

УДК 581.5:582.29

**НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭПИФИТНОГО
ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА НА СТВОЛАХ СОСНЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L.) ПОСЛЕ НИЗОВОГО ПОЖАРА
В СОСНЯКЕ ЗЕЛЕНОМОШНОМ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ
(ЗАПОВЕДНИК «КИВАЧ», РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)**

¹Тарасова В.Н., ²Горшков В.В., ¹Калачёва Л.А., ¹Швецова В.О., ¹Жулай И.А.

¹ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: vika18@sampo.ru;

²ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова» Российской академии наук,
Санкт-Петербург, e-mail: vadim-v-gorshkov@yandex.ru

Изучено восстановление эпифитного лишайникового покрова на стволах живых деревьев сосны в сосняке брусничном зеленомошном после низового пожара. Работа выполнена на основе повторных описаний стационарной пробной площади в течение 15 лет и охватывает послепожарный период от 4 до 19 лет. Эпифитный лишайниковый покров изучали на 20 учетных деревьях сосны при помощи рамки 10×20 см у основания ствола и на высоте 130 см от земли с четырех сторон света. В описаниях вели учет биоразнообразия и покрытия отдельных видов лишайников. Скорость восстановления характеристик эпифитного покрова определяли на основе сравнения соответствующих показателей в стационарном сообществе с давностью последнего пожара 100 лет. Показано, что восстановление значений показателей биоразнообразия (общее и среднее число видов в описании) происходит быстрее, чем величины покрытия лишайников. Скорость восстановления характеристик эпифитного покрова у основания ствола выше, чем на высоте 130 см от земли, вследствие более благоприятных условий обитания. Эпифитный лишайниковый покров в изученных условиях обитания, вопреки ожиданиям, обладает довольно высокой скоростью восстановления. Так, у основания ствола число видов восстанавливается в 15 лет после пожара, а общее покрытие лишайников спустя 19 лет восстанавливается на 50%.

Ключевые слова: лесные пожары, динамика, эпифитные лишайники, сосновые леса, Карелия

**THE INITIAL STAGE OF RECOVERY OF THE EPIPHYTIC LICHEN COVER
ON THE TRUNKS OF SCOTCH PINE (PINUS SYLVESTRIS L.) AFTER A GROUND
FIRE IN A GREEN MOSS PINE FOREST IN THE MIDDLE TAIGA
(THE KIVACH RESERVE, KARELIA REPUBLIC)**

¹Tarasova V.N., ²Gorshkov V.V., ¹Kalacheva L.A., ¹Shvetzova V.O., ¹Zhulay I.A.

¹Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: vika18@sampo.ru;

²Komarov Botanical Institute of the Russian Academic Science, Saint-Petersburg,
e-mail: vadim-v-gorshkov@yandex.ru

The recovery of the epiphytic lichen cover after a ground fire on the trunks of alive pine trees in *Vaccinium vitis-idaea* green moss pine forest has been studied. The work is based on the direct repeated observations of a permanent sample plot during 15 years, including post-fire period from 4 to 19 years. The research of epiphytic lichen cover has been carried out using a 10×20 cm frame on twenty pine trees at the base of the trunk and at a height of 130 cm from the ground on four exposures. The species diversity and cover of lichens in descriptions were measured. The recovering rate of the characteristics of the epiphytic cover has been defined in comparison to the appropriate parameters of the static community where the last fire was 100 years ago. We found out that biodiversity recovery (total and average of number species) progresses faster than the total lichens cover. The rate of recovering of characteristics of the epiphytic cover at the base of the trunk is much higher than at the height of 130 cm from the ground, due to favorable habitat conditions. Apparently, the epiphytic lichens cover in the studied forest communities has a high recovery rate after disturbance, contrary to our expectations. Thus, the number of species at the base of the trunk recovers during 15 years after fire; the total lichen cover recovers after 19 years to 50%.

