

age height, diameter, relative density and growing stock. The adequacy of the models was assessed by the value of the correlation coefficient from 0.68 to 0.99. A comparative analysis of taxation indicators with regional tables of the growth rate of the corresponding forest area has been performed. No significant differences in heights and diameters were revealed, however, discrepancies in the limits of $\pm 11\text{--}50\%$ were observed in the stock, which was probably due to the density of modal aspen stands in the studied forest areas. The conducted research indicates the need to develop regression models of taxation indicators and build tables of height, diameter, and stock dynamics based on them, followed by calculation of growth tables reflecting the peculiarities of the development of stands.

Key words: forest fund, modal stands of aspen, variability and dynamics of taxation indicators, regression analysis.

For citation: Pozdeev D. A. Dynamics of taxation indicators of modal aspen stands in the Udmurt Republic. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 3(79): 65-77. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_65-77.

Author:

D. A. Pozdeev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-8962-0780>
Udmurt State Agricultural University, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033
dap219@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest: the author declares that there is no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 27.12.2023; одобрена после рецензирования 18.06.2024;
принята к публикации 06.09.2024.
The article was submitted 27.12.2023; approved after reviewing 18.06.2024; accepted for publication 06.09.2024.

Научная статья

УДК 630*114.351(470.40/43)

DOI 10.48012/1817-5457_2024_3_77-85

ЛЕСНАЯ ПОДСТИЛКА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ: ФОРМИРОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИОННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Сабиров Айрат Тагирзянович¹✉, Ульданова Раиля Анасовна²,
Абсалямов Рафаэль Рамзиевич³, Сабиров Артур Айратович⁴

¹Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

²МБУ ДО «ДЭБЦ» НМР РТ, Нижнекамск, Россия

³Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

⁴ООО «ГК «ИННОТЕХ», Москва, Россия

¹tasat@list.ru

Аннотация. Изучение состава и свойств подстилок позволяет познать экологию функционирующей лесных биогеоценозов, направленность процессов почвообразования. Цель исследования – определение характера формирования и квалификационного положения лесных подстилок центральных районов Среднего Поволжья. Проведены биогеоценологические исследования еловых, пихтовых, сосновых, лиственничных, дубовых, липовых, кленовых и березовых лесов южных районах Кировской области, Республики Марий Эл и Республики Татарстан. Выявлены морфологические признаки, мощность, запас, физико-химические свойства лесных подстилок. Формирование биогеогоризонта А0 определяется составом и структурой лесных насаждений, почвенно-грунтовыми факторами, условиями увлажнения. Разработано классификационное положение подстилок лесных экосистем Среднего Поволжья. Для названия типов биогеогоризонта А0 употребили термины: муль, модер, мор. Подстилку типа модер подразделили на подтипы: муль-модер, модер, мор-модер. Показаны диагностические параметры характеристики подстилок темнохвойных биогеоценозов региона. В лиственных формациях мощность лес-

ной подстилки варьирует в среднем в пределах 1,0–3,4 см, запас – от 6,3 до 30,7 т/га, в лиственных и хвойных лесах показатели соответственно равны 1,7–3,4 см и 9,9–28,5 т/га, в сосновых лесах возрастают до 3,0–6,5 см и 24,0–78,3 т/га, в приспевающих и спелых еловых насаждениях – до 4,0–8,5 см и 37,4–95,6 т/га. Подстилки хвойных биогеоценозов выделяются относительно высокой кислотностью и наименьшей насыщенностью основаниями. Наибольшая аккумуляция органического вещества и актуальная кислотность ($pH_{вод} = 4,0–5,0$) в биогеогоризонте А0 отмечены в ельнике черничном и сосняке бруснично-мшистом. С изменением возраста и полноты древостоев, состава и продуктивности фитоценозов меняется характер формирования органогенного горизонта А0. В практике лесного хозяйства целесообразно указывать форму, в которой образуется лесная подстилка: дубовая сильно-разложившаяся (муль), сосновая среднеразложившаяся (модер), еловая груборазложившаяся (мор).

Ключевые слова: Среднее Поволжье, хвойные и лиственные биогеоценозы, лесная подстилка, формирование, квалификационное положение, свойства.

Для цитирования: Лесная подстилка Среднего Поволжья: формирование и классификационное положение / А. Т. Сабиров, Р. А. Ульданова, Р. Р. Абсалямов, А. А. Сабиров // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3(79). С. 77-85. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_77-85.

