

## СТРУКТУРА И ЗАПАС ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ СОСНЯКОВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

А.А. Pesyakova, P.A. Feklistov

## THE STRUCTURE AND STOCK OF THE FOREST LITTER IN PINE FORESTS OF THE NORTHERN TAIGA

**Песьякова А.А.** – асп. каф. биологии, экологии и биотехнологии Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: renalee@yandex.ru

**Феклистов П.А.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. биологии, экологии и биотехнологии Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: feklitov@narfu.ru

**Pesyakova A.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Biology, Ecology and Biotechnology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: renalee@yandex.ru

**Feklistov P.A.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Biology, Ecology and Biotechnology, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: feklitov@narfu.ru

Подстилка является одной из ключевых единиц лесных экосистем и, играя важную роль в биологическом круговороте веществ, оказывает влияние на продуктивность лесных насаждений в целом. Формирование подстилки в лесных биogeоценозах обусловлено рядом факторов, прежде всего природно-климатическими условиями, типом почвы, видовым составом растительности и условиями поступления и разложения растительного опада. Работа посвящена изучению основных характеристик лесной подстилки сосновых лесов в пределах Архангельской области – ее мощности, плотности сложения и запаса. Это актуальная и малоизученная для данного региона тема. Целью исследования является изучение влияния различного по составу живого напочвенного покрова на аккумуляцию и свойства лесной подстилки сосновых лесов северной подзоны тайги. Для исследования были заложены две пробные площади в двух типах сосновых лесов – сосняке черничном и сосняке кустарничково-сфагновом. При закладке пробных площадей и для их лесотаксационной характеристики использовались стандартные методики. В результате было установлено, что тип живого напочвенного покрова в сочетании с природно-климатическими условиями оказывает существенное влияние на формирование и структуру лесной подстилки. Для сосняка кустар-

ничково-сфагнового была выявлена большая мощность (28 см) и запас (92,83 т/га) лесной подстилки по сравнению с подстилкой сосняка черничного (10,4 см, 68,87 т/га). Было установлено, что подстилка сосняка кустарничково-сфагнового характеризуется большей относительной влажностью (87%) и способна запасать и удерживать большее количество воды (2477,5 г/см<sup>3</sup>), чем подстилка сосняка черничного (77%, 916,8 г/см<sup>3</sup>).

**Ключевые слова:** лесная подстилка, запас, мощность, плотность сложения, сосновая формация.

The litter is one of key units of forest ecosystems and playing an important role in biological circulation of substances, has impact on efficiency of forest plantings in general. The formation of litter in forest biogeocenoses is caused by a number of factors, first of all climatic conditions, soil type, specific structure of vegetation and conditions of receipt and decomposition of a vegetable litterfall. The study is devoted to the research of the main characteristics of forest litters of pine woods within the Arkhangelsk Region, i.e. its power, density of addition and a stock. It is actual and low-studied for this region subject. A research objective was studying the influence of a live ground cover, various structures, accumulation and properties of the forest litter of pine woods of northern subband of taiga. For this research two sampling sites in two

types of pine forests were chosen: one in the bilberry pine forest and another in shrub-Sphagnum pine forest. At the laying of the trial areas and for their forest tax characteristic standard techniques were used. As a result, it was found out that the type of living soil-plant cover, combined with climatic conditions, had significant influence on the formation and structure of forest litter. For shrub-sphagnum pine forest, the thickness (28 cm) and stock (92.83 t/hectare) of forest litter were bigger in comparison with the forest litter in bilberry pine forest (10.4 cm and 68.87 t/hectare). It was found out that the forest litter of shrub-sphagnum pine forest was characterized by higher relative moisture (87 %) and greater ability to store and retain water (2477.5 g / cm<sup>3</sup>) than forest litter in bilberry pine forest (77 %, 916.8 g / cm<sup>3</sup>).

