

УДК 630.627

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ЭКОСИСТЕМЫ ЮЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ

© 2012 А.К. Юзбеков, С.Е. Мазина, В.В. Тимошенко

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию 13.05.2012

На примере лесных сообществ национального парка «Валдайский» (центр отдыха «Северное сияние») изучено влияние рекреации на видовой состав и видовую структуру почвенно-растительного комплекса. Показано снижение видового разнообразия и численности видов на участках рекреации. Проанализированы верхние почвенные горизонты, валовой химический состав почв, эмиссия углекислого газа с поверхности почв. Выявлено статистически достоверное увеличение дыхания почвы в условиях рекреации по сравнению с контрольными постоянными точками учета. Показано снижение мощности и уплотнение верхнего горизонта, которое коррелирует с уменьшением проективного покрытия мохообразных и снижением численности микроорганизмов и грибов.

Ключевые слова: *рекреация, лесные экосистемы, дыхание почвы*

Национальный парк «Валдайский» располагается на границе двух растительных зон южной тайги и смешанных лесов. На территории парка насаждения с преобладанием ели занимают 28% лесных земель [13]. Режим национального парка гарантирует сохранность уникальных фитоценозов, но их поддержание требует постоянного контроля за лесными экосистемами в условиях рекреации. Для диагностики степени рекреационного влияния на лесные экосистемы используют ряд показателей, значимость которых варьирует по оценкам разных исследователей и в зависимости от типа экосистемы. На реакцию организмов влияет интенсивность и длительность рекреационного воздействия и эколого-биологические особенности видов [14]. Одним из способов оценки лесного массива является диагностика уровня деградации почвенно-растительного покрова. Растительность нижнего яруса испытывает негативное воздействие от механических повреждений, изменений физических параметров почвы, трансформации микрофлоры почвы.

Цель исследования: изучение структуры лесного фитоценоза и выявление наиболее значимых для диагностики рекреационного воздействия параметров.

Юзбеков Ахмед Кадималиевич, доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры общей экологии. E-mail: uak2003@mail.ru

Мазина Светлана Евгеньевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры радиохимии. E-mail: conophytum@mail.ru

Тимошенко Владислава Витальевна, аспирантка. E-mail: tororoto@rambler.ru

Объект и методы. Исследования проводили в национальном парке «Валдайский» (центр отдыха «Северное сияние»). Парк расположен на юго-востоке Новгородской области в пределах центральной части Валдайской возвышенности – основного водораздела Русской равнины. Создан в 1990 г. и принят в Федерацию природных парков Европы. Протяженность парка с севера на юг – 104 км, с запада на восток – 45 км. Площадь парка – 158500 га. Климат умеренно-континентальный с умеренно-теплым летом и довольно продолжительной умеренно-холодной зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет +3,2°C, средняя температура самого теплого месяца (июля) – +17,0°C, самого холодного (января) – –9,3°C, продолжительность безморозного периода – 128 дней. Климат в целом характеризуется избыточным увлажнением: годовая сумма осадков за 1925-2004 гг. составила примерно 709 мм [13].

С геоморфологической точки зрения территория парка относится к зоне краевых ледниковых образований, где проходила ледниковая аккумуляция. Рельеф представлен в основном тремя типами (моренным, зандровым и камовым) и характеризуется исключительной геоморфологической пестротой, чередованием холмов и гряд с западинами, ложбинами стока и небольшими равнинами [1]. Характерной особенностью территории парка является значительное число водных объектов (озер, рек, ручьев), площадь акватории составляет около 9% площади парка. В почвенном покрове парка преобладают дерново-слабоподзолистые почвы, для которых в данном регионе характерны относительная обогатенность первичными минералами и в зависимости от почвообразующих пород – остаточная карбонатность [7].

Большая часть территории парка покрыта лесами (85% территории парка). Если классифицировать лесные сообщества парка не по доминантам, а исходя из всего флористического состава, они образуют четыре основные группы: бореальные леса (сосновые, еловые и смешанные зеленомошные леса), незаболоченные флористически богатые, т.н. неморальные леса (богатые ельники, т.е. леса с участием неморальных видов в травяном покрове, дубравы, осинники, сероольшанники), заболоченные флористически богатые леса (заболоченные ельники и березняки, черноольшанники), флористически бедные заболоченные березняки и сосняки на сфагновых болотах [7, 9].