Актуальность. В лесных биогеоценозах подстилка отражает состав и возраст лесной растительности, почвенно-грунтовые условия, выполняет биохимические функции [4]. Биогеогоризонт А0 становится основным источником образования гумусовых веществ почв, обеспечивает растения элементами питания, влияет на физические и химические свойства, водный режим почвы. Исследование состава, свойств, типологии органогенного горизонта А0 позволяет выявлять закономерности функционирования лесных экосистем, влияния лесной растительности на свойства почв, оценить интенсивность процессов разложения лесного опада, биологического круговорота веществ [1, 6, 8]. Лесная подстилка выполняет многогранную роль в функционировании лесных экосистем, оказывает прямое воздействие на процессы почвообразования, лесовозобновления, плодородие почв и развитие фитоценоза. С позиций теории лесной биогеоценологии и эффективности выполнения лесохозяйственных работ важна оценка характера формирования, свойств и ранга подстилки в региональном аспекте.

Цель исследования – определение свойств и квалификационного положения лесных подстилок центральных районов Среднего Поволжья.

Поставлена задача охватить основные типы лесных биогеоценозов и почв региона.

Материал и методы исследования. В лесных экосистемах Республики Татарстан, Республики Марий Эл и южных районов Кировской области обследованы показатели характеристики биогеогоризонта А0. Объекты исследования – хвойные (еловые, пихтовые, сосновые, лиственные) и лиственные (березовые, дубовые, липовые, кленовые) леса. Исследованы лесные сообщества автоморфных и по-

лугидроморфных ландшафтов, водораздельных территорий, защитные лесные насаждения Предкамья, Закамья, водоохранные леса рек Волги и Свияги в Предволжье. Экспедиционные изыскания проведены в естественных и искусственных фитоценозах лесной и лесостепной зон. В таблице 1 представлены основные типы лесных биогеоценозов региона с различными типами подстилок и почв.

В лесных насаждениях различного возраста и состава проводилось биогеоценологическое исследование путем закладки пробных площадей (ПП) согласно ОСТ 56-69-83. Изучены лесоводственно-таксационные характеристики, флористический состав, почвенный покров лесных экосистем. Пробные площади заложены в участковых лесничествах Кировской области (Малмыжское, П-211; Буйское, Е-213), Республики Марий Эл (Чернушкинское, С-32; Нолькинское, Б-21, Б-22, Е-15; Яльчинское, С-31, Е-4; Пектубаевское, С-6), Республики Татарстан (Сурнарское, С-20, Е-5; Балтасинское, П-36; Усалинское, Д-25; Чистопольское, Д-14; Свияжское, 2В-3Лп; Шеланговское, 2В-12Д).

В лесных экосистемах запас органогенного горизонта А0 распределяется неравномерно. Для повышения точности определения запаса подстилки применили метод шаблонов (размеры 25×30 см, 15–25-кратная повторность). Мощность органогенного горизонта А0 измеряли в четырех точках учетной площадки. При морфологическом исследовании биогеогоризонт А0 подразделили на подгоризонты. Анализы образцов лесных подстилок и почв в лаборатории проведены по общепринятым в почвоведении методикам. Определены влажность, запас абсолютно сухой массы, физико-химические свойства биогеогоризонта А0.

Результаты исследований. В центральных районах Среднего Поволжья функци-

онирует большое разнообразие типов лесных биогеоценозов (табл. 1). Лесная растительность произрастает на различных по гранулометрическому составу, условиям увлажнения и генезису почвах: элювиально-иллювиально-дифференцированных (подзолистых, серых лесных), дерновых (рендзинах), аллювиальных почвах, черноземах, буроземах (коричнево-бурых лесных, бурых лесных песчаных). Тип лесорастительных условий (ТЛУ) варьирует от А₂ (свежий бор) и Д₂ (свежая дубрава) до С₃ (влажная сложная суборь) на аллювиальных почвах. Разнообразие экологических факторов природных ландшафтов района исследований способствовало формированию лесных подстилок, различающихся по генезису, морфологическим, физико-химическим свойствам.

В лиственных формациях мощность подстилки варьирует в среднем в пределах 1,0–3,4 см, запас – от 6,3 до 30,7 т/га, в лиственных и пихтовых лесах показатели соответственно равны 1,7–3,4 см и 9,9–28,5 т/га, в сосновых лесах возрастают до 3,0–6,5 см и 24,0–78,3 т/га, в приспевающих и спелых еловых насаждениях – до 4,0–8,5 см и 37,4–95,6 т/га. Коэффициент вариации (V) мощности биогеогоризонта А0 по типам леса доходит до 27–42 %. При оценке экологической роли органогенного горизонта целесообразно определение их внутрибиогеоценозной изменчивости [4, 5]. Запасы подстилок различаются в зависимости от почвенно-экологических факторов формирования, состава лесного насаждения, при этом коэффициент вариации составляет 15–44 % [9, 10].

