



УДК 582.29

<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.35.19>

Факторы, влияющие на разнообразие лишайников в усадебных парках Псковской области

Н. Б. Истомина, О. В. Лихачева

*Псковский государственный университет, г. Псков, Россия
E-mail: rgpu.istomina@mail.ru*

Аннотация. Исследована лишенофлора старинных усадебных парков, расположенных на территории Псковской области и основанных в конце XVIII – начале XX в. Выполнен сравнительный анализ видового состава, определены факторы, влияющие на разнообразие лишайников. С использованием статистических методов определена зависимость числа видов лишайников от длительности существования усадебных парков, их площади, от количества субстратов, разнообразия видового состава древесно-кустарниковых пород, а также месторасположения парков, определяющего степень антропогенной нагрузки; показан уровень связи видовых составов лишайников парков, расположенных в разных растительно-климатических подзонах. На основании результатов анализа среды изученных факторов выявлены существенные и второстепенные.

Ключевые слова: Псковская область, усадебные парки, лишайники, возраст парковых сообществ, площадь парков, количество типов субстратов, видовой состав древесно-кустарниковых насаждений, наличие окружающих естественных лесных массивов.

Для цитирования: Истомина Н. Б., Лихачева О. В. Факторы, влияющие на разнообразие лишайников в усадебных парках Псковской области // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2021. Т. 35. С. 19–33. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.35.19>

Введение

Лишайники являются обязательными компонентами различных растительных сообществ, в которых играют важную роль в качестве структурных элементов. Вопрос о факторах, определяющих разнообразие лишайников как в естественных, так и в управляемых и искусственно созданных сообществах широко обсуждается в литературе. Рядом исследований показана зависимость разнообразия видов лишайников и состава их синузид от особенностей местообитаний в лесных сообществах [Jüriado, Liira, Paal, 2009], континуальности в пространстве и во времени [Dettki, Esseen, 1998; Lichens and bryophyte ... , 2002; Influence of tree ... , 2009; Diversity and distribution ... , 2017; Androsova, Tarasova, Gorshkov, 2018], параметров древостоя [Influence of tree ... , 2009; Richness of epiphytic ... , 2009; A pine is ... , 2016; Jüriado, Paal, 2018], физико-химических особенностей коры деревьев [Kuusinen, 1996; Sander, 1999; Borg, Aronsson, 2004; Истомина, Лихачева, 2016; Diversity and distribution ... , 2017; Androsova, Tarasova, Gorshkov, 2018]. Проведены исследования лишайникового покрова эпигеидов [The impact of ... ,

2013] и эпифитов на стволах деревьев хвойных [Influence of tree ... , 2009; Notov, Zhukova, 2015; Androsova, Tarasova, Gorshkov, 2018] и широколиственных пород [Jüriado, Liira, Paal, 2009] в естественных растительных сообществах, а также искусственных сообществах усадебных парков [Sander, 1999; Истомина, Лихачева, 2016], управляемых лесах и лесных плантациях [Dettki, Esseen, 1998; Lichens and bryophyte ... , 2002; The impact of ... , 2013]. Для последних одними из существенных факторов, влияющих на разнообразие видов лишайников, называются структура (возраст) и проективное покрытие древостоя. Положительное влияние на разнообразие лишайников, в том числе редких видов, оказывает гетерогенность растительных сообществ, обусловленная присутствием различных пород деревьев и кустарников [Dettki, Esseen, 1998; Kuusinen, 1996; A pine is ... , 2016], отмершей древесины различной степени разложения [Lichens and bryophyte ... , 2002], разновозрастностью древостоя и наличием крупномерных старовозрастных деревьев [Dettki, Esseen, 1998; Lichens and bryophyte ... , 2002; Influence of tree ... , 2009], что также характерно для исследуемых авторами настоящей публикации сообществ усадебных парков [Истомина, Лихачева, 2016].

Цель настоящей работы – выявление факторов, определяющих разнообразие лишайников в усадебных парках Псковской области.

В задачи исследования входило: 1) определение зависимости числа видов лишайников от возраста (времени создания) усадебных парков, их площади, от количества субстратов и разнообразия видового состава древесно-кустарниковых пород в парках; 2) выявление зависимости видового богатства и видового состава лишайнофлор от местоположения усадебных парков (вблизи от лесных массивов, в населённых пунктах или на периферии и за их пределами); 3) определение (уровня) связи видовых составов лишайников парков в зависимости от зональных типов растительного покрова.

Материалы и методы

В 2004–2010 гг. были проведены инвентаризационные исследования лишайнофлоры в 46 старинных усадебных парках Псковской области, время основания которых датируется концом XVIII – началом XX в. Характеристики обследованных парков (время создания, площадь, расположение в населённом пункте или вблизи от лесного массива, нахождение в пределах растительно-климатической подзоны) представлены в табл. 1. В ходе работы проанализировано около 20 тыс. образцов, выявлено 166 видов лишайников [Истомина, Лихачева, 2009].

Лишайники в парках обнаружены на четырёх типах субстратов: древесной коре (стволы и ветви живых деревьев и кустарников), почве, мёртвой древесине (обработанная древесина, а также пни и поваленные стволы), минеральном субстрате естественного (валуны) и антропогенного (бетон) происхождения. Эпифитные лишайники собирали со стволов форофитов от корневых лап до высоты 2 м. Число типов субстратов, на которых были обнаружены лишайники (от 1 до 4); число древесно-кустарниковых пород и количество обследованных форофитов; число видов лишайников и видов-эпифитов, произрастающих в соответствующем парке, указаны в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика обследованных усадебных парков Псковской области