**Keywords:** forest litter, stock, power, addition density, pine formation.

**Введение.** Лесная подстилка, являясь одной из структурных единиц лесной экосистемы, играет важную роль в биологическом круговороте веществ в лесу и принимает участие в почвообразовательном процессе, что в значительной степени определяет плодородие почв, а следовательно, оказывает влияние и на продуктивность лесных насаждений в целом [2]. Ввиду особой значимости подстилки в функционировании лесных экосистем ее изучение имеет естественно-научный и практический интерес. Наиболее важными характеристиками лесной подстилки являются ее фракционный состав, мощность, запас и плотность сложения [3, 4].

Формирование подстилки в лесных биогеоценозах обусловлено рядом факторов, прежде всего природно-климатическими условиями, видовым составом растительности и условиями поступления и разложения растительного опада [6]. А.А. Молчанов (1973) и И.С. Мелехов (2007) в своих исследованиях предположили, что в условиях холодного климата, высокого увлажнения и плохой аэрации скорость разложения растительного опада в хвойных лесах снижается, что может способствовать накоплению более мощной лесной подстилки. Кроме того, за счет смолистости хвои и воскового налета на ней хвойные леса способны накапливать большие запасы лесной подстилки из-за меньшей скорости разложения опада. В условиях средней тайги и более южных районов было также

выявлено, что примесь лиственных пород в составе хвойных древостоев вызывает увеличение количества опада и скорости его разложения, поэтому мощность и запас лесной подстилки в смешанных хвойно-лиственных лесах меньше, чем в чистых хвойных насаждениях [5, 6]. Сфагновая растительность активно поглощает и удерживает влагу, что может замедлять разложение органических веществ и способствует формированию более мощной лесной подстилки, а также ее оторфовыванию и запасанию [6].

Сосновые ценозы северной тайги имеют значительное видовое разнообразие подлеска, травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, что также может оказывать существенное влияние на мощность и биохимический состав напочвенного покрова, а следовательно, и лесной подстилки в данной природно-климатической зоне, однако для характеристики этих закономерностей необходимы дальнейшие исследования.

**Цель работы.** Изучение влияния состава живого напочвенного покрова на основные характеристики лесной подстилки в сосновых ценозах северной тайги.

**Объект и методы.** Образцы лесной подстилки отбирались на двух пробных площадях (ПП), заложенных в различных по составу подлеска и живого напочвенного покрова сосняках северной подзоны тайги – сосняке кустарничково-сфагновом и сосняке черничном (табл. 1).

Пробные площади закладывались согласно общепринятым методикам В.Н. Сукачёва, С.В. Зонна (1961) [7], А.С. Аткина (1994) [1] и с учетом требований ОСТ 56-69-83. На каждой ПП закладывались пробные площадки в 20×20 см (n=5), на которых отбирались образцы лесной подстилки. Данные образцы разделялись на подгоризонты (листовой, ферментативный и гумусовый). Для каждого образца проводилось измерение мощности (общей и для каждого подгоризонта, с каждой из 4 сторон) и массы в свежем состоянии. Затем образцы высушивались при температуре 105–110°C и определялась их масса в абсолютно сухом состоянии. Также рассчитывались запасы подстилки (общие и по подгоризонтам) на единицу площади (в т/га) и плотность ее сложения (в г/см<sup>3</sup>).

## Характеристика древостоев на исследуемых ПП

Номер ПП	Тип леса	Состав	Средн. диаметр, см	Средн. высота, м	Полнота древостоя		Запас, м <sup>3</sup> /га	Возраст, лет	Класс бонитета
					абс., м <sup>2</sup> /га	отн.			
1	Сосняк куст.-сфагн.	10С	10,91±0,74	11,61±0,68	18,16	0,70	117,1	83	V
2	Сосняк черничн.	8С2Б+Е	26,19±2,41	27,16±2,54	32,62	0,98	304,4	114	IV

**Результаты исследований и их обсуждение.** В сосняке кустарничково-сфагновом, произрастающем на торфяно-олиготрофных почвах, в подросте преобладает ель. Мохово-лишайниковый покров обильный, с преобладанием сфагнума (*Sphagnum*), черники (*Vaccinium myrtillus*) и брусники (*Vaccinium vitis-idaea*). В сосняке черничном, произрастающем на подзоле суглинистом, на моренной суглинистой почвообразующей породе, в подросте преобладают

ель и береза. Живой напочвенный покров преимущественно представлен черникой (*Vaccinium myrtillus*).

