (от (15.9 ± 4.3)

до (29.9 ± 3.6) %). Достоверных различий между ПП по вкладу данных компонентов не выявлено.

Также значительный вклад во фракцию АОЛ вносят листья. Их доля на вершине в березняке голубично-зеленомошно-лишайниковом закономерно самая высокая среди изучаемых насаждений и составляет (33.9 ± 4.2) %. Также высок вклад листьев в верхней части склона северной экспозиции, где произрастает лиственничник с примесью березы – (23.3 ± 3.6) % (для остальной части склона данный показатель составляет (3.6 ± 1.6) %). На склоне южной экспозиции и в пониженных элементах рельефа доля листьев равна (14.0 ± 2.4) и (5.7 ± 1.2) % соответственно.

Вклад остальных компонентов АОЛ (кора, хвоя, шишки, остатки трав и т. д.) по отдельности не превышает 10 %. Вклад древостоя в целом (суммированный вклад хвои, коры, шишек и ветвей) не имеет значимых отличий между ПП и варьирует от (32.2 ± 4.0) % на вершине до (47.3 ± 4.6) % на склоне южной экспозиции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях северной тайги Центральной Эвенкии характер распределения запасов подстилки и биомассы живого напочвенного покрова в рельефе в значительной степени определяется гидротермическими условиями, составом живого напочвенного покрова и древостоя.

Самые высокие показатели характерны для пониженных элементов рельефа и склонов северной экспозиции: запасы живого напочвенного покрова здесь на 50–55 % выше по сравнению с вершиной и на 20–30 % – по сравнению со склоном южной экспозиции. Запасы лесной подстилки имеют аналогичный характер распределения: в пониженных элементах рельефа, в нижней и средней частях склона северной экспозиции они в 2 раза превышают запасы на склонах южной экспозиции, вершинах сопков и верхней части склона северной экспозиции. Вероятная причина таких различий заключается в том, что из-за меньшего количества поступающей солнечной радиации мерзлота здесь залегает ближе к поверхности, а почвы отличаются значительным постоянным увлажнением. Данные факторы создают оптимальные условия для роста мохово-лишайникового покрова, но существенно замедляют деструкцию органического вещества, приводя к накоплению запасов подстилки.

В целом в изучаемых экосистемах подзоны северной тайги основной вклад в величину био-

массы живого напочвенного покрова вносят мхи и кустарнички.

Фракционный состав подстилки преимущественно представлен ферментированными растительными остатками (АОФ). Вклад гумифицированных растительных остатков (АОН) наиболее высок в пониженных элементах рельефа. На слабо затронутый разложением, морфологически хорошо сохранившийся опад (АОЛ) приходится в среднем не более 14 %, основную долю в нем составляют остатки мхов и ветви древесных растений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-04-01068).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