В настоящее время преобладающим антропогенным фактором в парке является рекреация. Ежегодно парк посещают более 60 тыс. человек. Единовременная рекреационная емкость составляет около 19 тыс. человек летом и 4 тыс. – зимой. Центр отдыха «Северное сияние» – небольшой пансионат на территории парка с единовременной рекреационной емкостью 115 человек зимой и 150 – летом; координаты – 58,01172° с.ш. и 33,34540° в.д., преобладают елово-сосновые зеленомошные леса.

Для описания ассоциаций на исследуемой территории выбирали наиболее типичные участки

площадью 100 м², с разным уровнем рекреационной нагрузки, расположенные на пойменной террасе в центре отдыха «Северное сияние». Всего выделено три площадки с различными стадиями рекреационной дигрессии, одна из которых контрольная. На площадках проводили геоботанические описания по стандартной методике [4]. Список видов покрытосеменных приведен по П.Ф. Маевскому [8]. Стадии рекреационной дигрессии определяли трансектным методом через процент вытоптанной поверхности напочвенного покрова [11]. Поток CO₂, направленный из почвы в атмосферу, определяли методом закрытых камер [6], как сумму дыхания всех почвенных организмов. Он включал дыхание организмов разлагающих подстилку, но не включал поток CO₂, поступающий от разложения древесного дебриса. Методика замеров рассмотрена в статье А.К. Юзбекова [15]. Измерения проводили в течение 3-х - 4-х минут на каждой точке с помощью анализатора закрытого типа LI-6200 (Li-Cor Inc., Lincoln, Небраска, США). Твердость почвы определяли с помощью стрелочного пенетromетра. Достоверность различий полученных результатов оценивали с использованием критерия Стьюдента при 5%-ном уровне значимости.

Таблица 1. Характеристика исследованных площадок

Параметры	Контрольная площадка	Зона рекреации 1	Зона рекреации 2
состав древостоя	Е7С5	Е5С4	Е3С1
сомкнутость крон	0,7	0,6	0,5
проективное покрытие травяного яруса / мохообразных, %	60 / 100	10 / 2	40 / 3
число видов растений / мохообразных / грибов	10 / 6 / 15	5 / 1 / 1	9 / 3 / 1
биомасса мохообразных г/см ²	0,11±0,03	0,01±0,01	0,03±0,01
стадия рекреационной дигрессии	-	III-IV	III
эмиссия CO ₂ , г С м ⁻² сут ⁻¹	2,95±1,12	4,95±2,41	3,2±3,0
твердость, Н/см ²	53,07±3,45	66,67±2,31	61,33±2,31
микровицеты	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus niger</i>
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Alternaria alternate</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
	<i>Botrytis sp.</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>
	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>
	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Mortierella sp.</i>	<i>Mortierella sp.</i>
	<i>Mortierella sp.</i>	<i>Mucor hiemalis</i>	<i>Mucor hiemalis</i>
	<i>Mucor hiemalis</i>	<i>Mucor globosus</i>	<i>Mucor globosus</i>
	<i>Mucor globosus</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Penicillium sp.</i>
	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Penicillium funiculosum</i>	<i>Trichoderma album</i>
	<i>Penicillium baradicum</i>	<i>Trichoderma album</i>	<i>Mycelia sterilia (Basidiomyc.)</i>
	<i>Penicillium expansum</i>	<i>Mycelia sterilia (Basidiomyc.)</i>	<i>M. sterilia (Mucedin.)</i>
	<i>Penicillium jensenii</i>	<i>M. sterilia (Mucedin.)</i>	<i>M. sterilia (Dematiac.)</i>
	<i>Penicillium kurssanovii</i>	<i>M. sterilia (Dematiac.)</i>	
	<i>Trichoderma album</i>		
	<i>Mycelia sterilia (Basidiomyc.)</i>		
	<i>M. sterilia (Mucedin.)</i>		
	<i>M. sterilia (Dematiac.)</i>		

Были отобраны образцы двух верхних генетических горизонтов почв. Образцы субстратов проанализированы по ряду физико-химических показателей, расчеты приведены на усредненную пробу. Органическое вещество определяли по методу Тюрина, азот по Кьельдалю, влажность субстратов, pH водной суспензии, механический состав по стандартным методикам [2]. Количественный учет микромицетов, микроводорослей и бактерий почвы проводили методами прямого счета и выращивания на селективных средах: почвенная вытяжка для микроорганизмов, среда Чапека для микромицетов и минеральная среда №6 для водорослей и цианобактерий [10]. Просмотр образцов осуществляли в световом микроскопе Leica DMLS (Германия) и Биолам МБС-9 (Россия). Биомассу мохообразных на единице площади определяли весовым методом.