Общая мощность лесной подстилки в сосняке кустарничково-сфагновом достоверно и значительно выше, чем в сосняке черничном (t-критерий Стьюдента =11 при p≤0,01), и составляет 28±1,52 см, тогда как в сосняке черничном – 10,4±0,51 см (табл. 2).

Таблица 2

## Основные характеристики лесной подстилки

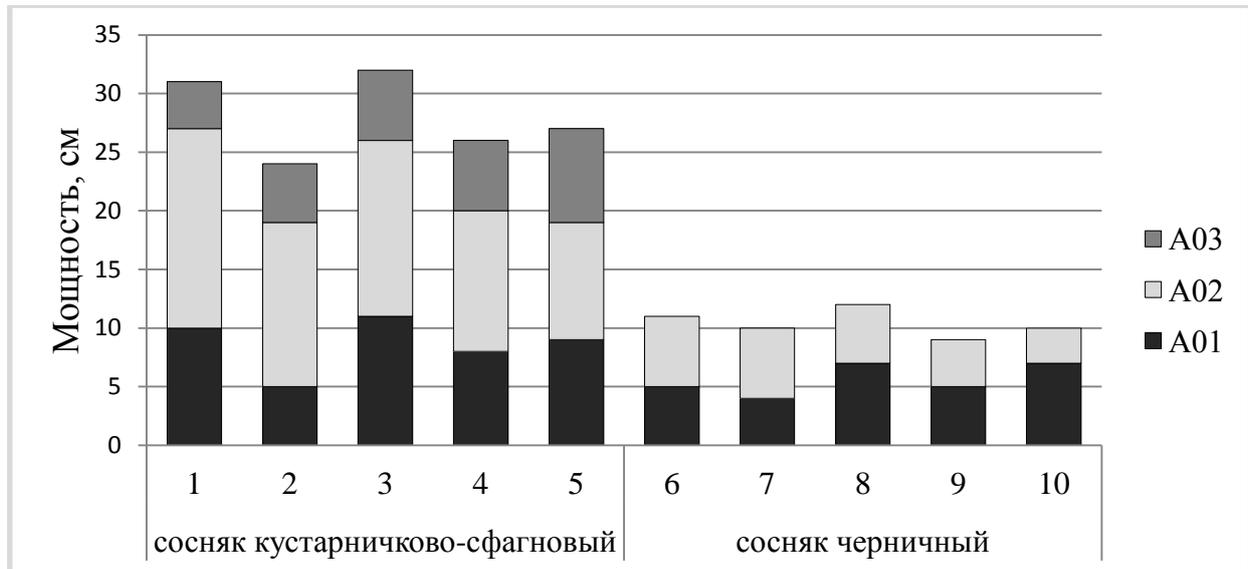
Тип леса	Средние показатели по подгоризонтам			
	A <sub>01</sub>	A <sub>02</sub>	A <sub>03</sub>	Общая
Мощность, см				
Сосняк куст.-сфагн.	8,6±1,03	13,6±1,21	5,8±0,66	28±1,52
Сосняк черничный	5,6±0,6	4,8±0,58	-	10,4±0,51
Запасы сухой подстилки, т/га				
Сосняк куст.-сфагн.	38,39±5,05	39,65±2,91	14,8±1,31	92,83±6,84
Сосняк черничный	34,08±4,69	34,79±4,48	-	68,87±3,86
Плотность, г/см <sup>3</sup>				
Сосняк куст.-сфагн.	0,04±0,004	0,03±0,003	0,03±0,001	0,1±0,008
Сосняк черничный	0,06±0,002	0,07±0,002	-	0,13±0,004
Относительная влажность подстилки, %				
Сосняк куст.-сфагн.	77,84±1,73	90,33±0,64	88,04±0,56	87±0,59
Сосняк черничный	78,85±1,42	75,05±0,38	-	76,89±0,77
Масса воды в подстилке, г/см <sup>3</sup>				
Сосняк куст.-сфагн.	560,02±93,04	1483,72±61,55	433,76±25,47	2477,5±98,31
Сосняк черничный	496,46±26,85	420,38±56,68	-	916,84±41,95