- Базилевич Н. И., Гребенчиков О. С., Тишков А. А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с. [Bazilevich N. I., Grebenshchikov O. S., Tishkov A. A. Geograficheskiye zakonomernosti struktury i funktsionirovaniya ekosistem (Geographical regularities of structure and functioning of ecosystems). Moscow: Nauka, 1986. 297 p. (in Russian)].
- Богатырев Л. Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. 1996. № 4. С. 501–511 [Bogatyrev L. G. Obrazovaniye podstilok – odin iz vazhneyshikh protsessov v lesnykh ekosistemakh (Formation of forest litter as one of the major processes in forest ecosystems) // Pochvovedeniye (Soil Sci.). 1996. N. 4. P. 501–511 (in Russian with English abstract)].
- Богатырев Л. Г., Демин В. В., Матышак Г. В., Сапожникова В. А. О некоторых теоретических аспектах исследования лесных подстилок // Лесоведение. 2004. № 4. С. 17–29 [Bogatyrev L. G., Demin V. V., Matyshak G. V., Sapozhnikova V. A. O nekotorykh teoreticheskikh aspektakh issledovaniya lesnykh podstilok (On some theoretical aspects of studying forest litters) // Lesovedeniye (Rus. J. For. Sci.). 2004. N. 4. P. 17–29 (in Russian with English abstract)].
- Богданов В. В., Прокушкин С. Г. Влияние экспозиции склонов на послепожарную трансформацию органического вещества в лиственничниках криолитозоны Средней Сибири // Вестн. КрасГАУ. 2015. № 5. С. 3–7 [Bogdanov V. V., Prokushkin S. G. Vliyaniye ekspozitsii sklonov na poslepozharuyu transformatsiyu organicheskogo veshchestva v listvennichnikakh kriolitozony Sredney Sibiri (The influence of the slope exposition on the organic matter after fire transformation in larch forests of the permafrost areas in the Central Siberia) // Vestn. KrasGAU (Bull. Krasnoyarsk St. Agr. Univ.). 2015. N. 5. P. 3–7 (in Russian with English abstract)].
- Карпачевский Л. О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с. [Karpachevsky L. O. Les i lesnye pochvy (Forest and forest soils). Moscow: Lesn. prom-st' (For. Industry), 1981. 264 p. (in Russian)].
- Кузнецов М. А., Осипов А. Ф. Растительный опад как компонент биологического круговорота углерода в заболоченных хвойных сообществах средней тайги // Вестн. Ин-та биол. Коми науч. центра УрО РАН. 2011. № 9. С. 10–12 [Kuznetsov M. A., Osipov A. F. Rastitelny opad kak komponent biologicheskogo krugovorota ugleroda v zabolochennykh khvoynykh soobshchestvakh sredney taygi (Plant litter as a component of the biological carbon cycle of wet coniferous communities in the middle taiga) // Vestn. In-ta biol. Komi nauch. tsentra UrO RAN (Bull. Inst. Biol. Komi Sci. Center, Rus. Acad. Sci., Ural Br.). 2011. N. 9. P. 10–12 (in Russian with English abstract)].
- Полевая геоботаника / Под ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. Т. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 499 с. [Polevaya geobotanika (Field geobotany) / Pod. red. Ye. M. Lavrenko, A. A. Korchagina (Eds.). V. 2. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR (USSR Acad. Sci. Publ.), 1960. 499 p. (in Russian)].
- Пристова Т. А. Характеристика древесного опада и запасы лесной подстилки в лиственных насаждениях средней тайги // Вестн. Ин-та биол. Коми науч. центра УрО РАН. 2011. № 9. С. 7–9 [Pristova T. A. Kharakteristika drevesnogo opada i zapasy lesnoy podstilki v listvennykh nasazhdeniyakh sredney taygi (The leaf fall characteristic and forest litter stocks in deciduous stands of the middle taiga) // Vestn. In-ta biol. Komi nauch. tsentra UrO RAN (Bull. Inst. Biol. Komi Sci. Center, Rus. Acad. Sci., Ural Br.). 2011. N. 9. P. 7–9 (in Russian with English abstract)].
- Прокушкин С. Г., Прокушкин А. С., Сорокин Н. Д. Интенсивность разложения отдельных компонентов фитодетрита в лиственничниках криолитозоны Средней Сибири // Изв. РАН. Сер. биол. 2014. № 1. С. 76–85 [Prokushkin S. G., Prokushkin A. S., Sorokin N. D. Intensivnost' razlozheniya otdel'nykh komponentov fitodetrita v listvennichnikakh kriolitozony Sredney Sibiri (The intensity of phytodetrite decomposition in larch forest of the permafrost zone in Central Siberia) // Izv. RAN. Ser. biol. 2014. N. 1. P. 76–85 (in Russian with English abstract)].
- Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л.: Наука, 1965. 256 с. [Rodin L. Ye., Bazilevich N. I. Dinamika organicheskogo veshchestva i biologicheskyy krugovorot zolnykh elementov i azota v osnovnykh tipakh rastitelnosti zemnogo shara (The dynamics of organic matter and the biological cycle of ash elements and nitrogen in the main types of vegetation of the globe). Moscow; Leningrad: Nauka, 1965. 256 p. (in Russian)].
- Смирнова О. В., Алейников А. А., Семиколенных А. А., Бовкунов А. Д., Запрудина М. В., Смирнов Н. С. Типологическое и структурное разнообразие среднетаежных лесов Урала // Разнообразие и динамика лесных экосистем России / Под ред. А. С. Исаева. В 2-х кн. Кн. 2. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2013. С. 42–66 [Smirnova O. V., Aleynikov A. A., Semikolennykh A. A., Bovkunov A. D., Zaprudina M. V., Smirnov N. S. Tipologicheskoye i strukturnoye raznoobraziye srednetayezhnykh lesov Urals (Typological and structural diversity of the middle taiga forests of the Urals) // Raznoobraziye