Таблица 1 – Лесные биогеоценозы Среднего Поволжья с различными типами подстилок

Лесной биогеоценоз, ПП	Состав древостоя	А, лет	Нср, м	Почва	Горизонт	Мощность, см	Гумус, %
Тип подстилки муль (сильноразложившаяся)							
Дубняк лещиновоснытьевый, Д-25	10Д+Лп, Кл	96	20,6	Темно-серая лесная среднесуглинистая	А1 АВ	17 14	7,2 2,1
Дубняк лещиноворазнотравный, 2В-12Д	10Д+В	44	14,1	Коричнево-темно-бурая лесная тяжелосуглинистая	А1 АВ	37 16	5,9 2,9
Березняк липовоснытьевый, Б-22	10Б+Лп	65	24,7	Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая	А1 А1А2	12 8	4,1 2,2
Липняк кленоворазнотравный, 2В-3Лп	10Лп+Д	80	26,1	Серая лесная тяжелосуглинистая	А1 А1А2	16 13	5,3 2,8
Подтип подстилки муль-модер (переходная)							
Дубняк липоворазнотравный, Д-14	10Д+Лп	45	16,0	Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	А1 АВ	35 13	9,6 3,4
Березняк неморальнокисличный, Б-21	10Б+Е/ 8Е+2Лп	65/35	28,0/ 11,0	Дерново-сильноподзолистая легкосуглинистая	А1 А1А2	5 12	6,5 0,7
Пихтарник снытьеволещиновый, П-36	5П5Е/ 10П+Е	55/ 30	15,9/ 9,0	Рендзина выщелоченная легкосуглинистая	А1 АВ	16 7	6,8 1,5
Пихтарник липово-пролесниковый, П-211	6П2Лп2Е/ 8П2Е1Лп	70/35	22,3/ 11,0	Коричнево-бурая лесная слабоподзоленная тяжелосуглинистая	А1 А1А2g	10 7	8,7 3,6
Тип подстилки модер (среднеразложившаяся)							
Сосняк кисличник, С-6	10С+Б	50	18,1	Светло-серая лесная среднесуглинистая	А1 А1А2	13 8	3,4 1,9
Сосняк липоворазнотравный, С-20	10С	53	25,2	Темно-серая лесная среднесуглинистая	А1 АВ	15 14	7,0 2,3
Ельник снытьеволиповый, Е-5	8Е2П+Б/ 6П4Е+Б	71/35	26,2/ 11,0	Серая лесная среднесуглинистая	А1 А1А2	9 7	5,4 2,1
Ельник кисличный, Е-213	9Е1П+Б	65	22,8	Коричнево-бурая лесная слабоподзоленная легкосуглинистая	А1 А1А2g	13 6	5,2 1,8
Подтип подстилки мор-модер (переходная)							
Сосняк черничномшистый, С-32	8С2Б	37	14,5	Типично-слабоподзолистая рыхлопесчаная	А1А2 А2В	5 6	1,2 0,9
Ельник брусничный, Е-15	5Е2Б 2Ос1С	68	20,6	Типично-среднеподзолистая связанно-песчаная	А0А1 А2	1 14	22,7 ^х 0,4

Окончание таблицы 1

Лесной биогеоценоз, ПП	Состав древостоя	А, лет	Нср, м	Почва	Горизонт	Мощность, см	Гумус, %
Тип подстилки мор (груборазложившаяся)							
Сосняк бруснично-мшистый, С-31	10С+Б	45	22,5	Бурая лесная связанно-песчаная	A1 AB	9 20	1,2 0,7
Ельник черничный, Е-4	6ЕЗС1Б	70	18,3	Подзол иллювиально-гумусово-железистый рыхлопесчаный	A0A1 A2	2 33	29,7 ^x 0,3

Примечание: ^x – потеря при прокаливании.

