

УДК 631.41

## ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЛАБИЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЗАНДРОВЫХ МЕСТНОСТЕЙ ЗАПОВЕДНИКА «БРЯНСКИЙ ЛЕС»\*

А.И. Казакова, А.А. Семиколенных, А.В. Горнов, М.В. Горнова, Н.В. Лукина

Дана оценка влияния растительности на лабильные характеристики почв (кислотность, содержание общего углерода, азота, доступных форм элементов питания) полидоминантных широколиственных лесов с елью и сосняков кустарничково-зеленомошных заповедника «Брянский лес», формирующихся в автоморфных ландшафтах. При сопоставимом валовом и гранулометрическом составе почвообразующих пород различия почв между этими типами леса обусловлены влиянием растительности, а именно ее способностью формировать опад разного качества и регулировать количество осадков, проникающих под лесной полог и способствующих выносу из почв соединений элементов питания. Почвы сосняков кустарничково-зеленомошных отличаются высокой кислотностью, низким содержанием общего азота и органического углерода, а также доступных для биоты соединений элементов питания по сравнению с почвами полидоминантных широколиственных лесов с елью. Древостой сосняков имеет низкую сомкнутость полога, что приводит к более интенсивному выносу соединений элементов питания атмосферными осадками, инфильтрующимися через почву.

*Ключевые слова:* лесные почвы, заповедник «Брянский лес», сосняки кустарничково-зеленомошные, полидоминантные широколиственные леса с елью, влияние растительности, лабильные характеристики почвы, кислотность, общий углерод, элементы питания, доступные формы.

### Введение

В условиях глобальных изменений роль лесов в выполнении таких экосистемных функций, как регулирование плодородия почв, цикла углерода и азота, сложно переоценить. В связи с принятием Парижского климатического соглашения, в котором лесам уделяется особое внимание, актуальным становится исследование механизмов реализации этих функций. В их основе лежит динамика взаимосвязи *лесная почва—растительность*, которую можно оценить количественно с использованием таких лабильных характеристик почв, как кислотность, содержание доступных для биоты соединений элементов питания, общего органического углерода и азота [8, 11]. Исследованию различных свойств почв хвойно-широколиственных лесов европейской части России посвящено множество работ [4, 6, 10, 18, 19, 22 и др.]. Однако специальные сравнительные оценки влияния растительности различных типов леса на лабильные характеристики почв зандровых местностей не проводились. Цель данной работы — дать оценку влияния растительности на лабильные характеристики лесных почв зандровых местностей заповедника «Брянский лес».

### Объекты и методы исследования

Исследования проводили в южной части Брянского полесья в пределах заповедника «Брянский лес». В ботанико-географическом плане физико-географический район относится к Полесской подпровинции Восточноевропейской провинции Европейской широколиственнолесной области [13]. На территории заповедника наиболее распространены зандровые местности [1]. Они представляют собой песчаные волнисто-западинные равнины водно-ледникового происхождения, на которых преобладают сосняки, сформированные в результате рубок и пожаров. Кроме того, здесь сохранились уникальные полидоминантные хвойно-широколиственные леса [3, 23]. По почвенно-географическому районированию заповедник входит в Среднерусскую провинцию подзолистых почв [5]. По полученным нами данным и на основании исследований, проведенных ранее, здесь преобладают почвы отдела Альфегумусовые, формирующиеся преимущественно на флювиогляциальных песках [6, 17, 18]. Для оценки влияния растительности на свойства почв в работе рассматриваются широко распространенные сосняки кустарничково-зеленомошные и локально сохранившиеся полидоминантные широколиственные леса с елью. В про-

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 16-17-10284), РФФИ (проект 15-29-0269 офи\_м), ЦЭПЛ РАН (№ 0110-2018-0007) и Президиума РАН (№ 0110-2018-0005).

цессе изучения выполнены следующие сопряженные геоботанические и почвенные исследования.

Произведено по 11 геоботанических описаний сообществ в каждом типе леса на пробных площадках, размером 100 м<sup>2</sup>. С учетом ярусной структуры составлен полный список видов. В каждом ярусе определяли проективное покрытие по шкале Ж. Браун-Бланке [9], латинские названия сосудистых растений даны по [21], мхов — в соответствии со списками [25, 26]. Видовое разнообразие сообществ оценивали с помощью показателей видового богатства и видовой насыщенности [12, 15].