- i dinamika lesnykh ekosistem Rossii (Diversity and dynamics of forest ecosystems of Russia) / Pod red. A. S. Isaeva (Ed.). V 2-kh kn. (In two books). Kn. 2 (Book 2). Moscow: Tov-vo nauch. izd. KMK, 2013. P. 42–66 (in Russian with English abstract)].
- Софронов М. А., Волокитина А. В., Софронова Т. М. Пожары в горных лесах. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2008. 388 с. [Sofronov M. A., Volokitina A. V., Sofronova T. M. Pozhary v gornyykh lesakh (Fires in mountain forests). Krasnoyarsk: IL SO RAN (Inst. For., Rus. Acad. Sci., Sib. Br.), 2008. 388 p. (in Russian with English abstract)].
- Средняя Сибирь / Под ред. И. П. Герасимова. М.: Наука, 1964. 480 с. [Srednyaya Sibir' (Central Siberia) / Pod red. I. P. Gerasimova (Ed.). Moscow: Nauka, 1964. 480 p. (in Russian)].
- Титлянова А. А., Шибарева С. В. Подстилки в лесных и травяных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 137 с. [Titlyanova A. A., Shibareva S. V. Podstilki v lesnykh i travyanykh ekosistemakh (Litter in forest and herbal ecosystems). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN (Sib. Br., Rus. Acad. Sci. Publ. House), 2012. 137 p. (in Russian)].
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с. [Cherepanov S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredelnykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR) (Vascular plants of Russia and neighboring states (within former USSR). Saint-Petersburg: Mir i sem'ya (Word and family), 1995. 992 p. (in Russian)].
- Bogatyrev L. G. Formation of forest litter as one of the major processes in forest ecosystems // Euras. Soil Sci. 1996. V. 29. N. 4. P. 459–468 (Original Rus. text © L. G. Bogatyrev, 1996, publ. in Pochvovedenie. 1996. N. 4. P. 501–511).
- Bond-Lamberty B., Gower S. T. Estimation of stand-level leaf area for boreal bryophytes // Oecologia. 2007. V. 151. N. 4. P. 584–592.
- Hilli S., Starka S., Derome J. Litter decomposition rates in relation to litter stocks in boreal coniferous forests along climatic and soil fertility gradients // Appl. Soil Ecol. 2010. V. 46. P. 200–208.
- Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. 2006. N. 15. P. 1–13.
- Nilsson M.-Ch., Wardle D. A. Understory vegetation as a forest ecosystem driver: evidence from the northern Swedish boreal forest // Front. Ecol. Environ. 2005. V. 3. N. 8. P. 421–428.
- Norum R. A., Miller M. Measuring fuel moisture content in Alaska: standard methods and procedures. Gen. Tech. Rep. PNW-171. USDA, For. Serv., Pacific Northwest For. & Range Exp. St., 1984. 34 p.
- Ponge J.-F., Chevalier R., Loussot Ph. Humus index: an integrated tool for the assessment of forest floor and topsoil properties // Soil Sci. Soc. Amer. J. 2002. V. 66. N. 6. P. 1996–2001.
- Porada Ph., Ekici A., Beer Ch. Effects of bryophyte and lichen cover on permafrost soil temperature at large scale // The Cryosphere. 2016. V. 10. P. 2291–2315.
- Prescott C. E. Decomposition and mineralization of nutrients from litter and humus. Nutrient acquisition by plants: An ecological perspective / H. Bassiri Rad (Ed.). Ecol. Stud. 2005. V. 181. P. 15–42.
- Prescott C. E. Litter decomposition: what controls it and how can we alter it to sequester more carbon in forest soils? // Biogeochemistry. 2010. V. 101. P. 133–149.
- Prokushkin S. G., Prokushkin A. S., Sorokin N. D. The intensity of phytodetrit decomposition in larch forest of the permafrost zone in Central Siberia // Biol. Bull. 2014. V. 41. N. 1. P. 89–97 (Original Rus. text © S. G. Prokushkin, A. S. Prokushkin, N. D. Sorokin, 2014, publ. in Izv. RAN. Ser. biol. 2014. N. 1. P. 76–85).
- Sayer E. J. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems // Biol. Rev. 2006. V. 81. P. 1–31.
- Turetsky M. R., Mack M. C., Hollingsworth T. N., Harden J. W. The role of mosses in ecosystem succession and function in Alaska's boreal forest // Can. J. For. Res. 2010. V. 40. P. 1237–1264.
- Turetsky M. R., Bond-Lamberty B., Euskirchen E., Talbot J., Frolking S., McGuire A. D., Tuittila E.-S. The resilience and functional role of moss in boreal and arctic ecosystems // New Phytol. 2012. V. 196. P. 49–67.
- Zhang G., Zhang P., Peng S., Chen Y., Cao Y. The coupling of leaf, litter, and soil nutrients in warm temperate forests in northwestern China // Sci. Rep. 2017. V. 7. Article number: 11754.