Таблица 2 – Свойства подстилок лесных биогеоценозов

ПП	ТЛУ	Мощность АО, см	V ^x , %	Запас, т/га	рН ^{xx}		Гидролитическая кислотность мг.экв/100 г	Са ⁺⁺ Mg ⁺⁺	Насыщенность основаниями, %
					водный	солевой			
Хвойные биогеоценозы									
П-36	Д ₂	2,7	30	24,1	5,8 6,2	5,6 6,0	26,3 20,6	68,4 71,0	72,2 77,5
П-211	Д ₂	2,9	34	20,6	6,0 6,1	5,6 5,7	25,7 24,4	58,6 70,7	69,5 74,3
Е-213	Д ₂	4,0	35	37,4	5,3 5,6	4,8 5,2	34,1 35,4	38,8 57,6	53,2 61,9
Е-15	В ₂	5,0	38	55,0	5,7 5,4	5,3 4,8	34,7 42,4	55,1 49,9	61,4 54,1
Е-4	В ₃	8,5	35	95,6	4,7 4,4 4,0	4,2 3,7 3,2	46,9 77,2 77,2	28,0 28,9 26,2	37,4 27,2 25,3
С-6	С ₂	5,8	27	32,5	5,8 5,4	5,0 4,6	35,5 39,1	73,0 56,2	67,3 59,0
С-20	Д ₂₋₃	4,6	27	36,1	5,3	4,5	48,1	61,9	56,3
С-31	А ₂ -В ₂	6,5	37	78,3	5,0 4,9	4,2 3,9	43,7 52,3	48,2 36,0	52,4 40,8
С-32	А ₂₋₃	3,7	27	30,1	5,2 4,8	4,3 3,7	45,1 47,0	48,6 40,4	51,9 46,2
Лиственные биогеоценозы									
Д-25	Д ₂	3,3	36	16,4	6,5	5,9	22,7	90,0	79,9
2В-12Д	Д ₂	2,5	42	10,4	6,4	5,7	21,0	87,4	80,6
Б-22	С ₂	2,9	41	14,3	6,3	5,8	23,4	103,3	81,5
Д-14	Д ₂₋₃	3,3	30	30,7	6,6 6,4	6,0 5,9	24,4 22,8	104,2 85,3	81,0 78,9
Б-21	С ₂	2,8	36	26,3	6,3 6,0	5,7 5,4	26,5 29,5	110,0 87,8	80,6 74,9

Примечание: ^xV – коэффициент вариации; ^{xx} – данные для подгоризонтов А0¹, А0¹¹ и А0¹¹¹.

При периодическом избыточном увлажнении, в условиях полугидроморфного ландшафта в хвойных формациях, с усилением гидроморфизма запасы подстилок в лесу повышаются [7, 9]. Аккумуляция органического вещества возрастает также с увеличением полноты и возраста насаждения при одинаковых почвенно-грунтовых условиях.

Биогеогоризонт А0 сосновых и еловых лесов характеризуется более высокой актуальной гидролитической кислотностью и наименьшей насыщенностью основаниями. Наи-

большая аккумуляция органического вещества и кислотность (рН_{вод} = 4,0–5,0) в горизонте А0 отмечены в ельнике черничном и сосняке бруснично-мшистом. В подстилках дубовых, липовых, березовых, кленовых фитоценозов автоморфных ландшафтов кислотность невысокая (рН_{вод} = 6,0–6,6), насыщенность основаниями возрастает до 75–82 мг.экв/100 г.

Представлено квалификационное положение лесных подстилок хвойных и лиственных формаций центральных районов Среднего Поволжья (табл. 3). В почвоведении под термина-

ми «муль», «модер» и «мор» часто подразумевают всю совокупность органического вещества лесной подстилки и гумусового горизонта [2]. В лесных экосистемах данные термины применили относительно биогеогоризонта A0: сгруппировали типы муль, модер и мор, а тип модер подразделили на подтипы: муль-модер, модер, мор-модер, обладающие переходными признаками. Ранговое положение органогенного горизонта определялось на основе совокупности показателей: строение профиля, мощность, запас подстилок, физико-химические свойства.

Отношение мощности горизонта A0 к мощности гумусового слоя, степень разложенности растительных остатков также имеют информативное значение.

Разработаны диагностические параметры характеристики подстилок темнохвойных биогеоценозов региона (табл. 4). Преимущественно в древостоях разного возраста, с неодинаковыми лесорастительными условиями различия достоверны ($t > 3,57$). На уровне подтипов более информативными оказались физико-химические показатели биогеогоризонта.

Таблица 3 – Классификационное положение подстилок лесных биогеоценозов Среднего Поволжья

Тип и подтип подстилок		Строение профиля	Морфологическая характеристика
Листоенные биогеоценозы			
Муль		A0 ¹ -(A0A1)	Лесной опад предыдущего года сохраняет (или частично утратил) форму, переход в горизонт A1 с хорошо разложившимся слоем A0A1 или контрастный
Модер	Муль-модер	A0 ¹ -A0 ¹¹	Подгоризонт A0 ¹¹ разложившийся и выражен, ферментативный, переход в минеральный слой почвы ясный; при поверхностном переувлажнении имеется горизонт A0A1, где переход постепенный
Хвойные биогеоценозы			
Муль		A0 ¹ (+A0 ¹¹), A0 ¹ -A0 ¹¹¹	Хвойный опад предыдущего года почти полностью сохраняет форму, контрастный переход в минеральный горизонт или с хорошо разложившимся слоем A0 ¹¹¹
Модер	Муль-модер	A0 ¹ -A0 ¹¹ (+A0 ¹¹¹)	Подгоризонт A0 ¹¹ сформировавшийся, заметно измельчен, разложившийся, переход в нижние горизонты ясный; если имеется слабовыраженный подгоризонт A0 ¹¹¹ , переход заметный
	Модер	A0 ¹ -A0 ¹¹ - (A0A1)	Подгоризонт A0 ¹¹ выражен ясно, слабо измельчен, подгоризонт A0 ¹¹¹ фрагментарный; подстилка слабо уплотнена, связана мицелиями грибов, хорошо отделяется от минерального горизонта; на стыке с минеральным горизонтом встречается слой A0A1
	Мор-модер	A0 ¹ -A0 ¹¹ (A0A1)	Подгоризонт A0 ¹¹ состоит из слабо разложившегося растительного материала, ясно выражен, с чертами слоистости; принизан ризоидами, мицелиями; встречается тонкий органоминеральный слой A0A1
Мор		A0 ¹ -A0 ¹¹ (A0 ¹¹¹) (A0A1)	Подгоризонт A0 ¹¹ слабо разложившийся с войлочным или слоистым сложением, с признаками торфянистости, относительно плотный, растительные остатки хорошо распознаваемы, связанный мицелиями и ризоидами; иногда имеется слой A0A1 землистой консистенции; подгоризонты ясно отделяются по цвету и степени разложенности, переход в минеральный горизонт ясный