Для характеристики почв лесов заповедника на вершинах грив задровых местностей в обоих типах леса заложено по три пробных площади размером 50 × 50 м, которые разделили на 25 квадратов (10 × 10 м) и с помощью почвенного бура оттуда отобрали по три средние пробы по горизонтам (L, FH, AY, E, BF) методом смешивания 7–8 единичных проб. Кроме того, на каждой пробной площади закладывали опорный разрез, откуда отбирали образцы почв из горизонтов подстилки (L и FH) и минеральных горизонтов AY, E, BF, BC(C). Для оценки объема почвенных вод на пробных площадях закладывали гравитационные почвенные лизиметры [10].

Почвенные образцы в лабораторных условиях высушивали, просеивали через сито с ячейками 2 мм. Актуальную кислотность (рН) измеряли потенциометрическую в водной вытяжке, обменную и гидролитическую — в вытяжках 1 н. KCl и 1 М CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> (рН 7,0), соответственно, титрованием до рН 7,8 [20]. Содержание органического углерода и общего азота определяли на CHN-анализаторе EA 1110 (CHNS—O); при оценке количества доступных для биоты соединений элементов питания образцы почв обрабатывали 1 М CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> (рН 4,65) [24, 28]. Содержание металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (AAnalyst 800 spectrometer); валовой химический состав гор. BC/C — методом рентгено-флюоресцентного анализа, гранулометрический состав — методом Качинского. Статистическую обработку результатов проводили в пакете STATISTICA ( $\alpha = 0,05$ ). Достоверность различий по характеристикам почв оценивали с использованием U-критерия Манна—Уитни.

### Результаты и их обсуждение

**Общая геоботаническая характеристика.** Возраст древостоя сообществ сосняков кустарничково-зеленомошных — 40–60 лет. Сомкнутость древесного яруса — 50–70%. В древостое доминирует сосна обыкновенная *Pinus sylvestris*, реже встречается *Betula pubescens*, единично отмечены особи *Quercus robur*. Средняя сомкнутость яруса кустарников и подростов деревьев — 20%. В подросте

часто встречаются *Picea abies*, *Q. robur*, *B. pubescens*, реже — *Acer platanoides* и *Sorbus aucuparia*. Из кустарников встречаются *Frangula alnus* и *Chaetochytrium ruthenicum*. Среднее проективное покрытие травяного яруса — 45%, средняя высота травостоя — 20 см. Преобладают бореальные виды: *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea*. Покрытие зеленых мхов — до 90%, доминируют *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum*, реже — *Hylocomium splendens*. Видовая насыщенность на 100 м<sup>2</sup> — от 13 до 22 видов растений. Всего на одиннадцати площадках произрастают 29 видов растений. В этих сообществах встречается валеж сосны на начальных стадиях разложения.

Возраст древостоя сообществ полидоминантных широколиственных лесов с елью — более 120 лет. В связи со спонтанным развитием в них постепенно формируются прорывы (окна) в пологом древостое и ветровально-почвенные комплексы. Валеж находится на разных стадиях разложения. Древесный ярус — полидоминантный, сомкнутость — 60–90%. Он состоит из восьми видов, сосна полностью выпадает. В древостое содоминируют *Q. robur*, *P. abies*, *A. platanoides*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, реже *Fraxinus excelsior*, *B. pubescens* и *Populus tremula*. Средняя сомкнутость яруса кустарников и подростов деревьев — 35%. В подросте преобладает *T. cordata*, *A. platanoides*, *U. glabra*, реже отмечены *F. excelsior*, *P. abies*, *P. tremula*, *S. aucuparia* и *Malus sylvestris*. Среди кустарников чаще встречается *Corylus avellana*, меньше участие *Padus avium*, *F. alnus* и *Euonymus verrucosa*. Среднее проективное покрытие травяного яруса — 65%, средняя высота травостоя — 40 см. В нем доминируют виды неморальной группы: *Aegopodium podagraria*, *Alliaria petiolata*, *Asarum europaeum*, *Carex pilosa*, *Convallaria majalis*, *Galeobdolon luteum*, *Mercurialis perennis*, *Stellaria holostea* и др. Напочвенные мхи не встречаются. По сравнению с сосновыми лесами увеличиваются показатели видового разнообразия: видовая насыщенность — 32–39, видовое богатство — 64 вида растений.