Результаты и их обсуждение. Обследованный лесной участок ельник-зеленомошник с примесью сосны, подростом из ели и нижним ярусом, состоящим из можжевельника, черемухи, кустарничков черники и брусники и

травянистым ярусом, представленным неморальными видами. Зоны рекреации характеризуются отсутствием подроста, в зоне рекреации 2 произошла смена видового состава: луговые виды вытеснили неморальные [16]. Почвы относятся к стволу: постлитогенные почвы; отделу: слаборазвитые почвы, «псаммозем оподзоленный» с горизонтами O1-Ce-Cff-C. Проведено исследование двух верхних горизонтов почвенного слоя на глубину 20 см, поскольку известно, что рекреационные изменения субстратов не затрагивают более глубокие горизонты [5]. На всех образцах отмечено подстилочное осветление в слое 0,5-1 см, следы миграции железа на глубину 2 см в горизонте Ce. В зонах рекреации происходит снижение мощности верхних горизонтов, уменьшение органических частиц в подстилке, снижение показателей количества углерода и азота, уплотнение верхних горизонтов и связанное с этим снижение влагоемкости, повышение pH горизонта Ce. При этом в валовом химическом составе почв в контрольных и опытных точках учета достоверных различий не обнаружено (табл. 2).

Таблица 2. Характеристики почвенных горизонтов

Участок	Контрольная площадка		Зона рекреации 1		Зона рекреации 2	
	O1	Ce	O1	Ce	O1	Ce
горизонт						
мощность горизонта, см	3	5	0,3-0,5	4-4,5	1,5-1,3	6-7
влажность, %	11,8±0,5	2,15±0,2	7,4±0,7	1,2±0,14	1,65±0,2	1,05±0,07
pH	-	3,5	-	6,6	4,4	4,4
численность бактерий в 1 г	3·10 ⁹	4·10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹
численность микромицетов в 1 г	4·10 ³	6·10 ³	10 ³	2·10 ³	10 ³	2·10 ³
численность водорослей в 1 г	2·10 ³	2·10 ²	10 ²	10 ²	10 ²	10 ²
с общ., %	62	53	56	52	48	38
азот, %	1,9	1,7	1,8	1,6	1,5	0,9
крупные органические частицы, %	49,64	0,82	17,51	0,72	1,61	1,31
крупные минеральные частицы, %	-	17,26	29,59	29,36	29,28	22,86
порозность, доля пустот, %	79±1	58,5±8,5	56±1	35,5±0,5	45±7,9	35,5±1,5
плотность, г/см ³	0,44±0,1	2,55±0,3	2,12±0,2	2,55±0,06	1,6±0,7	1,6±0,4
Валовой химический состав почв % на прокаленную навеску						
SiO ₂	-	77,2	-	76,8	-	77,6
Al ₂ O ₃	-	11,0	-	10,7	-	11,2
Fe ₂ O ₃	-	2,4	-	2,1	-	1,8
CaO	-	2,3	-	2,1	-	1,6
MgO	-	0,5	-	0,6	-	0,6
K ₂ O	-	2,4	-	2,3	-	2,4

Изменения почвенных характеристик в зоне рекреации обусловлены, в первую очередь, интенсивным механическим воздействием и преобразованием состава и структуры комплекса почвенных микроорганизмов. Анализ видового состава микромицетов выявил незначительное снижение числа видов в зоне рекреации. Численность микроорганизмов и

водорослей снижена, что может повлиять на общую биологическую активность верхних горизонтов (табл. 1) [3]. Выявлено статистически достоверное увеличение дыхания почвы в условиях рекреационного воздействия. Вероятно, увеличение эмиссии CO₂ с поверхности почвы обусловлено изменением активности анаэробной микрофлоры почвы, связанной с

увеличением затрат (потребность микробного комплекса в субстрате) на адаптацию [12].