Название парка	Под-зона	Время создания	Площадь, га	Расположение		Число типов субстрата	Число		
				в границах населённого пункта	рядом с лесным массивом		ДКП	стволов	видов лишайников/эпифитов
Чернево	ЮТ	2-я пол. XIX в.	42	+	-	1	9	202	62/62
Лог	ЮТ	Нач. XIX в.	3	-	+	1	16	98	72/72
Лющик	ЮТ	2-я пол. XIX в.	13,5	+	-	1	9	80	40/40
Любенск	ЮТ	Кон. XVIII – нач. XIX в.	8	+	+	3	8	109	70/68
Вечаша	ЮТ		25	-	+	2	8	112	44/43
Уткина Мыза	ЮТ		30	-	+	1	8	68	43/43
Курья	ЮТ	1-я пол. XIX в.	3,5	+	+	1	7	57	37/37
Гривцево	ЮТ		3,5	+	-	1	3	20	20/20
Андромер	ЮТ	Сер. XIX в.	4	+	-	1	12	123	48/48
Бровск	ЮТ		11	-	+	1	11	119	56/56
Орлова Гора	ЮТ	Кон. XIX – нач. XX в.	< 2	+	+	1	4	55	30/30
Выборово	ЮТ		4	-	-	3	7	115	57/55
Грузинское	ХШЛ	Сер. XIX в.	< 2	+	-	1	8	50	29/29
Зубово	ХШЛ	2-я пол. XIX в.	25	+	-	1	6	71	37/37
Быстрецово	ХШЛ	1-я пол. XIX в.	6	+	-	2	8	82	51/50
Туховик	ХШЛ	Кон. XVIII в.	16	+	+	1	10	54	21/21
Хилово	ХШЛ	1-я пол. XIX в.	10	-	+	1	14	160	63/63
Полоное	ХШЛ		< 2	+	-	1	6	74	26/26
Холомки	ХШЛ	Нач. XX в.	20	-	+	2	11	135	60/58
Вольшово	ХШЛ	Кон. XVIII в.	108	-	+	4	15	219	64/59
Марьяна Дубрава	ХШЛ	2-я пол. XIX в.	30	+	-	1	16	179	47/47
Халахальня	ХШЛ	Кон. XIX в.	26	-	+	1	14	94	45/45
Кильск	ХШЛ	1-я пол. XIX в.	3	+	+	2	11	149	61/58
Колосовка	ХШЛ		6	+	+	1	9	105	27/27
Лавры	ХШЛ	Кон. XIX в.	12	+	-	2	16	126	64/63
Кирилово	ХШЛ	Кон. XVIII в.	3	-	-	1	3	100	42/42
Жеребцово	ХШЛ		2	+	-	1	10	85	25/25
Шеннихово	ХШЛ	Сер. XIX в.	2	+	-	1	9	102	49/49
Гораи	ХШЛ	1-я пол. XIX в.	6	+	-	2	10	239	57/57
Воскресенское	ХШЛ	Кон. XVIII в.	< 2	-	+	1	6	41	34/34
Тригорское	ХШЛ	2-я пол. XVIII в.	28	-	-	4	10	129	67/62
Михайловское	ХШЛ	Кон. XVIII в.	20	-	+	4	11	103	100/90
Петровское	ХШЛ	2-я пол. XVIII в.	12	+	-	2	10	127	58/56
Лысая Гора	ХШЛ	сер. XIX в.	< 2	-	+	1	6	88	43/43
Стехново	ХШЛ	1-я пол. XIX в.	8	+	-	1	7	90	45/45
Вехно	ХШЛ	2-я пол. XIX в.	10	+	-	4	9	76	45/42
Алтун	ХШЛ		25	+	+	2	17	111	62/61
Ладино	ХШЛ	2-я пол. XVIII в.	< 2	+	-	2	7	103	42/37
Белькино	ХШЛ	Сер. XIX в.	2,5	+	-	1	9	56	26/26

Окончание табл. 1

Название парка	Под-зона	Время создания	Площадь, га	Расположение		Число типов субстрата	Число		
				в границах населённого пункта	рядом с лесным массивом		ДКП	стволов	видов лишайников/эпифитов
Осыно	ХШЛ	Сер. XIX в.	< 2	+	–	2	4	35	34/34
Старый Пруд	ХШЛ		< 2	–	+	2	8	83	44/43
Аннинское	ХШЛ	Кон. XVIII в.	20	+	+	2	9	130	60/60
Клесино	ХШЛ	Нет данных	< 2	+	+	2	2	35	38/35
Нища	ХШЛ	Сер. XIX в.	7	+	–	2	7	89	45/45
Полибино	ХШЛ	Нач. XIX в.	2,5	+	–	2	11	146	53/53
Наумово	ХШЛ	1-я пол. XIX в.	7	+	+	3	27	228	68/66

Примечание: ДКП – древесно-кустарниковые породы, ЮТ – подзона южной тайги; ХШЛ – подзона хвойно-широколиственных лесов; в столбце 5 знаком «←» обозначены парки, расположенные на границе, либо за пределами населённых пунктов; в столбце 6 знаком «→» – парки, окружённые сельскохозяйственными угодьями и не имеющие контакта с лесами.

При установлении зависимостей между числом видов лишайников и временем создания усадебных парков, их площадью, числом субстратов в парках, между числом видов эпифитов и количеством древесно-кустарниковых пород в парках использовался метод линейной регрессии [Зайцев, 1990]. Графики зависимостей (диаграммы рассеивания и диаграмма размаха) построены с помощью программы Statistica v.12.0.

Связь между числом видов лишайников в усадебных парках и расположением парков в населённых пунктах с выраженной антропогенной нагрузкой, а также связь между числом видов лишайников и расположением парков вблизи от лесных массивов рассчитывались с использованием бисериального коэффициента корреляции [Зайцев, 1990].

Для определения степени сходства видового состава лишайнофлор усадебных парков области использовался метод корреляционного анализа. С помощью программы Statistica v.12.0 рассчитаны коэффициенты корреляции и составлена корреляционная матрица. Для отображения полученных в ходе корреляционного анализа результатов избран метод построения графов, на основе которого в программе Edraw v.4.0 построены корреляционные кольца, где линиями обозначены корреляционные связи усадебных парков Псковской области при нижних границах коэффициента корреляции 0,60 и 0,65.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования проанализирована зависимость числа видов лишайников от времени заложения парка (возраста сообщества). Возникновение обследованных парков датируется периодом со второй половины XVIII по начало XX в. (см. табл. 1). Для одного парка сведения о времени его создания отсутствуют. Изученные парки были разделены на группы по времени заложения с интервалом около 50 лет: 2-й половины и конца XVIII в. (10 парков), рубежа XVIII–XIX вв. (5), 1-й половины XIX в. (10), середины XIX в. (9), 2-й половины и конца XIX в. (8), рубежа XIX–XX вв. (3). В ходе работы выяснено, что число видов лишайников не зависит от возраста (времени заложения) парка (рис. 1).