**Общая морфологическая характеристика почв.** В сосняках кустарничково-зеленомошных и широколиственных лесах формируются дерново-подзолы со сходным строением почвенного профиля: L—FH—AY—(AYE)—E—(EBF)—BF(BHF)—C [7]. Верхний, деструктивный, слой лесной подстилки сосновых лесов состоит из опада прошлого и текущего годов (хвоя, редкие листья дуба, кора, шишки, мелкие ветки) и мохового начеса с доминированием *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum*. Горизонт L широколиственных лесов характеризуется обилием опада листьев клена, вяза, липы, березы, дуба. Многочисленны желуди, кора деревьев, ветки. Нижний, ферментативный, или ферментативно-гумифицированный, слой лесной подстилки содержит разлагающийся опад, остатки

Т а б л и ц а 1

**Валовой химический состав нижних минеральных горизонтов (ВС и С) почв лесов разного типа, процент от массы прокаленной почвы**

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Потеря при прокаливании
Сосняк кустарничково-зеленомошный (n = 6)											
<u>97,46</u> 0,11	<u>0,91</u> 0,05	<u>0,18</u> 0,02	<u>0,07</u> 0,02	<u>0,46</u> 0,01	<u>0,28</u> 0,01	<u>0,27</u> 0,02	<u>0,01</u> 0,00001	<u>0,08</u> 0,01	не обн. —	<u>0,01</u> 0,001	<u>0,65</u> 0,09
Полидоминантный широколиственный лес (n = 5)											
<u>97,69</u> 0,15	<u>0,85</u> 0,06	<u>0,16</u> 0,03	<u>0,10</u> 0,02	<u>0,48</u> 0,01	<u>0,28</u> 0,02	<u>0,22</u> 0,02	<u>0,01</u> 0,00001	<u>0,11</u> 0,02	не обн. —	<u>0,01</u> 0,001	<u>0,62</u> 0,10

Примечание. Над чертой — среднее, под чертой — стандартная ошибка среднего; n — объем выборки (здесь и в табл. 2—4).

древесины, пронизан многочисленными корнями растений и мицелием. Мощность подстилки сосновых лесов варьирует от 3 до 7 см. Подстилка широколиственных лесов отличается от сосновой меньшей мощностью (от 2 до 4 см), фрагментарностью ферментативного горизонта, что связано быстрой минерализацией листового опада и вовлечением его в активный биологический круговорот.

Под лесной подстилкой как в сосновых, так и в широколиственных лесах формируется серогумусовый горизонт мощностью ~20 см, для которого отмечены признаки элювиирования в виде отмытых зерен минералов, что придает ему более светлую окраску. Под серогумусовым горизонтом в сосновых лесах выделяется фрагментарный, или маломощный, элювиальный гор. Е (до 6 см), который в некоторых случаях не диагностируется как чистый горизонт, а выделяется как переходный — АУЕ/ЕВФ. В широколиственных лесах элювиальный горизонт мощнее (до 40 см), но зачастую турбированный и неоднородный. Как в сосновых, так и в широколиственных лесах ярко выражен горизонт аккумуляции гумуса и железа (от 20 до 45 см). Переход к почвообразующей породе постепенный и проявляется в смене окраски на светло-бежевую без примесей образований охристого цвета. Вся толща почвенного профиля имеет песчаный гранулометрический состав.

Общая характеристика почвообразующих пород. Согласно результатам работ по геолого-геоморфологическому строению территории брянского лесного массива (частью которого является заповедник), почвообразующей породой здесь являются флювиогляциальные пески, лежащие на смеси кварцево-глауконитовых песков с фосфоритами [16]. Достоверных различий в валовом составе нижних гор. ВС и С между типами леса не обнаружено (табл. 1).

Самое высокое содержание отмечено для кремния — в среднем 97,55%, оксида алюминия —

<1,09%. Суммарное содержание кальция, магния и калия — 1,00%, оксидов марганца, титана, натрия, железа и серы — в среднем 0,36%. Гранулометрический состав (гравий, песок, пыль и ил) в гор. ВС и С почв обоих лесов также свидетельствует об отсутствии различий в почвообразующих породах между объектами исследования (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Гранулометрический состав нижних минеральных горизонтов (ВС и С) почв лесов разного типа**

Содержание фракций, %			
1—2, гравий	1—0,05, песок	0,05—0,001, пыль	<0,001, ил
Сосняк кустарничково-зеленомошный (n = 3)			
<u>4,3</u> 2,9	<u>94,9</u> 2,8	<u>0,76</u> 0,1	<u>0,05</u> 0,01
Полидоминантный широколиственный лес (n = 3)			
<u>11,3</u> 6,9	<u>87,9</u> 7,1	<u>0,76</u> 0,2	<u>0,04</u> 0,01

Оценка влияния растительности на лабильные характеристики почв. Актуальная кислотность органических и верхних минеральных горизонтов почв сосновых лесов достоверно выше ( $p < 0,001$ ), чем широколиственных (табл. 3). В подгор. L ее значения определяются химическим составом растительности: опад широколиственных лесов богат ионами кальция, калия, магния, что объясняет близкие к нейтральным значения рН. В гор. FН преобладают процессы ферментации и гумификации, что приводит к образованию органических кислот, вызывающих общее подкисление среды. В сосновых лесах эти процессы выражены сильнее, поэтому значения рН значительно ниже. Верхний минеральный гор. АУ/АУЕ в лесах обоих типов в среднем имеет самые высокие значения кислотности среди таковых всех минеральных, что связано с миграцией кислот из вышележащего горизонта.