Таблица 4 – Показатели биогеогоризонта A0 еловых и пихтовых лесов

Показатели	Тип и подтип подстилки				
	муль	муль-модер	модер	мор-модер	мор
Мощность, см	1,5–2,5 [*]	1,8–3,3	2,4–4,0	4,0–6,5	6,0–8,5
	2,0 ^{xx}	2,5	3,2	5,0	7,4
Запас, т/га	9,9–17,1	14,2–28,5	20,4–41,8	36,6–55,6	66,1–95,6
	12,8	21,7	32,4	46,5	83,6
рН водный	5,6–6,4	5,5–6,2	5,1–5,9	4,7–5,5	4,2–4,9
	6,0	5,9	5,5	5,1	4,4
рН солевой	5,2–6,1	5,1–5,8	4,6–5,5	4,0–5,1	3,2–4,3
	5,6	5,5	5,1	4,6	3,8
A0	0,06–0,10	0,08–0,22	0,10–0,39	0,83–2,50	1,17–3,50
A1+AB(A1A2)	0,08	0,14	0,20	1,67	2,33

Примечание: ^{*} – границы варьирования средних значений по лесным биогеоценозам;

^{xx} – среднее значение для типа и подтипа подстилки.

Мулевая подстилка (синонимы: опадная, мягкогумусовая, сильноразложившаяся) в листовых формациях образуется на автоморфных почвах хорошо дренируемых территорий. Подстилка типа муль обладает малой мощностью, относительно низким запасом органического вещества, иногда выделяется гумифицированный второй слой. Органогенный горизонт имеет близкую к нейтральной или слабोकислую реакцию солевой вытяжки. В лесных насаждениях часто развивается гумусированный минеральный слой мощностью до 22–35 см. Выявлены в березовых, липовых, дубовых, кленовых, ивовых фитоценозах с участием клена остролистного, лещины обыкновенной, рябины обыкновенной и развитого травяного покрова.

Подстилка типа муль в хвойных лесах региона встречается редко, часто однослойная, второй слой хорошо разложившийся. Выявлена в еловых и пихтовых лесах, где произрастают липа, лещина, разнотравье. Сильноразложившийся органогенный горизонт формируется на почвах, насыщенных элементами питания для растений, и часто с выраженной структурой: серых лесных, буроземах, рендзинах, аллювиальных.

Подстилка подтипа муль-модер формируется под пологом темнохвойных (ельники и пихтарники липовые, кисличные, лещиновые), сосновых, лиственничных фитоценозов, преимущественно с ферментативным слоем A_0^{11} и в условиях атмосферного увлажнения. Исследована в хвойных лесах лесостепи Предволжья с рябиной и богатым напочвенным покровом. В прибрежных территориях Волги обнаружена в кленовнике разнотравном и березняке кленово-разнотравном, где почвенный покров имеет периодическое поверхностное переувлажнение. Может формироваться в листовых формациях при повышенном грунтовым увлажнении. Реакция солевой вытяжки варьирует от слабкокислой до близкой к нейтральной.

Модер (среднеразложившаяся, среднегумусовая) – подстилка переходного типа со строением профиля $A_0^1 + A_0^{11}$. На границе лесной подстилки и минерального горизонта почвы часто описывают подгоризонт A_0A_1 землистой консистенции. Органоминеральный слой (мощность около 1 см) темно-бурого или черного цвета окраски, в котором органические остатки трудно отделить от минеральных частиц. Подстилка модер распространена в сосновых насаждениях, функционирующих

на подзолистых, серых лесных почвах суглинистого и супесчаного гранулометрического состава; встречается на буроземах автоморфных ландшафтов (иногда при периодическом поверхностном переувлажнении). В темнохвойных лесах (ельники кисличные, кислично-липняковые, мшистые, липовые, пихтарники кисличные) реакция солевой вытяжки горизонта A_0 изменяется от слабкокислой до среднекислой.