Keywords: forest fire, dynamics, epiphytic lichens, pine forest, Karelia Republic

В настоящее время лесные пожары являются одним из самых распространенных типов нарушений растительных сообществ таежной зоны. Современная периодичность возникновения пожаров на Северо-Западе России составляет в среднем 20–70 лет [3]. Изучению послепожарной динамики растительных сообществ посвящено большое

количество работ [3], однако в литературе мало внимания уделяется такому компоненту лесных экосистем, как эпифитные лишайники [7]. Многолетние исследования на стационарных пробных площадях дают более детальное представление о начальных стадиях восстановления лишайников и роли этих организмов в экосистемах.

Материалы и методы исследования

Заповедник «Кивач» (62°16'02" с.ш., 33°58'56" в.д.) основан в 1931 году, имеет площадь 10,45 тыс. га. Согласно орографическому районированию Карелии, заповедник расположен в западной части Заонежского сельгового района, для которого характерна выраженная ориентированность форм рельефа с северо-запада на юго-восток и преобладание длинных, узких гряд – сельг [9]. Гряды относительно пологие – с перепадами высот от 5 до 20–30 м; оголенные или покрыты четвертичными отложениями; разделенные заболоченными понижениями. Климат умеренный, переходный от морского к континентальному, с коротким, прохладным летом и продолжительной зимой. Среднегодовая температура воздуха составляет +2°, среднегодовое количество осадков – 600 мм. На выходах пород фундамента распространены примитивные почвы, на песках, супесях, суглинках и глинах – гумусовые (среднемошные и маломошные иллювиально-железистые подзолы), в понижениях рельефа – болотно-подзолистые и болотные [9]. Леса в заповеднике занимают около 90% территории и представляют собой типичные среднетаежные сообщества. В составе лесов преобладают хвойные, при этом сосновые леса составляют 42%, еловые – 32%. Среди сосновых лесов преобладают сосняки зеленомошные – черничные и брусничные, реже встречаются лишайниковые каменистые и лишайниковые [8].

На территории Сопохского Бора заповедника в сосняке брусничном лишайниково-зеленомошном (кв. № 25) в 1994 г. возник локальный низовой пожар сильной интенсивности (с высотой пламени 1,5–2 м) на площади около 0,1 га, который вскоре был потушен. Древесный ярус, на 100% представленный сосной (*Pinus sylvestris* L.) возрастом 144–188 лет, полностью сохранился живым. Как известно, сосна обыкновенная отличается высокой пожароустойчивостью: выживаемость деревьев данной породы возрастом более 100 лет при низовых пожарах составляет 85–100% [5, 1]. В результате пожара были полностью уничтожены подчиненные ярусы и компоненты сообщества: лесная подстилка, мохово-лишайниковый и травяно-кустарничковый ярусы, подрост сосны, а также – эпифитные лишайники на стволах деревьев до верхней границы пламени. На месте пожара в 1998 г. заложена постоянная пробная площадь (ПП № 29а) 25×25 м и выполнено её полное описание (табл. 1), включаю-

щее в себя регистрацию общих характеристик сообщества, характеристик древесного яруса, эпифитного и напочвенного покрова [6]. Эпифитный лишайниковый покров стволов сосны изучали на обгоревших живых деревьях при помощи рамки 10×20 см у основания ствола и на высоте 130 см с четырех сторон света (север, восток, юг, запад). Всего было выполнено 160 описаний на 20 деревьях. В описаниях регистрировали видовое разнообразие и покрытие лишайников. Впоследствии, в 2005, 2009 и в 2013 гг., были выполнены повторные описания данной пробной площади и эпифитного покрова на тех же деревьях. В 2010 г. в этом же типе леса, в 10–30 м от ПП № 29а, но за пределами контура пожара 1994 г., была заложена контрольная пробная площадь (ПП № 29б) и выполнено её описание аналогичным способом (табл. 1). Давность последнего пожара, определенная на основе кернов, взятых с деревьев, имеющих послепожарные подсушины, составила 100 лет. Как было показано в предыдущей работе, восстановление большинства характеристик эпифитного покрова на стволах сосны условиях южной Карелии наступает через 40 лет после пожара у основания дерева и через 70 лет на высоте 130 см от земли [2]. Поэтому данное сообщество можно принять за условно стационарное, в котором лишайниковый покров и его характеристики находят-ся в относительно устойчивом состоянии.