Выводы: полученные данные свидетельствуют о том, что рекреация оказывает воздействие на все изученные параметры лесных экосистем национального парка. При этом существенные изменения претерпевают следующие параметры: механический состав, твердость и порозность почвы, эмиссия CO₂ с поверхности почвы, проективное покрытие всех ярусов, видовой состав растений, мохообразных и грибов, численность микроорганизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Атласов, А.И.* Тектонико-геоморфологические особенности района национального парка «Валдайский» // Исследования природного и историко-культурного комплексов национального парка «Валдайский». – Валдай. 2005. С. 55-57.
2. *Аринушкина, Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М., 1970. 486 с.
3. *Бганцова, В.А.* Влияние рекреационного лесопользования на почву / *В.А. Бганцова, Л.А. Соколов* // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. С. 70-95.
4. *Викторов, С.В.* Краткое руководство по геоботаническим съёмкам / *С.В. Викторов, Е.А. Востокова, Д.Д. Вышивкин.* – М.: МГУ. 1959. 227 с.
5. *Егоров, А.Г.* Измерение твердости почв прибрежных территорий среднего течения реки Томи в условиях рекреационного воздействия. // Современные проблемы науки и образования. Биологические науки. 2010. №2. С. 9-14.
6. *Замолодчиков, Д.Г.* Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах // Устойчивое лесопользование. 2011. Т. 29. №4. С. 15-22.
7. *Коротков, К.О.* Леса Валдая. – М.: Наука, 1991. 160 с.
8. *Маевский, П.Ф.* Флора средней полосы европейской части России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
9. *Морозова, О.В.* Сосудистые растения национального парка «Валдайский». Под ред. *Новикова В.С. / О.В. Морозова, Н.Г. Царевская, Е.А. Белоновская.* – М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия и ИПЭЭ РАН, 2010. 95 с.
10. *Нетрусов, А.И.* Практикум по микробиологии. – М., 2005. 602 с.
11. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные комплексы. – М., 1995. 8 с.
12. *Помазкина, Л.В.* Мониторинг трансформации углерода в агроэкосистемах Байкальского региона в зависимости от загрязнения почв фторидами алюминиевого производства и климатических факторов / *Л.В. Помазкина, Л.Г. Соколова, Е.Н. Звягинцева* // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, №1(4). С. 1049-1053.
13. *Пегов, С.А.* План действий по достижению устойчивого развития территории национального парка «Валдайский» / *С.А. Пегов, В.И. Николаев, М.П. Кузнецов.* – М.: КРАСАНД, 2009. 80 с.
14. *Рысин, Л.П.* Динамика и устойчивость рекреационных лесов / *Л.П. Рысин, А.В. Абатуров, Л.И. Савельева* и др. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 165 с.
15. *Юзбеков, А.К.* Влияние рекреации на эмиссию CO₂ с поверхности почвы в лесных экосистемах национального парка «Валдайский» / *А.К. Юзбеков, В.В. Тимошенко* // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. 2011. № 4. С. 72-77.
16. *Юзбеков, А.К.* Влияние рекреации на почвенно-растительный покров национального парка «Валдайский» / *А.К. Юзбеков, В.В. Тимошенко, С.Е. Мазина* // Региональная научно-практическая конференция Полевой сезон 2011: Исследования и природоохранные действия на особо охраняемых природных территориях Новгородской области. 2011. С. 20-22.

INFLUENCE OF THE RECREATION ON SOUTHERN FIR GROVES ECOSYSTEMS

© 2012 A.K. Yuzbekov, S.E. Mazina, V.V. Tymoshenko

Moscow State University named after M.V. Lomonosov

On example of forest communities at national park "Valdayskiy" (the rest center "Polar lights") influence of recreation on species diversity and species structure of soil-vegetative complex is studied. Decrease in species diversity and number of types on recreation sites is shown. The top soil horizons, gross chemical composition of soils, emission of carbon dioxide from soil surface are analysed. The authentic increase in soil respiration in the conditions of recreation in comparison with control constant points is revealed statistically. Decrease in capacity and consolidation of the top horizon which correlates with decrease of projective covering of glues and decrease in number of microorganisms and fungi is shown.

Key words: *recreation, forest ecosystems, soil respiration*

Ahmed Yuzbekov, Doctor of Biology, Professor, Leading Research Fellow at the Common Ecology Department. E-mail: uak2003@mail.ru

Svetlana Mazina, Candidate of Biology, Senior Research Fellow at the Radiochemistry Department. E-mail: conophytum@mail.ru

Vladislava Tymoshenko, Post-graduate Student. E-mail: tororoto@rambler.ru