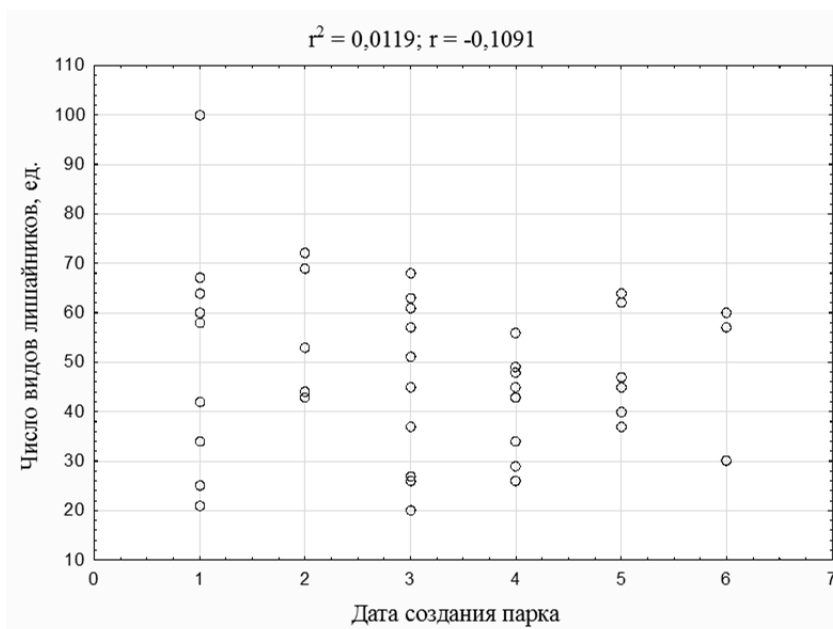


Рис. 1. Число видов лишайников в усадебных парках Псковской области с разным временем создания. По оси абсцисс – дата создания парка (1 – 2-я половина и конец XVIII в.; 2 – рубеж XVIII–XIX вв.; 3 – 1-я половина XIX в.; 4 – середина XIX в.; 5 – 2-я половина и конец XIX в.; 6 – рубеж XIX–XX вв.); по оси ординат – число видов лишайников; r^2 – величина достоверности аппроксимации; r – коэффициент корреляции между x и y ; доверительный уровень 95 %

Полученные результаты согласуются с данными Н. В. Малышевой [2003] для исторических парков Санкт-Петербурга, которая связывает это явление со специфичностью влияния городской среды (нарушение почвообразовательных процессов, загазованность воздуха), что проявляется в значительном сокращении долговечности паркового древостоя и его частой смене (несколько смен древостоя за период в 200–300 лет). В случае усадебных парков Псковской области отсутствие зависимости между числом видов лишайников и возрастом парков, возможно, объясняется, напротив, длительностью существования древостоя, создающего и сохраняющего на протяжении долгого времени особую фитоценоотическую среду паркового сообщества [Истомина, Лихачева, 2016].

В ходе исследования проанализирована зависимость числа видов лишайников от площади парков (рис. 2). Усадебные парки по площади были разделены на 4 группы. Самую многочисленную группу составляют парки, сохранившиеся фрагментарно и занимающие в настоящее время площадь менее 5 га (20 парков из 46; 43,5 %). Площадь девяти парков (19,5 %) колеблется от 5 до 10 га. Остальные парки сохранились в исторических границах, площадь восьми из них (17,5 %) составляет от 11 до 20 га, а оставшихся девяти (19,5 %) – более 20 га.

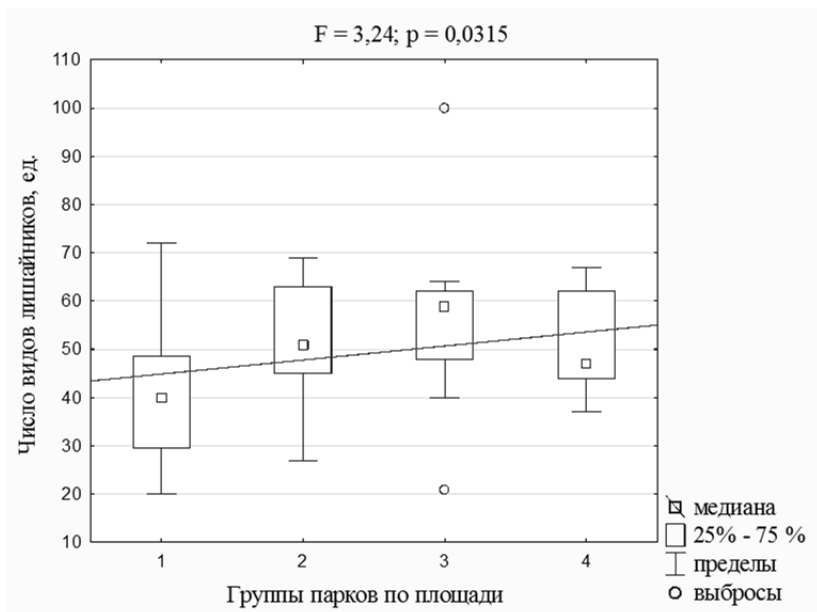


Рис. 2. Число видов лишайников в усадебных парках Псковской области с разной площадью. 1 – парки площадью менее 5 га; 2 – парки площадью от 5 до 10 га; 3 – парки площадью от 11 до 20 га; 4 – парки площадью более 20 га; F – критерий Фишера; p – уровень значимости

Различия между медианами групп достоверны (см. рис. 2), что свидетельствует о зависимости числа видов лишайников от размеров парков. рядом исследований в различных сообществах была показана положительная корреляционная связь между размерами местообитания и видовым богатством различных систематических групп, в том числе лишайников [Gustafsson, De Long, Norén, 1999; Berglund, Jonsson, 2001; Jürjado, Liira, Paal, 2009]. Подобная зависимость между числом видов лишайников и размеров парков наблюдалась в г. Санкт-Петербурге [Мальшева, 2003] и Вологодской области [Чхобадзе, 2003]. С другой стороны, О. Nilmo с соавторами [Richness of epiphytic ..., 2009] отмечают, что размеры местообитаний не оказывают существенного влияния на число видов лишайников. Возможно, для данной группы организмов в сообществах со сложной видовой структурой форофитов влияние площади нивелируется большим числом микроместообитаний, что также отмечают другие исследователи [Fritz, Neilmann-Clausen, 2010; Notov, Zhukova, 2015].