На подзолистых песчаных почвах со слабовыраженным гумусированным горизонтом A_1A_2 под пологом ельников, сосняков брусничных и черничных формируется подстилка подтипа мор-модер. Она образуется в условиях грунтового периодически избыточного увлажнения и обладает преимущественно кислой реакцией водной суспензии, среднекислой и сильнокислой реакцией солевой вытяжки, большими запасами органического вещества. Подгоризонт A_0^{11} обычно не выражен, может формироваться слой A_0A_1 землистой консистенции и черной окраски.

Мор (груборазложившаяся, грубогумусовая) – уплотненная подстилка образуется при избытке влаги, в полугидроморфных условиях, на подзолах (верхний горизонт A_2) или типично-сильноподзолистых (верхний горизонт A_1A_2) рыхлопесчаных и связанно-песчаных почвах юго-восточных и восточных районов Республики Марий Эл. Мощный органогенный горизонт формируется в ельниках черничных. В напочвенном покрове развиты чернично-сфагновые, чернично-зеленомошные парцеллы. Биогоризонт A_0 типа мор очень редко выявлен в сосняках бруснично-мшистых на автоморфных песчаных почвах, где после осадков происходит периодический застой влаги в растительном опаде. В профиле характерно четкое разделение на три слоя ($A_0^1 + A_0^{11} + A_0^{111}$), наличие черного, землистого органо-минерального слоя A_0A_1 . Подгоризонт A_0^1 имеет мощность около 2–3 см, состоящий почти из неразложившегося опада. Подгоризонт A_0^{11} представляет слой ферментации из слабо-разложившихся растительных остатков, связан мицелиями. Подгоризонт A_0^{111} представлен сильно-разложившимся опадом с трудно различимыми растительными остатками, почти черной окраски.

В хвойных экосистемах в груборазложившейся подстилке отмечена слабая трансформация растительных остатков, накапливаются большие запасы органических веществ, в слое A_0A_1 аккумулируются минеральные ча-

стицы. Слои подстилки переплетены гифами грибов, корнями растений. В лесной подстилке происходит образование кислых продуктов разложения, которые нисходящим током влаги просачиваются в минеральные горизонты почвенного профиля. Под воздействием сильнокислого и слабо насыщенного основаниями органогенного горизонта А0 в песчаных почвах протекают процессы оподзоливания.

В центральных районах Среднего Поволжья температурные показатели, сумма выпадающих осадков содействуют разложению органических остатков, что отражается на развитии дернового почвообразовательного процесса, гумусонакопления. В лесных сообществах региона подстилки ранга мор-модер и мор распространены редко, развиты преимущественно подстилки муть, муть-модер и модер. В подстилках мор-модер и мор песчаных подзолов и типично-подзолистых почв аккумулируется до 35–40 % и более общего запаса органического вещества почвенного профиля. В мулевой подстилке серых лесных почв, черноземов содержится до 10 % общего запаса органического вещества почв, значительная часть органических соединений сосредоточена в минеральных горизонтах А1, АВ, А1А2.

В практике лесного хозяйства лесокультурными, лесоводственными, мелиоративными мероприятиями возможно изменить условия формирования, свойства лесных подстилок. Выращивание смешанных лесных культур, проведение рубок ухода, изменение полноты древостоя, сомкнутости полога приводят к активизации процессов разложения растительных остатков. Участие в составе лесов лиственных пород, кустарников, травяного покрова улучшает условия для трансформации органического вещества [3]. Преобразование состава и свойств лесной подстилки отражается на генезисе и плодородии почв, видовом составе травяного и кустарникового ярусов, лесовозобновлении, производительности лесов. При изучении лесных сообществ, выявлении закономерностей взаимосвязи компонентов биогеоценозов важно определить фракционный состав растительного опада. В лесной биогеоценологии в названии подстилки указывают состав фитоценоза: липовая сильноразложившаяся (муль), лиственничная среднеразложившаяся (модер), еловая грубо-разложившаяся (мор).

Выводы. Формирование биогеогоризонта А0 определяется составом, структурой, продуктивностью лесных насаждений, почвенно-

грунтовыми факторами, условиями увлажнения. С увеличением возраста и изменением полноты древостоев, состава растительного покрова, влажности территорий, гидротермического режима в почвенных слоях происходит трансформация лесной подстилки, что характеризует ее динамичность. Смена типа леса, вызванная естественными природными и антропогенными факторами, изменения процессов внутри биогеоценозов, интенсивности биологического круговорота веществ могут привести к переходу ранга подстилок из одного в другое. Более информативными показателями при выделении типов и подтипов подстилок являются мощность, запас, кислотность, отношение мощности горизонта А0 к мощности гумусового слоя почвы. Разработанное классификационное положение подстилок целесообразно применить при биогеоценологических исследованиях лесов Среднего Поволжья, Удмуртской Республики, разработке эффективных лесохозяйственных мероприятий по повышению разнообразия лесов, воспроизводству устойчивых лесных насаждений.