Т а б л и ц а 3

## Кислотность почв лесов разного типа, смоль(+)/кг

Горизонт	<i>n</i>	pH	ГК	ОК	OAL	ОН
Сосняк кустарничково-зеленомошный						
L	10	$\frac{4,5}{0,1}$	$\frac{148,0}{1,9}$	$\frac{7,9}{0,3}$	$\frac{1,5}{0,4}$	$\frac{6,4}{0,7}$
FH		$\frac{4,1}{0,1}$	$\frac{171,6}{4,0}$	$\frac{7,8}{0,9}$	$\frac{1,7}{0,3}$	$\frac{6,1}{0,6}$
AУ/AУЕ		$\frac{3,9}{0,1}$	$\frac{13,8}{0,4}$	$\frac{2,0}{0,2}$	$\frac{1,5}{0,2}$	$\frac{0,5}{0,1}$
E	2	$\frac{4,2}{—}$	$\frac{10,5}{—}$	$\frac{0,7}{—}$	$\frac{0,5}{—}$	$\frac{0,2}{—}$
BF	9	$\frac{4,2}{0,1}$	$\frac{11,3}{0,2}$	$\frac{1,3}{0,1}$	$\frac{1,1}{0,1}$	$\frac{0,2}{0,03}$
Полидоминантный широколиственный лес						
L	11	$\frac{6,1}{0,1}$	$\frac{115,2}{2,1}$	$\frac{7,5}{0,6}$	$\frac{2,7}{0,5}$	$\frac{4,8}{0,3}$
FH		$\frac{6,0}{0,2}$	$\frac{113,6}{2,0}$	$\frac{3,0}{0,4}$	$\frac{1,0}{0,2}$	$\frac{2,0}{0,2}$
AУ/AУЕ		$\frac{4,4}{0,1}$	$\frac{13,8}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,1}$	$\frac{0,5}{0,1}$	$\frac{0,3}{0,02}$
E	6	$\frac{4,6}{0,1}$	$\frac{9,8}{0,05}$	$\frac{0,3}{0,02}$	$\frac{0,2}{0,01}$	$\frac{0,1}{0,004}$
BF	7	$\frac{4,4}{0,1}$	$\frac{10,9}{0,4}$	$\frac{0,8}{0,2}$	$\frac{0,7}{0,2}$	$\frac{0,1}{0,01}$

Примечание. «—» — недостаточный объем выборки (здесь и в табл. 4).

Гидролитическая кислотность (ГК) почв достоверно различается между типами леса только в подгоризонтах подстилки: ее значение в сосновых лесах значительно выше, чем в широколиственных ( $p < 0,00001$ ). Обменная кислотность (ОК) подгор. L одинакова в сосновых и широколиственных лесах, хотя обнаруживаются значительные различия в содержании обменного водорода и алюминия. Вклад обменного водорода (ОН) в общую обменную кислотность выше в сосновых лесах ( $p = 0,0003$ ), в то время как в широколиственных увеличивается доля обменного алюминия (OAL) ( $p = 0,02$ ).

Обменная кислотность подгор. FH оказалась выше в подстилках сосновых лесов ( $p = 0,0003$ ) за счет большего содержания как обменных водорода, так и алюминия ( $p < 0,0003$ ). Этот показатель минеральных гор. AУ/AУЕ и BF почв сосновых лесов также достоверно выше ( $p = 0,0001$  и  $p = 0,05$  соответственно). В обоих типах леса в формировании обменной кислотности обоих горизонтов возрастает участие обменного алюминия ( $p = 0,0001$  и  $p = 0,05$  соответственно) и уменьшается доля обменного водорода ( $p < 0,01$ ).