Проведён анализ зависимости числа видов лишайников от количества типов субстратов в парках. Лишайники произрастают на четырёх типах субстратов: кора живых деревьев и кустарников, почва, древесина, каменистый субстрат. Кора форофитов является основным типом субстрата, в 24 парках (52,2 %) они сохранились фрагментарно и на небольшой площади, это единственный тип субстрата. В 15 парках (32,6 %), помимо коры деревьев и кустарников, лишайники произрастают на разлагающейся древесине либо

на каменистом субстрате. Всего в 3 парках (6,5 %) встречаются три типа субстрата, а в 4 (8,7 %) – четыре типа. К последним двум группам относятся сохранившиеся в исторических границах усадебные комплексы, где помимо древесно-кустарниковых насаждений представлены деревянные либо каменные хозяйственные постройки, элементы парковой архитектуры и т. д.

Установлена достоверная корреляционная зависимость между числом видов лишайников и числом субстратов ($p < 0,001$) в усадебных парках (рис. 3).

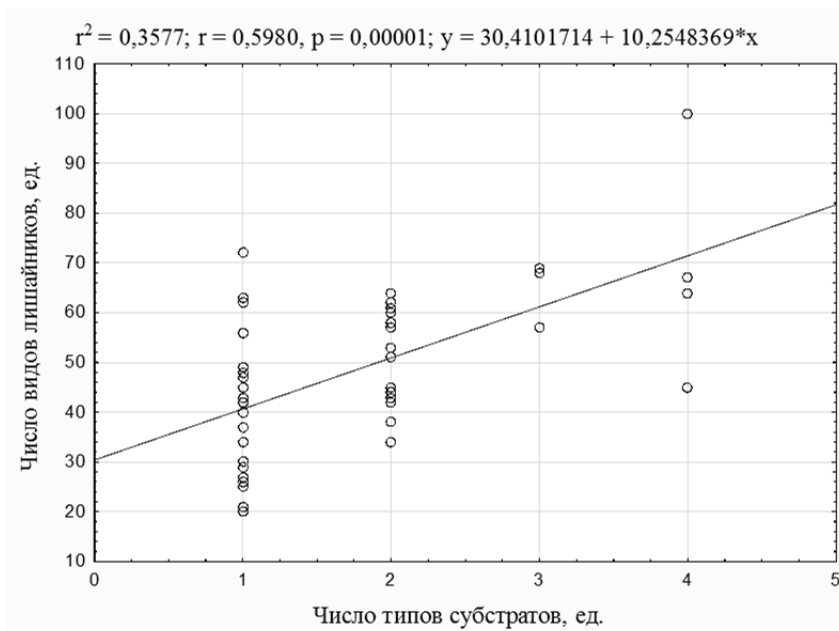


Рис. 3. Число видов лишайников в усадебных парках Псковской области с разным числом типов субстратов. По оси абсцисс – число типов субстратов; по оси ординат – число видов лишайников; r^2 – величина достоверности аппроксимации; r – коэффициент корреляции между x и y ; p – доверительный уровень (95 %)

Положительное влияние на разнообразие лишайников и число редких видов, вызванное разнообразием типов субстратов, в том числе присутствием разлагающейся древесины (пни, стволы, ветви), показана Дж. Хамфри с соавторами [Lichens and bryophyte ... , 2002].

Гетерогенность растительных сообществ может быть обусловлена и разнообразием древесно-кустарниковых пород. В усадебных парках установлены достоверные корреляционные зависимости между числом видов лишайников-эпифитов и количеством древесно-кустарниковых пород ($p < 0,001$) (рис. 4).

Существенное влияние видового состава деревьев на богатство лишайнофлоры отмечают I. Jüriado с соавторами [Jüriado, Paal, Liiga, 2003], наблюдая в Эстонии значительно более высокое разнообразие лишайников в

бореально-неморальных лесах на плодородных почвах, чем в бореальных лесах с доминированием хвойных пород на бедных почвах. Сходные данные получены Н. Dettki и Р.-А. Esseen [1998], исследование которых показало значительную корреляцию между видовым богатством макролишайников и пород деревьев. Существенная роль в увеличении разнообразия и распространении лишайников в бореальной зоне и продвижении их в более северные районы принадлежит мелколиственным породам, в частности осине и другим видам рода *Populus* [Пыстина, Херманссон, 1996; Kuusinen, 1996; Jürgado, Paal, Liira, 2003; Diversity and distribution ... , 2017]. I. Király с соавторами [Factors influencing ... , 2013] помимо влияния богатства древесно-кустарниковых пород отмечают положительную корреляцию между разнообразием лишайников и развитием кустарникового яруса. Зависимость богатства лишайнофлор парков от состава древесных пород в посадках была показана для усадебных парков Вологодской области [Чхобадзе, 2003]. Для лишайников, по-видимому, важным фактором существования является разнообразие микроместообитаний, которое характерно для сообществ со сложной видовой структурой форофитов.