DISTRIBUTION OF FOREST LITTER AND LIVE GROUND COVER BIOMASS IN NORTHERN TAIGA OF THE CENTRAL EVENKIA DEPENDING ON RELIEF

O. V. Sergeeva, L. V. Mukhortova, L. V. Krivobokov

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

E-mail: sergeeva.okv@gmail.com, l.mukhortova@gmail.com, leo_kr@mail.ru

Live ground cover and litter play an important role in forest ecosystems, especially in northern boreal subzone where phytomass of understory vegetation and its annual turnover are comparable with those of tree stands. However, there are practically no quantitative estimates of live ground cover biomass and forest litter stock for different types of forest ecosystems in the Central Siberia permafrost zone. The study was conducted in the Central Evenkia which territory has well developed low-mountain relief. The last one contributes to microclimatic diversity and thus differences in dynamics of phytomass accumulation and plant residues' decomposition between landforms. The litter stocks and live ground cover biomass were assessed for forest stands growing in the lowlands, on the slopes of northern and southern exposition and on the uplands. The studied ecosystems have been unaffected by forest fire for more than 50 years now. The main forest-forming species of all forest phytocenoses except for upland is Gmelin's larch *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. It was found that among the studied ecosystems the highest values of live ground cover biomass and forest litter stock occur in the lowlands and on the northern slopes. Such distribution is the consequence of these landforms' hydrothermal conditions: permafrost here lies closer to the surface and soils are permanently wet. These factors create favorable conditions for moss-lichen cover growth but retard decomposition of plant residues leading to forest litter accumulation. It is noted that mosses and subshrubs make the major contribution to the live ground cover biomass in the studied ecosystems. The main components of litter in forest phytocenoses of the Central Evenkia are fermented plant residues.

Keywords: *forest litter, plants of ground cover, phytomass, Central Siberia.*

How to cite: *Sergeeva O. V., Mukhortova L. V., Krivobokov L. V. Distribution of forest litter and live ground cover biomass in northern taiga of the Central Evenkia depending on relief // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. F. Sci.). 2020. N 1. P. 38–46 (in Russian with English abstract and references).*