В работе анализируется начальный этап восстановления эпифитного лишайникового покрова на обгоревших стволах живых деревьев после пожара. Сравнение выборок выполнено на основе непараметрического критерия Манна – Уитни (U) [4]. Названия видов лишайников даны в соответствии с последними сводками [10].

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно полученным результатам, спустя 4 года после пожара на обугленных стволах деревьев сосны встречаются мелкие, размером 1–2 мм, молодые талломы всего двух видов лишайников: это листоватые, широко распространённые виды – *Hypogymnia physodes* и *Parmeliopsis ambigua*. Их покрытие очень мало и не превышает в сумме 0,01% (табл. 2, 3).

Таблица 1
Основные характеристики изученных сосновых сообществ заповедника «Кивач»

Характеристики	ПП № 29а	ПП № 29б
Тип леса	Сосняк бруснично-лишайниково-зеленомошный	
Давность последнего пожара	19	100
Сомкнутость крон, %	57	55
Сумма сечений стволов древостоя, м ² га ⁻¹	31	28
Сумма сечений стволов сухостоя, м ² га ⁻¹	5,5	3,8
Формула древостоя	100С	100С
Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, %	19,0 ± 4,3	30,8 ± 4,4
Среднее проективное покрытие мохово-лишайникового яруса, %	21,2 ± 5,5	87,1 ± 1,7
Возраст деревьев, число лет	135–188	157–178
Высота деревьев, м	23,2 ± 0,5	27,5 ± 0,5
Диаметр ствола на высоте 130 см от земли, см	32,8 ± 1,5	35,8 ± 1,3

Таблица 2

Средние значения характеристик эпифитного лишайникового покрова у основания ствола сосны в сообществах с различной давностью последнего пожара