Мощность верхнего, листового слоя (A<sub>01</sub>) и слоя ферментации (A<sub>02</sub>) также значительно выше в сосняке кустарничково-сфагновом (t=2,5 при p≤0,05 для A<sub>01</sub> и t=6,6 при p≤0,01 для A<sub>02</sub>) и

составляет в среднем 8,6±1,03 и 13,6±1,21 см соответственно. В сосняке черничном мощность данных слоев составляет 5,6±0,6 см (для листового слоя) и 4,8±0,58 см (для слоя фермента-

ции). Преобладающим в профиле подстилки сосняка кустарничково-сфагнового является слой ферментации ( $A_{02}$ ). Слой гумификации

( $A_{03}$ ) в профиле лесной подстилки сосняка черничного не выделялся, так как имел мощность менее 1 см (рис.).



Структура лесной подстилки по мощности в разных образцах (цифрами отмечены участки отбора проб на ПП), см

Было выявлено, что лесная подстилка в сосняке кустарничково-сфагновом имеет значимо большую ( $t=10,4$  при  $p \leq 0,01$ ) относительную влажность (87%) и способна удерживать в 3 раза больше влаги ( $2477,5 \text{ г/см}^3$ ) по сравнению с подстилкой сосняка черничного (77 %,  $916,8 \text{ г/см}^3$ ).

В сосняке черничном в опаде преобладает хвоя и кора сосны и ели. Большой вклад вносит черника, также долю мягкого растительного опада вносит береза. Исследуемая пробная площадь в данном типе леса расположена на менее увлажненной территории, ввиду чего скорость разложения растительного опада больше, а запас подстилки, соответственно, меньше, чем в сосняке кустарничково-сфагновом. В сосняке кустарничково-сфагновом опад представлен в основном хвоей, большую роль в формировании лесной подстилки играет отмирающий сфагнум. Общая переувлажненность, заболоченность территории в пределах исследуемой пробной площади в данном типе леса, а также состав живого напочвенного покрова способствуют формированию более мощной лесной подстилки, а также ее оторфовыванию и запа-

санию (табл. 2). Общий запас лесной подстилки в сосняке кустарничково-сфагновом ( $92,8 \text{ т/га}$ ) превышает запасы подстилки сосняка черничного ( $68,8 \text{ т/га}$ ) и отличается достоверно ( $t=10,4$  при  $p \leq 0,05$ ). Наибольшие запасы листового слоя ( $38,4 \text{ т/га}$ ) и слоя ферментации ( $39,7 \text{ т/га}$ ) также аккумулируются сосняком кустарничково-сфагновым и вносят наибольший вклад в формирование структуры лесной подстилки в данном типе леса, однако достоверных различий в данных слоях между типами леса выявлено не было.

Достоверных различий в плотности сложения подстилок выявлено не было, однако в целом плотность сложения листового слоя и слоя ферментации под сосняками черничными несколько выше, чем в сосняке кустарничково-сфагновом.

Зависимость мощности и запасов лесной подстилки от типа леса также подтверждается корреляционным анализом. Связь высокая, коэффициент корреляции составляет  $0,97$  и  $0,73$  соответственно (табл. 3).