Содержание общего углерода в подстилке сосновых лесов значительно выше, чем в широколиственных ( $p < 0,0003$ ) (табл. 4). Это можно объяснить

тем, что в первых процессы трансформации опада, возможно, протекают медленнее, что связано с преобладанием трудноразлагаемых соединений (лигнин, танин, полифенолы), входящих в состав хвойного опада [27]. В подстилках широколиственных лесов процессы минерализации органического вещества протекают быстрее. В сосняках кустарничково-зеленомошных формируется подстилка ферментативного типа, среднесопряженная, сложная или субпримитивная, среднемощная, хвойная. В широколиственных лесах с елью она деструктивного, реже ферментативного типа, средне- или сильносопряженная, примитивная или субпримитивная, очень маломощная, листовенная, состоящая в основном из опада текущего года [2]. В процессе минерализации одна часть соединений углерода выделяется в атмосферу, другая — поглощается почвенной биотой и мигрирует в минеральные горизонты.

В верхнем минеральном гор. AУ/AУЕ наблюдается обратная по сравнению с подстилкой картина: в широколиственных лесах содержание углерода значительно выше, чем в сосновых ( $p < 0,02$ ). Более ярко выраженные процессы аккумуляции углерода в этом горизонте в широколиственных лесах могут быть связаны как с деятельностью почвенной биоты, переносящей органическое вещество подстилки в верхний минеральный горизонт, так и с относительно низким количеством проникающих под полог осадков, что объясняется высоким возрастом и более значительной сомкнутостью крон. В сосновых лесах выражены элювиальные процессы, что приводит к более интенсивному промыванию профиля. Об этом свидетельствует значительный объем здесь почвенных лизиметрических вод ( $510 \pm 97$  мл) по сравнению с широколиственными ( $23 \pm 3$  мл), отобранных нами на протяжении осенне-весеннего периода 2016—2017 гг. Также это может быть связано с более кислым характером этих вод и высокой миграционной активностью органо-минеральных комплексов сосновых лесов. Для нижних минеральных горизонтов статистически значимых отличий по содержанию углерода не выявлено.

Содержание общего азота в подгор. L подстилки широколиственных лесов значительно выше, чем сосновых ( $p < 0,007$ ). Преобладание дуба, клена, липы, вяза, тополя, березы и ясеня, а также старовозрастных деревьев ели объясняет высокое содержание азота в опаде. Для подгор. FH статистически значимых различий в содержании азота между двумя типами леса не выявлено. Это может быть связано с более активным поглощением доступных соединений азота растительностью и другой биотой широколиственных лесов из гор. FH подстилки. В верхнем серогумусовом горизонте почв широколиственных лесов содержание азота значительно выше, чем в гор. AУ/AУЕ почв сос-