Характеристики	Давность последнего пожара, число лет					U-test ¹
	4	11	15	19	100	
Общее число видов, ед.	2	12	24	24	23	
Среднее число видов в описании, ед.	0,71 ± 0,06	2,8 ± 0,13	5,05 ± 0,24	5,28 ± 0,22	4,93 ± 0,22	–
Общее покрытие, %	0,01 ± 0,002	2,3 ± 0,28	6,15 ± 0,46	11,03 ± 0,75	21,98 ± 1,1	***
Сумма накипных	0	1,13 ± 0,4	2,79 ± 0,6	3,62 ± 0,37	12,7 ± 1,25	***
Сумма листоватых	0,01 ± 0,002	1,06 ± 0,17	1,74 ± 0,29	3,99 ± 0,43	3,46 ± 0,8	–
Сумма кустистых	0	0,40 ± 0,14	1,64 ± 0,17	3,42 ± 0,40	5,88 ± 1,4	**
<i>Проективное покрытие отдельных таксонов, %</i>						
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	0,01 ± 0,002	0,64 ± 0,11	0,56 ± 0,1	0,78 ± 0,15	0,97 ± 0,24	–
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen.) Nyl.	<0,01	0,39 ± 0,06	1,07 ± 0,12	2,95 ± 0,37	1,21 ± 0,21	***
Сумма <i>Cladonia</i> spp.	0	0,40 ± 0,14	1,64 ± 0,17	3,42 ± 0,40	5,88 ± 1,4	**
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	0	0,03 ± 0,02	0,09 ± 0,05	0,06 ± 0,04	0,16 ± 0,07	–
<i>Cladonia crispata</i> (Ach.) Flot.	0	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,02	0,06 ± 0,03	0,49 ± 0,17	*
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M. Choisy	0	0,29 ± 0,11	0,85 ± 0,11	2,72 ± 0,32	11,88 ± 0,94	***
<i>Trapeliopsis flexuosa</i> (Fr.) Coppins et P. James	0	0,56 ± 0,15	0,74 ± 0,17	0,28 ± 0,1	0,08 ± 0,05	*
<i>Vulpicida pinastris</i> (Scop.) J.-E. Mattsson et M.J. Lai	0	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,09 ± 0,02	0	***
<i>Cladonia bacilliformis</i> (Nyl.) Glück.	0	0	0,05 ± 0,03	0,21 ± 0,07	0,44 ± 0,11	–
<i>Cladonia botrytes</i> (K.G. Hagen) Willd.	0	0	0,06 ± 0,03	0,15 ± 0,05	0,03 ± 0,02	***
<i>Cladonia cenotea</i> (Ach.) Schaer.	0	0	0,21 ± 0,07	0,89 ± 0,15	1,94 ± 0,28	*
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	0	0	0,08 ± 0,05	0,02 ± 0,02	0,06 ± 0,04	–
<i>Cladonia deformis</i> (L.) Hoffm.	0	0	0,43 ± 0,13	0,60 ± 0,15	1,96 ± 0,43	***
<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.	0	0	0,01 ± 0,01	0,29 ± 0,11	0,59 ± 0,18	–
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) F.H. Wigg.	0	0	0,13 ± 0,04	0,47 ± 0,09	0,03 ± 0,02	***
<i>Micarea melaena</i> (Nyl.) Hedl.	0	0	0,02 ± 0,02	0	0,13 ± 0,05	**
<i>Ochrolechia</i> sp.	0	0	0,01 ± 0,009	0,03 ± 0,02	0,13 ± 0,08	–
<i>Parmeliopsis hyperopta</i> (Ach.) Arnold	0	0	0,03 ± 0,01	0,17 ± 0,04	1,06 ± 0,29	*
<i>Placynthiella icmalea</i> (Ach.) Coppins et P. James	0	0	1,16 ± 0,23	0,58 ± 0,17	0	***
<i>Cladonia arbuscula</i> (Wallr.) Flot.	0	0	0	0,10 ± 0,03	0,01 ± 0,01	***
<i>Cladonia macilenta</i> Genth	0	0	0	0,35 ± 0,17	0	*
<i>Lepraria</i> sp.	0	0	0	0,01 ± 0,01	0,41 ± 0,12	***

Примечания: ¹результаты попарного сравнения выборок значений характеристик эпифитного лишайникового покрова в сосновых лесах с давностью последнего пожара 19 и 100 лет при помощи критерия Манна – Уитни (U); *, **, *** – уровни значимости здесь и в табл. 3 соответствуют p = 0,05; 0,01 и 0,001.

Таблица 3

Средние значения характеристик эпифитного лишайникового покрова на стволах сосны на высоте 130–150 см от земли в сообществах с различной давностью последнего пожара

Характеристики	Давность последнего пожара, число лет					U-test
	4	11	15	19	100	
Общее число видов, ед.	2	4	11	8	21	
Среднее число видов в описании, ед.	0,20 ± 0,01	0,83 ± 0,11	1,42 ± 0,14	1,89 ± 0,15	3,88 ± 0,17	***
Общее покрытие, %	< 0,01	0,57 ± 0,18	0,53 ± 0,11	1,48 ± 0,29	14,04 ± 1,40	***
Сумма накипных	0	0,09 ± 0,05	0,20 ± 0,08	0,35 ± 0,14	1,45 ± 0,38	***
Сумма листоватых	< 0,01	0,48 ± 0,20	0,33 ± 0,11	1,02 ± 0,20	11,35 ± 1,18	***
Сумма кустистых	0	0	0,01 ± 0,01	0,05 ± 0,04	1,24 ± 0,29	***
<i>Проективное покрытие отдельных таксонов, %</i>						
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	< 0,01	0,24 ± 0,09	0,22 ± 0,06	0,69 ± 0,15	4,98 ± 0,64	***
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen.) Nyl.	< 0,01	0,21 ± 0,10	0,09 ± 0,04	0,26 ± 0,10	4,07 ± 0,55	***
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach.) M. Choisy	0	0,09 ± 0,05	0,20 ± 0,10	0,35 ± 0,14	1,14 ± 0,36	*
<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S.L.F. Meyer	0	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,07 ± 0,01	1,36 ± 0,20	***
<i>Loxospora elatina</i> (Ach.) A. Massal.	0	0	0	0	0,06 ± 0,04	–
<i>Bryoria capillaris</i> (Ach.) Brodo et D. Hawksw.	0	0	0	0	0,04 ± 0,03	–
<i>Bryoria fremontii</i> (Tuck.) Brodo et D. Hawksw.	0	0	0	0	0,02 ± 0,02	–
<i>Bryoria furcellata</i> (Fr.) Brodo et D. Hawksw.	0	0	0	0	0,40 ± 0,16	***
<i>Bryoria fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.	0	0	0	0	0,50 ± 0,12	***
<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner ex Sm.) Mig.	0	0	0	0	0,02 ± 0,01	–
<i>Ochrolechia</i> sp.	0	0	0	0	0,10 ± 0,05	**
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L. Culb. et C.F. Culb.	0	0	0	0	0,90 ± 0,35	***
<i>Usnea subfloridana</i> Stirt.	0	0	0	0	0,29 ± 0,12	**