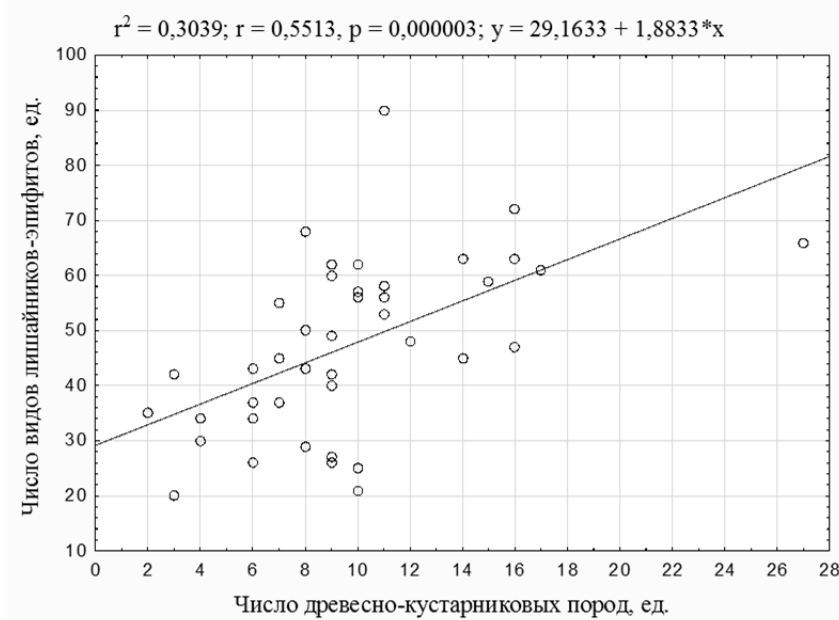


Рис. 4. Число видов лишайников-эпифитов в усадебных парках Псковской области с разным количеством древесно-кустарниковых пород. По оси абсцисс – число древесно-кустарниковых пород, ед.; по оси ординат – число видов лишайников-эпифитов, ед.; r^2 – величина достоверности аппроксимации; r – коэффициент корреляции между x и y ; p – доверительный уровень (95 %)

Проведён анализ зависимости числа видов лишайников от расположения парков в населённых пунктах и вблизи от лесных массивов. Из 46 обследованных парков 31 находится в границах поселений, 15 – за их пределами (см. табл. 1). 22 парка окружены либо граничат с естественными лесными массивами (см. табл. 1). Остальные 24 парка в случае расположения в населённом пункте окружены улицами, постройками, огородами (21), а расположенные на границе либо за пределами поселений окружены (обрабатываемыми или заброшенными) сельскохозяйственными угодьями (3).

Значение бисериального коэффициента корреляции (табл. 2) между числом видов лишайников и расположением парков вблизи от лесных массивов оказалось отрицательным ($r = -0,15$). Оценка значимости данной связи по критерию Стьюдента показала недостоверность рассчитанного значения. Следовательно, связь между числом видов лишайников и близостью парка к лесным массивам отсутствует. Можно предположить, что это обусловлено различиями в составе древесно-кустарниковых насаждений. Основу парков составляют широколиственные древесные породы, тогда как окружающие леса представлены хвойными и мелколиственными видами.

Таблица 2

Значения бисериального коэффициента корреляции между числом видов лишайников и расположением усадебных парков Псковской области

Расположение парка	Бисериальный коэффициент корреляции, r_b	Доверительный интервал, %	$t_{\text{теоретический}}$	$t_{\text{расчётный}}$
Рядом с лесным массивом	-0,15	95	2,015	-0,1475
В границах населённого пункта или поблизости от него	0,25			0,25408

При оценке связи между числом видов лишайников и расположением усадебных парков в населённых пунктах или в непосредственной близости от них значение бисериального коэффициента корреляции составило 0,25 (см. табл. 2). Полученное значение коэффициента корреляции позволяет предположить, что даже слабовыраженное антропогенное воздействие оказывает влияние на число видов лишайников. Однако для получения статистически достоверных результатов необходима более репрезентативная выборка. Очевидно, в сельской местности, где расположены обследованные усадебные парки, антропогенное влияние на биоту проявляется не столь отчётливо, как в городских поселениях, где отмечается значительное сокращение видового разнообразия лишайников [Малышева, 2003].

Проведено определение (уровня) связи видовых составов лишайников парков в зависимости от зональных типов растительного покрова. Территория Псковской области расположена в пределах двух подзон лесной зоны: южной тайги и смешанных хвойно-широколиственных лесов, граница между которыми проходит примерно на широте г. Пскова. Для определения зависимости видового состава лишайников от расположения парков в определённой подзоне (см. табл. 1) была составлена корреляционная матрица. На основании её значений $\geq 0,60$ построено корреляционное кольцо (рис. 5, а),

где линиями обозначены корреляционные связи усадебных парков Псковской области. При указанном значении уровня корреляции лишенофлоры изученных территорий сохраняют тесные перекрёстные связи и тем самым обнаруживают сходство систематической структуры. При повышении уровня корреляции до 0,65 (рис. 5, б) эти связи сохраняются. Не происходит распада структуры изученных лишенофлор по систематическому признаку в соответствии с зональными чертами, чего можно было бы ожидать, проводя аналогию с конкретными флорами высших растений [Ребристая, Шмидт, 1972]. Данный факт соответствует утверждению, что для лишайников наиболее важным условием нормальной жизнедеятельности является подходящий субстрат и экотоп [Макрый, 1990]; при этом зональная приуроченность видов отходит на второй план. Расположение усадебных парков в той или иной природной подзоне определяющего значения не имеет.