## Корреляционный анализ зависимости характеристики лесной подстилки от типа леса

	$r$	$m_r$	$t_r$
Мощность – тип леса	0,97	0,019	49,39
Плотность – тип леса	0,01	0,316	0,04
Запас – тип леса	0,73	0,146	5,01

Примечание:  $r$  – коэффициент корреляции;  $m_r$  – ошибка коэффициента корреляции;  $t_r$  – достоверность коэффициента корреляции.

**Выводы.** Таким образом, на примере двух типов сосновых лесов северной подзоны тайги было показано влияние живого напочвенного покрова на основные характеристики лесной подстилки – ее мощность, плотность и запас. Установлено:

1. Сосняк кустарничково-сфагновый имеет большую мощность лесной подстилки ( $28 \pm 1,52$  см), чем сосняк черничный ( $10,4 \pm 0,51$  см).

2. Сосняк кустарничково-сфагновый имеет больший запас лесной подстилки ( $92,83 \pm 6,84$  т/га), чем сосняк черничный ( $68,87 \pm 3,86$  т/га).

3. Профиль лесной подстилки сосняка кустарничково-сфагнового имеет более мощный листовый слой ( $8,6 \pm 1,03$  см) и слой ферментации ( $13,6 \pm 1,21$  см), чем профиль подстилки сосняка черничного ( $5,6 \pm 0,6$  и  $4,8 \pm 0,58$  см соответственно).

4. Лесная подстилка сосняка кустарничково-сфагнового характеризуется большей относительной влажностью (87%), чем подстилка сосняка черничного (77%).

5. Подстилка сосняка кустарничково-сфагнового способна запасать и удерживать большее количество воды, чем подстилка сосняка черничного.

## Литература

1. *Аткин А.С.* Закономерности формирования органической массы в лесных сообществах: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Екатеринбург, 1994. – 40 с.
2. *Богатырев Л.Г.* Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 501–511.
3. *Волков А.Г.* Лесная подстилка в парцеллах ельников северной подзоны тайги // Лесной журнал. – 2015. – № 2. – С. 63–69.

4. *Ильина Т.М., Сапожников А.П.* Лесные подстилки как компонент лесного биогеоценоза // Вестник КрасГАУ. – 2005. – № 5. – С. 45–48.

5. *Мелехов И.С.* Песоведение: учеб. – 4-е изд. – М.: Изд-во, 2007. – 372 с.

6. *Молчанов А.А.* Влияние леса на окружающую среду. – М.: Наука, 1973. – 359 с.

7. *Сукачев В.Н., Зонн С.В.* Общие принципы и программа изучения типов леса: метод. указания к изучению типов леса. – 2-е изд. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 9–75.

## Literatura

1. *Atkin A.S.* Zakonomernosti formirovanija organicheskoj massy v lesnyh soobshhestvah: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. – Ekaterinburg, 1994. – 40 s.
2. *Bogatyrev L.G.* Obrazovanie podstilok – odin iz vazhnejshih processov v lesnyh jekosistemah // Pochvovedenie. – 1996. – № 4. – S. 501–511.
3. *Volkov A.G.* Lesnaja podstilka v parcelлах el'nikov severnoj podzony tajgi // Lesnoj zhurnal. – 2015. – № 2. – S. 63–69.
4. *Il'ina T.M., Sapozhnikov A.P.* Lesnye podstilki kak komponent lesnogo biogeocenoza // Vestnik KrasGAU. – 2005. – № 5. – S. 45–48.
5. *Melehov I.S.* Lesovedenie: ucheb. – 4-e izd. – M.: Izd-vo, 2007. – 372 s.
6. *Molchanov A.A.* Vlijanie lesa na okruzhajushhuyu sredu. – M.: Nauka, 1973. – 359 s.
7. *Sukachev V.N., Zonn S.V.* Obshhie principy i programma izuchenija tipov lesa: metod. ukazaniya k izucheniju tipov lesa. – 2-e izd. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – S. 9–75.