Список источников

1. Ахметова Г. В. Пространственная неоднородность химического состава лесных подстилок основных насаждений средней тайги Восточной Финляндии // Лесоведение. 2022. № 3. С. 250–261.
2. Газизуллин А. Х. Почвообразование, почвы и лес: монография. Казань: РИЦ «Школа», 2005. 540 с.
3. Долгая В. А., Бахмет О. Н. Свойства лесных подстилок на ранних этапах естественного лесовозобновления после сплошных рубок в средней тайге Карелии // Лесоведение. 2021. № 1. С. 65–77.
4. Карпачевский Л. О. Экологическое почвоведение. Москва: ГЕОС, 2005. 336 с.
5. Оценка внутрибиогеоценозной изменчивости лесных подстилок и травяно-кустарничковой растительности в еловых насаждениях / О. В. Семенюк, В. М. Телеснина, Л. Г. Богатырев [и др.] // Почвоведение. 2020. № 1. С. 31–43.
6. Структурно-функциональная организация подстилок в борах Марийского Заволжья / Л. Г. Богатырев, Ю. П. Демаков, А. В. Исаев [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2019. № 1. С. 3–9.
7. Телеснина В. М., Семенюк О. В., Богатырев Л. Г. Подстилки и живой напочвенный покров как информационные характеристики в биогеоценозах мелколиственных лесов Московской области // Почвоведение. 2023. № 7. С. 801–814.
8. Типология лесных подстилок некоторых типов насаждений Ботанического сада МГУ имени М. В. Ломоносова (Ленинские горы) / Л. Г. Богаты-

рев, А. И. Бенедиктова, Ф. И. Земсков [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2019. № 2. С. 3–15.

9. Ульданова Р. А., Сабиров А. Т. Аккумуляция органического вещества в биогеогоризонте лесов Среднего Поволжья // Актуальные проблемы лесной биогеоценологии: сборник научных статей. Казань: Бриг, 2022. С. 111–116.

10. Ульданова Р. А., Сабиров А. Т. Почвенно-экологические условия произрастания лесной растительности правобережья реки Волги // Российский журнал прикладной экологии. 2020. № 4. С. 26–35.

References

1. Ahmetova G. V. Prostranstvennaya neodnorodnost' himicheskogo sostava lesnyh podstilok sosnovykh nasazhdenij srednej tajgi Vostochnoj Fennoskandii // Lesovedenie. 2022. № 3. S. 250–261.

2. Gazizullin A. H. Pochvoobrazovanie, pochvy i les: monografiya. Kazan': RIC «Shkola», 2005. 540 s.

3. Dolgaya V. A., Bahmet O. N. Svoystva lesnyh podstilok na rannih etapah estestvennogo lesovozobnovleniya posle sploshnyh rubok v srednej tajge Karelii // Lesovedenie. 2021. № 1. S. 65–77.

4. Karpachevskij L. O. Ekologicheskoe pochvovedenie. Moskva: GEOS, 2005. 336 s.

5. Ocenka vnutribiogeocenoizmenchivosti lesnyh podstilok i travyano-kustarnichkovoj rastitel'nosti v elovyh nasazhdeniyah / O. V. Semenyuk, V. M. Telesnina, L. G. Bogatyrev [i dr.] // Pochvovedenie. 2020. № 1. S. 31–43.

6. Strukturno-funkcional'naya organizaciya podstilok v borah Marijskogo Zavolzh'ya / L. G. Bogatyrev, Yu. P. Demakov, A. V. Isaev [i dr.] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie. 2019. № 1. S. 3–9.

7. Telesnina V. M., Semenyuk O. V., Bogatyrev L. G. Podstilki i zhivoj napochvennyj pokrov kak informacionnye harakteristiki v biogeocenoazah melkolistvennyh lesov Moskovskoj oblasti // Pochvovedenie. 2023. № 7. S. 801–814.

8. Tipologiya lesnyh podstilok nekotoryh tipov nasazhdenij Botanicheskogo sada MGU imeni M. V. Lomonosova (Leninskie gory) / L. G. Bogatyrev, A. I. Benediktova, F. I. Zemskov [i dr.] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie. 2019. № 2. S. 3–15.