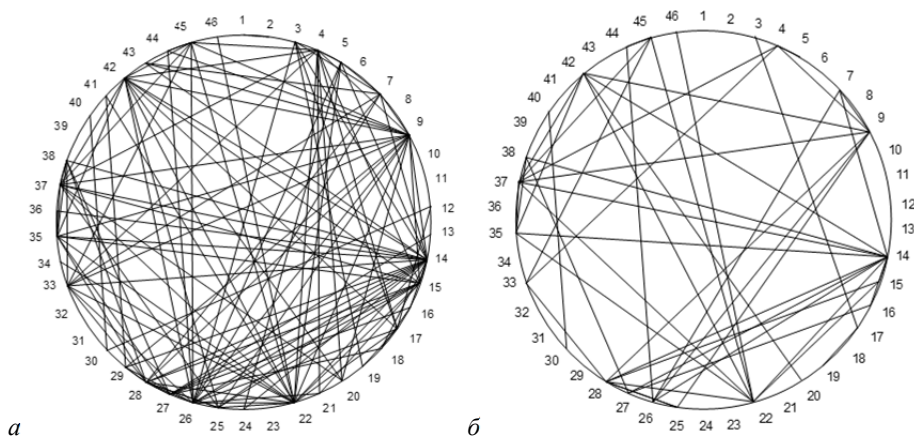


Рис. 5. Корреляционные кольца видовых спектров лишайников усадебных парков Псковской области при нижней границе коэффициента корреляции 0,60 (а) и 0,65 (б). Усадебные парки: 1 – Чернево, 2 – Лог, 3 – Люшик, 4 – Любенск, 5 – Вечаша, 6 – Уткина Мыза, 7 – Курея, 8 – Гривцево, 9 – Андромер, 10 – Бровск, 11 – Орлова Гора, 12 – Выборово, 13 – Грузинское, 14 – Зубово, 15 – Быстрцово, 16 – Туховик, 17 – Хилово, 18 – Полоное, 19 – Холомки, 20 – Вольшово, 21 – Марьяна Дубрава, 22 – Халахальня, 23 – Кильск, 24 – Колосовка, 25 – Лавры, 26 – Кирилово, 27 – Жеребцово, 28 – Шенихово, 29 – Горай, 30 – Воскресенское, 31 – Тригорское, 32 – Михайловское, 33 – Петровское, 34 – Лысая Гора, 35 – Стехново, 36 – Вехно, 37 – Алтун, 38 – Ладино, 39 – Белькино, 40 – Осыно, 41 – Старый Пруд, 42 – Аннинское, 43 – Клесино, 44 – Нища, 45 – Полибино; 46 – Наумово

Заключение

В результате проведённых исследований выявлено, что на число видов лишайников в усадебных парках Псковской области оказывают влияние следующие факторы: площадь парка ($p = 0,03$), разнообразие типов субстратов ($p < 0,001$) и разнообразие древесно-кустарниковых насаждений ($p < 0,001$). Длительность существования парка ($p = 0,403$) и наличие окружающих естественных лесных массивов не являются факторами, определя-

ющими видовое разнообразие лишенофлоры. В парках, расположенных в населённых пунктах, наблюдается тенденция к сокращению видового богатства лишайников. Расположение парков в разных растительно-климатических подзонах не оказывает влияния на формирование видового состава лишайников в них. Установленное значительное сходство видового состава лишайников исследованных парков обусловлено довольно длительными сроками развития их сообществ в близких климатических и ландшафтных условиях.

Список литературы

- Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1990. 296 с.
- Истомина Н. Б., Лихачева О. В. Лишениобиота усадебных парков Псковской области. Псков, 2009. 180 с.
- Истомина Н. Б., Лихачева О. В. Видовой состав лишайников на разновозрастных деревьях *Tilia cordata* L. в парковых сообществах (Псковская область) // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2016. № 2 (155). С. 70–77.
- Макрый Т. В. Лишайники Байкальского хребта. Новосибирск : Наука, Сиб. отделение, 1990. 200 с.
- Мальшева Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга / под ред. Т. К. Юрковской. СПб. : Изд-во СПбГУ, 2003. 100 с. (Труды СПбОЕ. Сер. 3 ; т. 79)
- Пыстина Т. Н., Херманссон Я. Эпифитные лишайники на стволах *Populus tremula* L. в спелых осиновых лесах средней тайги // Труды Коми НЦ УрО РАН. 1996. № 149. С. 109–119.
- Ребристая О. В., Шмидт В. М. Сравнение систематической структуры флор методом ранговой корреляции // Ботанический журнал. 1972. Т. 57, № 11. С. 1353–1364.
- Чхобадзе А. Б. Редкие лишайники старинных усадебных парков Вологодской области // Усадебные парки русской провинции: проблемы сохранения и использования: Материалы Всерос. науч. конф. (г. Великий Новгород, 9–11 окт. 2003 г). Великий Новгород : Изд-во НовГУ им. Я. Мудрого, 2003. С. 60–63.
- A Pine Is a Pine and a Spruce Is a Spruce – The Effect of Tree Species and Stand Age on Epiphytic Lichen Communities / S. Bäcklund, M. Jönsson, J. Strengbom, A. Frisch, G. Thor // PLoS ONE. 2016. 11(1): e0147004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147004>
- Androsova V., Tarasova V., Gorshkov V. Diversity of lichens and allied fungi on Norway spruce (*Picea abies*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia) // Folia Cryptogamica Estonica. 2018. Vol. 55. P. 133–149. <https://doi.org/10.12697/fce.2018.55.14>
- Berglund H., Jonsson B. G. Predictability of plant and fungal species richness of old-growth boreal forest islands // J. Veget. Sci. 2001. Vol. 12. P. 857–866. <https://doi.org/10.2307/3236874>
- Borg L., Aronsson M. Population size and ecology of *Pleurosticta acetabulum*, *Anaptychia ciliaris* and *Ramalina fraxinea* in avenues and churchyards in Kalmar country, SE Sweden // Graphis scripta. 2004. Vol. 16, N 2. P. 37–42.
- Dettki H., Esseen P.-A. Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales // Ecography. 1998. Vol. 21. P. 613–624. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1998.tb00554.x>
- Diversity and distribution of epiphytic lichens and bryophytes on aspen (*Populus tremula*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia) / V. N. Tarasova, R. P. Obabko, D. E. Himelbrant, M. A. Boychuk, I. S. Stepanchikova, E. A. Borovichev // Folia Cryptog. Estonica. 2017. Vol. 54. P. 125–141. <https://doi.org/10.12697/fce.2017.54.16>
- Factors influencing epiphytic bryophyte and lichen species richness at different spatial scales in managed temperate forests / I. Király, J. Nascimbene, F. Tinya, P. Odor // Biodiv. Conservation. 2013. Vol. 22. P. 209–223. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0415-y>

Fritz Ö., Heilmann-Clausen J. Rot holes create key microhabitats for epiphytic lichens and bryophytes on beech (*Fagus sylvatica*) // Biol. Conservation. 2010. Vol. 143, N 4. P. 1008–1016. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.01.016>

Gustafsson L., De Jong J., Norén M. Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens // Biodiversity and Conservation. 1999. Vol. 8. P. 1101–1114. <https://doi.org/10.1023/a:1008934526658>

Influence of tree age, tree size and crown structure on lichen communities in mature Alpine spruce forests / J. Nascimbene, L. Marini, R. Motta, P. L. Nimis // Biodiv. Conservation. 2009. Vol. 18. P. 1509–1522. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9537-7>

Jüriado I., Liira J., Paal J. Diversity of epiphytic lichens in boreo-nemoral forests on the North-Estonian limestone escarpment: the effect of tree level factors and local environmental conditions // The Lichenologist. 2009. Vol. 41, N 1. P. 81–96. <https://doi.org/10.1017/S0024282909007889>