Т а б л и ц а 4

Содержание углерода, азота и доступных элементов в почвах лесов разного типа

Горизонт	n	N <sub>общ</sub> , %	C <sub>общ</sub> , %	C/N	BS*	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	P	S
					%									
Сосняк кустарничково-зеленомошный														
L	10	<u>1,50</u> 0,08	<u>46,9</u> 0,6	<u>34</u> 4	<u>15</u> 1	<u>3,71</u> 0,19	<u>0,47</u> 0,03	<u>1,48</u> 0,08	<u>0,020</u> 0,001	<u>0,048</u> 0,002	<u>0,006</u> 0,0002	<u>1,01</u> 0,29	<u>0,53</u> 0,03	<u>0,15</u> 0,01
FH		<u>1,50</u> 0,06	<u>43,5</u> 1,1	<u>27</u> 1	<u>9</u> 1	<u>2,47</u> 0,17	<u>0,22</u> 0,01	<u>0,65</u> 0,03	<u>0,019</u> 0,001	<u>0,046</u> 0,004	<u>0,009</u> 0,001	<u>0,43</u> 0,15	<u>0,28</u> 0,02	<u>0,14</u> 0,01
AУ/AУЕ		<u>0,08</u> 0,01	<u>1,7</u> 0,2	<u>18</u> 2	<u>2</u> 0,3	<u>0,04</u> 0,01	<u>0,01</u> 0,001	<u>0,02</u> 0,002	<u>0,002</u> 0,0002	<u>0,095</u> 0,006	<u>0,06</u> 0,01	<u>0,01</u> 0,004	<u>0,003</u> 0,0004	<u>0,01</u> 0,001
E	2	<u>0,02</u> —	<u>0,3</u> —	<u>10</u> —	<u>0,7</u> —	<u>0,01</u> —	<u>0,001</u> —	<u>0,004</u> —	<u>0,001</u> —	<u>0,04</u> —	<u>0,03</u> —	<u>0,002</u> —	<u>0,002</u> —	<u>0,003</u> —
BF	9	<u>0,03</u> 0,002	<u>0,5</u> 0,04	<u>13</u> 1	<u>0,8</u> 0,1	<u>0,01</u> 0,002	<u>0,002</u> 0,001	<u>0,01</u> 0,000	<u>0,001</u> 0,0001	<u>0,18</u> 0,04	<u>0,11</u> 0,01	<u>0,01</u> 0,003	<u>0,002</u> 0,0004	<u>0,01</u> 0,001
Полидоминантный широколиственный лес														
L	11	<u>2,15</u> 0,05	<u>40,4</u> 1,0	<u>16</u> 1	<u>40</u> 1,5	<u>11,15</u> 0,75	<u>1,77</u> 0,06	<u>2,14</u> 0,09	<u>0,018</u> 0,002	<u>0,009</u> 0,002	<u>0,008</u> 0,001	<u>2,21</u> 0,18	<u>0,83</u> 0,04	<u>0,20</u> 0,01
FH		<u>1,68</u> 0,07	<u>27,1</u> 1,3	<u>14</u> 1	<u>32</u> 1	<u>8,84</u> 0,46	<u>0,79</u> 0,04	<u>0,67</u> 0,06	<u>0,013</u> 0,001	<u>0,018</u> 0,003	<u>0,011</u> 0,002	<u>1,78</u> 0,21	<u>0,30</u> 0,03	<u>0,14</u> 0,01
AУ/AУЕ		<u>0,23</u> 0,03	<u>2,7</u> 0,3	<u>11</u> 1	<u>16</u> 3	<u>0,52</u> 0,13	<u>0,03</u> 0,01	<u>0,04</u> 0,01	<u>0,002</u> 0,001	<u>0,057</u> 0,004	<u>0,03</u> 0,01	<u>0,14</u> 0,03	<u>0,01</u> 0,002	<u>0,01</u> 0,001
E	6	<u>0,01</u> 0,002	<u>0,2</u> 0,001	<u>7</u> 1	<u>4</u> 0,5	<u>0,05</u> 0,01	<u>0,002</u> 0,0001	<u>0,004</u> 0,0001	<u>0,001</u> 0,0001	<u>0,04</u> 0,003	<u>0,01</u> 0,002	<u>0,01</u> 0,001	<u>0,002</u> 0,0001	<u>0,003</u> —
BF	7	<u>0,04</u> 0,006	<u>0,5</u> 0,1	<u>12</u> 2	<u>7</u> 2	<u>0,12</u> 0,03	<u>0,01</u> 0,001	<u>0,01</u> 0,001	<u>0,001</u> 0,0003	<u>0,10</u> 0,04	<u>0,17</u> 0,08	<u>0,01</u> 0,003	<u>0,002</u> 0,0001	<u>0,003</u> —

\*BS — насыщенность основаниями.

новых лесов ( $p < 0,02$ ), что объясняется бóльшим его количеством в подстилочном подгор. L. Также различия по содержанию азота в верхнем минеральном горизонте между почвами разных типов леса могут быть связаны с более высокой биомассой микоризных грибов в широколиственных лесах. Известно, что чем больше микоризных грибов в почвах, тем выше скорость перевода азота в усвояемую для растений форму и последующего его удаления из верхнего органического горизонта как за счет поглощения растениями и грибами, так и за счет вымывания в нижележащие горизонты, в том числе в АУ/АУЕ [29].

Отношение C/N показывает относительное обогащение органического вещества азотом верхних органогенных горизонтов почв широколиственных лесов по сравнению с сосновыми ( $p < 0,003$ ), что косвенно может свидетельствовать о более высокой потенциальной скорости здесь минерализации органического вещества.

Содержание доступных для биоты соединений элементов питания в почвах широколиственных и сосновых лесов достоверно различно (табл. 4). Количество соединений кальция и магния достоверно выше в почвах широколиственных лесов, причем как в подстилке, так и в минеральных го-

ризонтах ( $p < 0,03$ ), что связано с составом опада. Известно, что этих элементов в опаде широколиственных видов деревьев существенно больше [14]. Содержание доступного калия и натрия также выше в подгор. L и гор. АУ/АУЕ широколиственных лесов по сравнению с сосновыми ( $p < 0,03$  и  $p < 0,004$  соответственно для калия и натрия). Степень насыщенности основаниями выше в почвах широколиственных лесов как в подстилочных, так и минеральных горизонтах ( $p < 0,002$ ), тогда как содержание доступного алюминия достоверно больше в тех же горизонтах почв сосновых лесов. При сопоставимом валовом содержании в почвообразующих породах одной из причин большого количества доступного алюминия в подстилке может быть преобладание его в опаде хвои сосны и в остатках мхов, которые концентрируют этот элемент [8]. Концентрация доступного железа в гор. L подстилки невысока, но выше в широколиственных лесах ( $p < 0,03$ ), однако в гор. АУ/АУЕ сосновых лесов его практически в два раза больше, чем в гумусовом горизонте широколиственных ( $p < 0,02$ ). Это может быть связано с тем, что кислая среда мобилизует железо так же, как и алюминий, и переводит его в более подвижную форму. Доступных соединений марганца, фосфора и серы значительно

больше в подстилке и гумусовом горизонте широколиственных лесов ( $p < 0,01$ ).