9. Ul'danova R. A., Sabirov A. T. Akkumulyaciya organicheskogo veshchestva v biogeogorizonte lesov Srednego Povolzh'ya // Aktual'nye problemy lesnoj biogeocenoologii: sbornik nauchnyh statej. Kazan': Brig, 2022. S. 111–116.

10. Ul'danova R. A., Sabirov A. T. Pochvenno-ekologicheskie usloviya proizrastaniya lesnoj rastitel'nosti pravoberezh'ya reki Volgi // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii. 2020. № 4. S. 26–35.

Сведения об авторах:

А. Т. Сабиров¹✉, доктор биологических наук, профессор;

Р. А. Ульданова², кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научно-исследовательской работе;

Р. Р. Абсаямов³, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А. А. Сабиров⁴, главный разработчик информационных систем

¹Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, ул. Даурская, 28, Казань, Россия, 420087

²МБУ ДО «ДЭБЦ» НМР РТ, просп. Шинников, 59, Нижнекамск, Россия, 423584

³Удмуртский ГАУ, ул. Кирова, 16, Ижевск, Россия, 426033

⁴ООО «ГК «ИННОТЕХ», Пресненская наб., 12, Москва, Россия, 123112

[✉]tasat@list.ru

Original article

FOREST LITTER IN THE MIDDLE VOLGA REGION: FORMATION AND CLASSIFICATION POSITION

Ayrat T. Sabirov¹✉, **Railya A. Uldanova**², **Rafael R. Absalyamov**³, **Artur A. Sabirov**⁴

¹Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

²Children's Ecological and Biological Center, Nizhnekamsk, Russia

³Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

⁴ООО GK INNOTECH, Moscow, Russia

[✉]tasat@list.ru

Abstract. The study of the composition and properties of forest litter makes it possible to understand the ecology of functioning of forest biogeocenosis, the direction of soil formation processes. The purpose of the study is to determine the nature of the formation and qualification status of forest litter in the central regions of the Middle Volga region. The biogeocenoecological studies of spruce, fir, pine, larch, oak, linden, maple and birch forests in the

southern regions of the Kirov region, the Mari El Republic and the Republic of Tatarstan were carried out. Morphological features, thickness, volume, physical and chemical properties of the forest litter have been revealed. The formation of biogeohorizon A0 is determined by the composition and structure of forest plantations, soil factors, and humidity conditions. The classification position of the litter of forest ecosystems in the Middle Volga region has been developed. The terms mull, moder, mor were used for the name of the types of biogeohorizon A0. The litter of the moder type was divided into subtypes: mull-moder, moder, mor-moder. The diagnostic parameters of the litter characteristics of dark coniferous biogeocenosis of the region were shown. In deciduous formations, the thickness of the forest litter varies on average within 1.0–3.4 cm, the volume ranges from 6.3 to 30.7 t/ha, these indicators are 1.7–3.4 cm and 9.9–28.5 t/ha for larch and fir forests respectively, they increase to 3.0–6.5 cm and 24.0–78.3 t/ha in pine forests, up to 4.0–8.5 cm and 37.4–95.6 t/ha in maturing and old spruce plantations. The litter of coniferous biogeocenosis is distinguished by relatively high acidity and the lowest saturation of bases. The highest accumulation of organic matter and actual acidity (pH = 4.0–5.0) in the biogeohorizon A0 were noted in the blueberry spruce forest and the cranberry-mossy pine forest. Changes in the age and density of the stand, in the composition and productivity of phytocenosis, alter the nature of the formation of the organic horizon A0. In forestry management it is reasonable to indicate the formation in which the forest litter is formed: oak strongly decomposed (mull), pine medium decomposed (moder), spruce roughly decomposed (mor).

Key words: Middle Volga region, coniferous and deciduous biogeocenosis, forest litter, formation, qualification position, properties.

For citation: Sabirov A. T., Uldanova R. A., Absalyamov R. R., Sabirov A. A. Forest litter in the Middle Volga region: formation and classification position. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 3(79): 77–85. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_3_77-85.

Authors:

A. T. Sabirov¹✉, Doctor of Biological Sciences, Professor;

R. A. Uldanova², Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director for Research;

R. R. Absalyamov³, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

A. A. Sabirov⁴, Chief Developer of information systems

¹Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28 Dauraskaya St., Kazan, Russia, 420087

²Children's Ecological and Biological Center, 59 Shinnikov Prospect, Nizhnekamsk, Russia, 423584

³Udmurt State Agricultural University, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033

⁴OOO GK INNOTECH, 12 Presnenskaya Emb., Moscow, Russia, 123112

¹tasat@list.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 17.05.2024; одобрена после рецензирования 26.06.2024;

принята к публикации 06.09.2024.

The article was submitted 17.05.2024; approved after reviewing 26.06.2024; accepted for publication 06.09.2024.