Jüriado I., Paal J. Epiphytic lichen synusia and functional trait groups of species in boreo-nemoral deciduous forests are influenced by host tree properties and environmental factors // Nordic Journal of Botany. 2018. Vol. 37, N 1. 15 p. <https://doi.org/10.1111/njb.01939>

Jüriado I., Paal J., Liira J. Epiphytic and epixylic lichen species diversity in Estonian natural forests // Biodiversity and Conservation. 2003. Vol. 12. P. 1587–1607. <https://doi.org/10.1023/A:1023645730446>

Kuusinen M. Epiphyte flora and diversity on basal trunks of six old-growth forest tree species in southern and middle boreal Finland // The Lichenologist. 1996. Vol. 28, N 5. P. 443–463. <https://doi.org/10.1006/lich.1996.0043>

Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood / J. W. Humphrey, S. Davey, A. J. Peace, R. Ferris, K. Harding // Biol. Conservation. 2002. Vol. 107, N 2. P. 165–180. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00057-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00057-5)

Notov A. A., Zhukova L. A. Epiphytic lichens and bryophytes at different ontogenetic stages of *Pinus sylvestris* // Wulfenia. 2015. Vol. 22. P. 245–260.

Richness of epiphytic lichens in differently aged *Picea abies* plantations situated in the oceanic region of Central Norway / O. Hilmo, H. Holien, H. Hytteborn, H. Ely-Aalstrup // The Lichenologist. 2009. Vol. 41, N 1. P. 97–108. <https://doi.org/10.1017/S0024282909007865>

Sander E. Comparison of the lichen flora of different broad-leaved trees in Estonia // Folia Cryptogamica Estonica. 1999. Vol. 34. P. 65–69.

The impact of forest management on changes in composition of terricolous lichens in dry acidophilous Scots pine forests / A. Dingová Košutnova, I. Svíková, I. Pišút, D. Senko, M. Valachovič // The Lichenologist. 2013. Vol. 45, N 3. P. 413–425. <https://doi.org/10.1017/S002428291300011X>

Factors Affecting Lichen Diversity in Manor Parks of Pskov Region (Northwestern Russia)

N. B. Istomina, O. V. Likhacheva

Pskov State University, Pskov, Russian Federation

Abstract. The article describes the results of studies of the factors affecting lichen diversity in 46 manor parks of the region of Pskov. The investigated parks were founded in the end of XVIII – beginning of XX centuries. Twenty of them are fragmented and currently occupy less than 5 ha, the area of nine parks varies from 5 to 10 ha, those preserved within historical boundaries cover from 11 to 100 ha. Manor parks are situated both within the settlements' boundaries (31 parks) and outside the settlements either bordering forest (12) or agricultural lands (3). Ten of the former border the forests. During the study 166 lichen species were iden-

tified. Statistical methods were performed to investigate the factors affecting lichen diversity in manor parks. Linear regression analysis was used to examine the dependence of the lichens species number on the park age/date of park creation (dispersion pattern), area of the parks (box plot), substrata diversity (dispersion pattern), and the dependence of the epiphytic lichens species number on tree and shrub species diversity (dispersion pattern). With the biserial correlation coefficient the impact of the settlement and the presence of the surrounding natural forests was calculated. Correlation analysis was performed to demonstrate the colligation between lichen species composition of the parks located in different subzones of forest zone in the region of Pskov. Our findings show that the number of lichen species depends on the park area ($p = 0,0315$), the variety of substrate types ($p < 0,001$), and the variety of trees and bushes planted ($p < 0,001$). The date of park creation and the presence of the surrounding natural forests do not influence the species diversity of lichens. We reveal that the location of the parks in a specific subzone of forest zone (southern taiga and mixed coniferous-broad-leaved forest) has no significant effect on the lichen species composition. The species richness of lichens tends to decrease in parks located within the settlements. The data obtained indicate not only the similarity of the species composition of lichens in the studied communities, but also the long-term development of lichen park communities in comparable climatic and landscape conditions.

Keywords: Pskov Region, manor parks, lichens, age of park communities, park area, diversity of substrata, tree and shrub species diversity, presence of surrounding natural forests.

For citation: Istomina N.B., Likhacheva O.V. Factors Affecting Lichen Diversity in Manor Parks of Pskov Region (Northwestern Russia). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2021, vol. 35, pp. 19-33. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.35.19> (in Russian)

References

- Zaytsev G.N. *Matematika v eksperimentalnoy botanike* [Mathematics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1990, 296 p. (in Russian)
- Istomina N.B., Likhacheva O.V. *Likhenobiota usadebnykh parkov Pskovskoy oblasti* [Lichen biota of the manor parks in Pskov region]. Pskov, 2009, 180 p. (in Russian)
- Istomina N.B., Likhacheva O.V. Lichen species composition on *Tilia cordata* L. in park communities (Pskov Region) [Vidovoy sostav lishaynikov na raznovozrastnykh derev'yakh *Tilia cordata* L. v parkovykh soobshchestvakh (Pskovskaya oblast)]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Sci. Notes Petrozavodsk St. Univ.], 2016, no. 2 (155), pp. 70-77. (in Russian)
- Makryy T.V. *Lishayniki Baykal'skogo khrebt*a [Lichens of the Baikal ridge]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1990, 200 p. (in Russian)
- Malysheva N.V. *Lishayniki Sankt-Peterburga* [Lichens of St. Petersburg]. St.-Petersb., St. Petersburg St. Univ. Publ., 2003, 100 p. (in Russian)
- Pystina T.N., Khermansson Ya. Epifitnye lishayniki na stvolakh *Populus tremula* L. v spelykh osinovykh lesakh sredney taygi [Epiphytic lichens on the trunks of *Populus tremula* L. in mature aspen forests of the middle taiga]. *Trudy Komi nauchnogo tsentra UrO RAN* [Proc. Komi SC UB RAS], 1996, no. 149, pp. 109-119. (in Russian)
- Rebristaya O.V., Shmidt V.M. Sravnenie sistemicheskoy struktury flor metodom rangovoy korrelyatsii [Comparison of systematic structure of floras by rank correlation]. *Botanicheskiy Zhurnal* [Botanical Journal], 1972, vol. 57, no. 11, pp. 1353-1364. (in Russian)
- Chkhobadze A.B. Redkie lishayniki starinnykh usadebnykh parkov Vologodskoy oblasti [Rare lichens in the old manor parks of Vologda Region]. *Usadebnye parki russkoy provintsii: problemy sokhraneniya i ispol'zovaniya: Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii* [Manor Parks of Russian province: problems of preservation and use: Sci. Conf., Velikiy Novgorod, Russia]. Velikiy Novgorod, Novgorod St. Univ. Publ., 2003, pp. 60-63. (in Russian)