При дальнейшем увеличении послепожарного времени видовое разнообразие и покрытие лишайников закономерно возрастают (табл. 2–3). При этом скорость восстановления основных характеристик эпифитного покрова тесно связана с высотой расположения анализируемого участка ствола над землей. Очевидно, что основание дерева и участки ствола на высоте 130 см являются принципиально различными местообитаниями эпифитов, что объясняется различиями в условиях увлажнения, освещенности и характеристиками субстрата. У основания дерева, по сравнению с остальной частью ствола, складываются более благоприятные условия для лишайников, вследствие высокой влажности, обусловленной близостью почвы, и лучшего снабжения осадками, благодаря более вы-

соким значениям угла наклона поверхности ствола. К тому же на положительно наклоненных поверхностях лучше закрепляются диаспоры, задерживаются частички пыли и почвы, что повышает трофность субстрата и его влагоёмкость [2]. Поэтому восстановление эпифитного покрова у основания ствола происходит значительно быстрее. Так, общее покрытие лишайников на данной высоте за 19 лет после пожара восстанавливается на 50%, а на высоте 130 см – лишь на 10%. Показатели биоразнообразия (общее и среднее число видов) восстанавливаются с большей скоростью, чем покрытие. У основания ствола уже через 15 лет после пожара общее число видов составляет 24, а среднее число видов в описании – 5, что соответствует значениям этих показателей в стационарном сообществе. Среди

морфологических групп наибольшей скоростью восстановления обладают листоватые лишайники: спустя 19 лет после пожара у основания ствола их покрытие полностью восстанавливается. Покрытие же кустистых биоморф в послепожарный период увеличивается гораздо медленнее: так, у основания ствола за 19 лет после пожара общее покрытие восстанавливается на 58%, а на высоте 130 см – всего на 4%.