Различия в содержании доступных соединений элементов питания могут быть связаны не только с составом опада доминирующих растений, но и с интенсивностью процессов их вымывания из почв, которая определяется количеством осадков, проникающих под полог леса разного строения. Как показано выше, характер этих процессов в сосновых лесах значительно отличается от широколиственных.

### Выводы

Установлено, что сосняки кустарничково-зеленомошные и полидоминантные хвойно-широколиственные леса с елью, произрастающие на вершинах грив задровых местностей, развиваются на почвообразующей породе сходного валового и гранулометрического состава, которая представляет собой рыхлый песок. Основная доля в валовом составе приходится на оксиды кремния и алюминия (98,64%). Оксиды по убыванию их содержания можно расположить в следующем порядке:  $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{K}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{MnO}$ .

Выявленные различия во влиянии растительности сосновых и полидоминантных широколиственных лесов с елью на лабильные характеристики почв обусловлены формированием опада разно-

го качества, а также разной сомкнутостью древостоя, которая регулирует количество проникающих под полог осадков и интенсивность выноса соединений элементов из почв этих лесов. Сосняки отличаются низкой сомкнутостью древесного полога и высокой интенсивностью выноса элементов питания из почв, о чем свидетельствует более значительный объем лизиметрических вод. Содержание азота и доступных для биоты элементов питания ниже, а отношение C/N шире в почвах сосняков кустарничково-зеленомошных, отличающихся грубым и кислым опадом с небольшой обогащенностью элементами питания.

Наиболее информативные показатели, отражающие особенности взаимосвязи почва—растительность в подстилке и верхнем гумусовом горизонте — актуальная и обменная кислотность, содержание органического углерода и общего азота, доступных для биоты соединений Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, S и P. В иллювиальном горизонте таких показателей становится меньше. К ним относятся Ca, Mg, Al, обменная кислотность и обменный алюминий.

Авторы благодарны РФФИ за финансирование полевых работ; РНФ — за частичное финансирование проведения количественного анализа элементов питания; коллективу экоаналитической лаборатории ЦКП «Хроматография» (рег. № 3297) ИБ Коми НЦ УрО РАН (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511257) за выполнение количественного анализа углерода и азота.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биогеоценотический покров Неруссо-Деснянского Полесья: механизмы поддержания биологического разнообразия / Под ред. О.В. Смирновой и др. Брянск, 1999.
2. Богатырёв Л.Г. О классификации лесных подстилок // Почвоведение. 1990. № 3.
3. Евстигнеев О.И. Механизмы поддержания биологического разнообразия лесных биогеоценозов: Дис. ... докт. биол. наук. Нижний Новгород, 2010.
4. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М., 1977.
5. Карта почвенно-географического районирования. Масштаб 1: 15 000 000 // Национальный атлас почв Российской Федерации / Под ред. С.А. Шобы и др. М., 2011.
6. Киселева Ю.А. Особенности формирования почв полесий на примере заповедника «Брянский лес» (вновь к вопросу о буроземо- и подзолообразовании) // Роль почв в биосфере. Тр. И-та почвоведения МГУ—РАН. Вып. 1. М., 2002.
7. Классификация и диагностика почв России / Под ред. Л.Л. Шишова и др. Смоленск, 2004.
8. Лукина Н.В., Орлова М.А., Исаева Л.Г. Плодородие лесных почв как основа взаимосвязи почва—растительность // Лесоведение. 2010. № 5.
9. Миркин Б.М., Розенберг Л.Г., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М., 1989.
10. Никонов В.В., Лукина Н.В., Безель В.С. и др. Рассеянные элементы в бореальных лесах / Под ред. А.С. Исаева. М., 2004.
11. Орлова М.А., Лукина Н.В., Камаев И.О. и др. Мозаичность лесных биогеоценозов и плодородие почв // Лесоведение. 2011. № 6.
12. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России. М., 2000.
13. Растительность европейской части СССР. Л., 1980.
14. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности Земного шара. М., 1965.
15. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г. и др. Популяционные и фитоценологические методы анализа биоразнообразия растительного покрова // Сохранение и восстановление биоразнообразия: Учеб.-метод. пос. М., 2002.
16. Соколов Л.А. К вопросу классификации почвообразующих и подстилающих горных пород Брянского лесного массива // Вклад ученых и специалистов в национальную экономику. Т. 2. Брянск, 1998.
17. Соколов Л.А., Стефуришин М.В. Лесорастительные свойства почв Брянского лесного массива // Тез. докл. Всесоюз. совещ. «Лесорастительные свойства и ант-