Bäcklund S., Jönsson M., Strengbom J., Frisch A., Thor G. A Pine Is a Pine and a Spruce Is a Spruce – The Effect of Tree Species and Stand Age on Epiphytic Lichen Communities. *PLoS ONE*, 2016, 11(1): e0147004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147004>

Androsova V., Tarasova V., Gorshkov V. Diversity of lichens and allied fungi on Norway spruce (*Picea abies*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia). *Folia Cryptog. Estonica*, 2018, vol. 55, pp. 133-149. <https://doi.org/10.12697/fce.2018.55.14>

Berglund H., Jonsson B.G. Predictability of plant and fungal species richness of old-growth boreal forest islands. *J. Veget. Sci.*, 2001, vol. 12, pp. 857-866. <https://doi.org/10.2307/3236874>

Borg L., Aronsson M. Population size and ecology of *Pleurosticta acetabulum*, *Anaptychia ciliaris* and *Ramalina fraxinea* in avenues and churchyards in Kalmar country, SE Sweden. *Graphis scripta*, 2004, vol. 16, pp. 37-42.

Dettki. H., Esseen. P.-A. Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales. *Ecography*, 1998, vol. 21, pp. 613-624. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1998.tb00554.x>

Tarasova V.N., Obabko R.P., Himelbrant D.E., Boychuk M.A., Stepanchikova I.S., Borovichev E.A. Diversity and distribution of epiphytic lichens and bryophytes on aspen (*Populus tremula*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia). *Folia Cryptog. Estonica*, 2017, vol. 54, pp. 125-141. <https://doi.org/10.12697/fce.2017.54.16>

Király I., Nascimbene J., Tinya F., Odor P. Factors influencing epiphytic bryophyte and lichen species richness at different spatial scales in managed temperate forests. *Biodiv. Conservation*, 2013, vol. 22, pp. 209-223. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0415-y>

Fritz Ö., Heilmann-Clausen J. Rot holes create key microhabitats for epiphytic lichens and bryophytes on beech (*Fagus sylvatica*). *Biol. Conservation*, 2010, vol. 143, no. 4, pp. 1008-1016. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.01.016>

Gustafsson L., De Jong J., Norén M. Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. *Biodiversity and Conservation*, 1999, vol. 8, pp. 1101-1114. <https://doi.org/10.1023/a:1008934526658>

Nascimbene J., Marini L., Motta R., Nimis P.L. Influence of tree age, tree size and crown structure on lichen communities in mature Alpine spruce forests. *Biodiv. Conservation*, 2009, vol. 18, pp. 1509-1522. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9537-7>

Jüriado I., Liira J., Paal J. Diversity of epiphytic lichens in boreo-nemoral forests on the North-Estonian limestone escarpment: the effect of tree level factors and local environmental conditions. *The Lichenologist*, 2009, vol. 41, no.1, pp. 81-96. <https://doi.org/10.1017/S0024282909007889>

Jüriado I., Paal J. Epiphytic lichen synusia and functional trait groups of species in boreo-nemoral deciduous forests are influenced by host tree properties and environmental factors. *Nordic Journal of Botany*, 2018, Vol. 37, no. 1, 15 p. <https://doi.org/10.1111/njb.01939>

Jüriado I., Paal J., Liira J. Epiphytic and epixylic lichen species diversity in Estonian natural forests. *Biodiversity and Conservation*, 2003, vol. 12, pp. 1587-1607. <https://doi.org/10.1023/A:1023645730446>

Kuusinen M. Epiphyte flora and diversity on basal trunks of six old-growth forest tree species in southern and middle boreal Finland. *The Lichenologist*, 1996, vol. 28, no. 5, pp. 443-463. <https://doi.org/10.1006/lich.1996.0043>

Humphrey J.W., Davey S., Peace A.J., Ferris R., Harding K. Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and ocaldeadwood. *Biol. Conservation*, 2002, vol. 107, no. 2, pp. 165-180. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00057-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00057-5)

Notov A.A., Zhukova L.A. Epiphytic lichens and bryophytes at different ontogenetic stages of *Pinus sylvestris*. *Wulfenia*, 2015, vol. 22, pp. 245-260.

Hilmo O., Holien H., Hytteborn H., Ely-Aalstrup H. Richness of epiphytic lichens in differently aged *Picea abies* plantations situated in the oceanic region of Central Norway. *The Lichenologist*, 2009, vol. 41, no. 1, pp. 97-108. <https://doi.org/10.1017/S0024282909007865>

Sander E. Comparison of the lichen flora of different broad-leaved trees in Estonia. *Folia Cryptog. Estonica*, 1999, vol. 34, pp. 65-69.

Dingová Košutnova A., Svikková I., Pišút I., Senko D., Valachovič M. The impact of forest management on changes in composition of terricolous lichens in dry acidophilous Scots pine forests. *The Lichenologist*, 2013, vol. 45, no. 3. pp. 413-425. <https://doi.org/10.1017/S002428291300011X>

Истомина Нина Борисовна
кандидат биологических наук, доцент
Псковский государственный университет
Россия, 180000, г. Псков, пл. Ленина, 2
e-mail: pgpu.istomina@mail.ru

Istomina Nina Borisovna
Candidate of Science (Biology),
Associate Professor
Pskov State University
2, Lenin sq., Pskov, 180000,
Russian Federation
e-mail: pgpu.istomina@mail.ru

Лихачева Ольга Викторовна
кандидат биологических наук
Псковский государственный университет
Россия, 180000, г. Псков, пл. Ленина, 2
e-mail: olga.lich@mail.ru

Likhacheva Olga Victorovna
Candidate of Science (Biology)
Pskov State University
2, Lenin sq., Pskov, 180000,
Russian Federation
e-mail: olga.lich@mail.ru