Если на высоте 130 см от земли покрытие отдельных видов закономерно возрастает с увеличением давности пожара, то у основания ствола оно не всегда изменяется прямолинейно. Имеется группа лишайников, максимальное покрытие которых приходится на период от 11 до 19 лет после пожара, а в стационарном сообществе они либо не встречаются, либо их покрытие значительно меньше. Вероятно, отчасти это объясняется ценогическими взаимодействиями между видами, прежде всего – конкуренцией, усиливающейся в более благоприятных условиях местообитания. Так, покрытие листоватого вида *Parmeliopsis ambigua* спустя 19 лет после пожара в 2,5 раза выше стационарного значения, что может быть вызвано тем, что на более ранних стадиях этот вид занимает нишу кустистых лишайников рода *Cladonia*, покрытие которых восстанавливается гораздо медленнее. Другие виды, по-видимому, обладают требовательностью к определенным свойствам (прежде всего – химическим) измененного в ходе пожара субстрата. Видами – индикаторами ранних стадий восстановления могут служить *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis flexuosa*, *Vulpicida pinastri*, *Cladonia botrytes*, *C. rangiferina*, *C. arbuscula*. Первые два из них известны как «виды обгоревших субстратов», два других (*Vulpicida pinastri*, *Cladonia botrytes*) – характерны для молодых деревьев сосны, а два последних являются эпигейными видами, доминирующими в мохово-лишайниковом ярусе сосновых сообществ, имеющих давность пожара свыше 50 лет. Интересно отметить, что покрытие такого известного индикатора горевших деревьев, как *Hypocenomyce scalaris*, восстанавливается довольно медленно: вид появляется на корке обгоревших деревьев лишь спустя 11 лет после пожара, а спустя 19 лет его покрытие в 4,3 раза меньше, чем в стационарном сообществе. С другой стороны, имеется большая группа видов, покрытие которых восстанавливается крайне медленно, и их присутствие или высокое обилие может быть показателем большой давности нарушения. К таким видам относятся

Micarea melaena, *Parmeliopsis hyperopta*, *Loxospora elatina*, *Platismatia glauca*, виды родов *Bryoria*, *Usnea*, *Lepraria* и *Ochrolechia*. Одним из них требуется больше времени для роста в условиях высокой скорости облетания пластин корки на высоте 130 см от земли (*Bryoria*, *Usnea*), другим – более высокий уровень увлажнения, характерный для сообществ с большой давностью нарушения (*Lepraria sp.*, *Ochrolechia sp.*, *Parmeliopsis hyperopta*, *Loxospora elatina*).

Заключение

Полученные данные свидетельствуют о высоком потенциале восстановления эпифитного лишайникового покрова после низовых пожаров в сосновых лесах при условии наличия готового субстрата для заселения (стволы деревьев) и источников диаспор (как извне, так и с необгоревших участков с сохранившимся эпифитным покровом, расположенных выше по стволу). Эпифитный покров в благоприятных условиях среды на начальных стадиях восстановления обладает высокой степенью динамичности, выражающейся в быстром изменении значений характеристик видовой разнообразия, а также абсолютного и относительного покрытий отдельных видов лишайников.

Список литературы

1. Горшков В.В., Ставрова Н.И., Тарасова В.Н. Повреждение деревьев сосны обыкновенной и древесного яруса сосновых лесов Европейского севера в результате пожаров // Лесоведение. – 2004. – № 5. – С. 10–19.
2. Горшков В.В., Тарасова В.Н. Влияние лесных пожаров на эпифитный лишайниковый покров сосновых лесов южной Карелии // Раст. ресурсы. – 2000. – Т.36. – № 1. – С. 18–29.
3. Громцев А.Н. Динамика коренных таежных лесов в европейской части России при естественных нарушениях // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Лекции. – Петрозаводск: Изд-во КНЦ РАН, 2007. – С. 283–301.
4. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия: учебное пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. – 110 с.
5. Корчагин А.А. Условия возникновения пожаров и горимость лесов европейского Севера // Ученые записки ЛГУ. – 1954. – Вып. 9. – № 166. – С. 183–322.
6. Методы изучения лесных сообществ / под ред. Ярмишко, И.В. Лянгузовой. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 240 с.
7. Тарасова В.Н., Сони́на А. В., Андросова В.И. Участие лишайников в сукцессионных сменах растительности // Лишайники: физиология, экология, лишеноиндикация. Часть 2: учебное пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – С. 133–145.
8. Тихомиров А.А. Растительность и флора заповедника «Кивач» // Флористические исследования в Карелии. – Петрозаводск, 1988. – С. 62–95.
9. Херманссон Я., Тарасова В.Н., Степанова В.И., Сони́на А.В. Лишайники заповедника «Кивач» // Флора и фауна заповедников России. – Вып. 101. – М., 2002. – 35 с.
10. Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's Checklist of Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. 2011. Version 29 April 2011. [электронный ресурс]. – URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (дата обращения: 10.09.2016).