ропогенная динамика лесных почв». 4—8 июля 1990 г. Брянск, 1990.

18. *Стефуришин М.В.* Оценка почвенно-экологических условий водно-ледниковых ландшафтов Брянского лесного массива // Вопросы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. Вып. 10. Брянск, 2000.

19. *Султанбаева Р.Р., Копцик Г.Н., Смирнова И.Е., Копцик С.В.* Поступление и миграция растворимого органического углерода в почвах лесных экосистем подзоны широколиственно-хвойных лесов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2015. № 4.

20. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой и др. М., 2006.

21. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995.

22. *Щеглов А.И., Цветнова О.Б., Касацкий А.А.* Динамика загрязнения Cs-137 различных компонентов лесных экосистем Брянского Полесья // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2014. № 3.

23. *Evstigneev O.I., Korotkov V.N.* Pine Forest Succession on Sandy Ridges within Outwash Plain (Sandur

in Nerussa-Desna Polesie // Russ. J. Ecosyst. Ecol. 2016. Vol. 1, N 3. DOI 10.21685/2500-0578-2016-3-2.

24. *Halonen O., Tulkki H., Derome J.* Nutrient analysis methods // Metsantutkimuslaitoksen tiedonantoja. 1983. Vol. 121.

25. *Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A.* et al. The check-list of mosses of East Europe and North Asia // Arctoa. T. 15. 2006.

26. *Konstantinova N.A., Bakalin V.A., Andreeva E.N.* et al. The checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // Arctoa. 2009. T. 18.

27. *Kuiters A.T., Sarink H.M.* Leaching of phenolic compounds from leaf and needle litter of several deciduous and coniferous trees // Soil Biol. and Biochem. 1986. Vol. 18, N 5.

28. Methods for integrated monitoring in the Nordic countries. Vol. 68. Nord, 1989.

29. *Read D.J., Perez-Moreno J.* Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems — a journey towards relevance? // New Phytolog. 2003. N 157.

Поступила в редакцию  
19.06.2017

## INFLUENCE OF VEGETATION ON LABILITY CHARACTERISTICS OF SOILS OF ZANDER LOCATIONS OF “BRYANSKY FOREST” RESERVE

**A.I. Kazakova, A.A. Semikolenykh, A.V. Gornov, M.V. Gornova, N.V. Lukina**

The influence of vegetation on labile characteristics (acidity, total carbon and nitrogen, available nutrients) of polydominant coniferous-broadleaf forests soils and pine forests soils of Bryansk Forest Nature Reserve reserve was estimated. Soils of pine forests had higher acidity and lower content of total nitrogen, organic carbon and available elements of nutrients compared to soils of coniferous-broadleaf forests. These distinctions are generally caused by the influence of vegetation, mainly by its ability to produce different quality of litter and ability to regulate the amount of precipitation, percolating through forest canopy.

*Key words:* forest soils, Bryansk Forest Nature Reserve, vegetation influence, polydominant coniferous-broadleaf forest, pine forests, labile characteristics, acidity, total carbon, elements of nutrition, exchange forms.

### Сведения об авторах

**Казакова Анастасия Игоревна**, магистрант каф. географии почв ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, мл. науч. сотр. лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. *E-mail:* nasta472288813@yandex.ru. **Семиколенных Андрей Александрович**, канд. биол. наук, ст. препод. каф. географии почв ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* aasemik@list.ru. **Горнов Алексей Владимирович**, канд. биол. наук, зам. директора по науке ФГБУН Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. *E-mail:* avg@cepl.rssi.ru. **Горнова Мария Владимировна**, канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории структурно-функциональной организации и устойчивости лесных экосистем ФГБУН Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. *E-mail:* mariya\_harlampieva@mail.ru. **Лукина Наталия Васильевна**, чл.-корр. РАН, докт. биол. наук, профессор, директор ФГБУН Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. *E-mail:* lukina@cepl.rssi.ru