

Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования
Республики Карелия «Республиканский эколого-биологический центр имени
Кима Андреева (ресурсный центр естественнонаучной направленности)»

Республика Карелия

г. Петрозаводск

Микроталломы лишайника лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria* (L.)
Noffm.) на корке осины обыкновенной в таежных лесах Карелии

Автор

Горшкова Анна Анатольевна,
ученица 8 класса
МОУ «Лицей № 1», г. Петрозаводск

Руководитель

Игнатенко Роман Викторович,
кандидат биологических наук, методист,
педагог дополнительного образования
ГБОУ ДО РК РЭБЦ им.К.Андреева

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| Глава 1. Литературный обзор | 5 |
| Глава 2. Объекты и методы исследования | 11 |
| 2.1. Характеристика района исследования | 11 |
| 2.2. Методы изучения | 12 |
| Глава 3. Результаты исследования | 14 |
| Заключение | 19 |
| Выводы | 20 |
| Список литературы | 21 |

Введение

Лишайники – симбиотическая ассоциация гетеротрофного грибного организма (микобионта), автотрофных микроскопических зеленых водорослей и/или цианобактерий (фотобионта), в основе которой лежат антагонистические отношения (Сонина и др., 2006).

Лишайники давно и успешно используются в системе экологического мониторинга территорий, подверженных антропогенным воздействиям, в качестве индикаторов загрязнения атмосферного воздуха. Одним из известных модельных видов является эпифитный цианолишайник лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., Lobariaceae) (Scheidegger, Werth, 2009). Считается, что вид крайне чувствителен к любому типу антропогенного воздействия; в умеренном климате приурочен к старовозрастным лесам и является индикатором экологической непрерывности местообитания (Gauslaa, 1994; Rose, 1992; цит. по: Михайлова, 2005). В России лишайник занесен в Красную книгу РФ (2008) со статусом уязвимого вида с сокращающейся численностью (2б). Вид включен в региональные Красные книги, в том числе – Республики Карелия (2007).

Несмотря на большое количество публикаций, посвященных изучению биологии и экологии *Lobaria pulmonaria* (Михайлова, 2005; Кравченко, Фадеева, 2008; Пыстина, Семенова, 2009, 2010; Микрюков, 2011; Тарасова, Игнатенко, 2013; Игнатенко, Тарасова, 2014, 2015 и др.) в литературе только в последнее время появились данные о состоянии микроталломов размером менее 0,2-0,5 см (Игнатенко, Тарасова, 2017; Игнатенко, 2018).

В связи с этим исследования начальных стадий жизненного цикла *Lobaria pulmonaria* в лесных сообществах Карелии являются актуальными.

Цель исследования: изучение микроталломов *Lobaria pulmonaria* на корке осины обыкновенной в лесных фитоценозах Карелии

Задачи:

1. Исследовать образцы корки осины обыкновенной на наличие микроталломов *Lobaria pulmonaria*.

2. Изучить влияние макроталломов на количественные параметры микроталломов *Lobaria pulmonaria*.
3. Изучить влияние условий местообитания (на уровне дерева) на количественные параметры микроталломов *Lobaria pulmonaria*.

Глава 1. Литературный обзор

Морфологическое строение

Lobaria pulmonaria листоватый лишайник с крупным широколопастным (лопасти до 5 см шириной), более или менее розетковидным талломом до 30-50 см в диаметре, прикрепляется к коре деревьев или замшелым скалам короткими ризинами, расположенными на нижней поверхности. Края лопастей цельные, лопасти угловато обрубленные на концах. Верхняя поверхность лопастей рельефная, сетчато-ребристая соралиями и палочковидными изидиями. Нижняя поверхность повторяет рельеф верхней, сетчато-желтая, желтовато-коричневая до коричневой, в углублениях покрыта густым коротким желтовато-коричневым войлоком (Андерссон и др., 2009).



Рисунок 1. *Lobaria pulmonaria* (фото Игнатенко Р. В.)

Анатомическое строение

По внутреннему строению таллома *Lobaria pulmonaria* относится к гетеромерному типу лишайников, так как таллом на поперечном срезе можно чётко разделить на слои (Сонина и др., 2006).

Верхний коровой слой около 35 мкм толщиной, параплектенхимный, состоит из толстклеточных клеток с большим (до 7 мкм в диаметре) просветом (Блюм и др., 1975). Он защищает таллом от высыхания и механических воздействий (Шапиро, 1991). Следующий от поверхности слой – альгальный, около 40 мкм толщиной, в нём располагается фотобионт (Блюм и др., 1975; Шапиро, 1991). Сердцевинный слой, состоящий из беспорядочно переплетенных гиф гриба, 200-300 мкм толщиной. Нижний коровой слой коричневый, до 25 мкм толщиной. Апотеции сидячие, у основания суженные в ножку, расположены по ребрам или по краю лопастей (Блюм и др., 1975). В таежной зоне апотеции образуются достаточно редко, диаметром до 8 мм, с плоским красновато-коричневым диском и более светлым краем (Андерссон и др., 2009).

L. pulmonaria – это трехкомпонентный лишайник, образованный микобионтом (аскомицетным грибом), первичным фотобионтом – эукариотической зеленой водорослью *Dictyochloropsis reticulata*, и вторичным фотобионтом – азотфиксирующей цианобактерией *Nostoc* sp. (Tschermak-Woess, 1988).

Размножение

Размножение и распространение *L. pulmonaria* происходит преимущественно с помощью вегетативных диаспор соредий, развивающихся сначала по краям лопастей, а впоследствии и на их верхней поверхности. Соредии представляют собой микроскопические образования, состоящие из клеток водоросли, окруженных грибными гифами. Соредии формируют скопления определенной формы на поверхности талломов, называемые соралиями (Бязров, 2005).

На старых, отмирающих участках талломов лобарии легочной развиваются изидии (Михайлова, 2005). Изидии мелкие выросты верхней поверхности таллома разнообразной формы, как правило, одного с ним цвета или более темные. Изидии всегда окружены коровым слоем, под которым находятся клетки водоросли, окруженные гифами гриба. Оторванные от таллома изидии формируют в благоприятных условиях новые слоевища (Бязров, 2005). Также изидии могут разрастаться, образуя лобули (регенеративные структуры, не способные к распространению) (Михайлова, 2005).

Споры полового размножения формируются на старых талломах в апотециях (Scheidegger et al., 1998; цит. по: Михайлова, 2005).

Экология

Эпифитный лишайник *Lobaria pulmonaria* достаточно широко распространен в мире, что обусловлено адаптивными способностями вида. Вместе с тем *Lobaria pulmonaria* имеет сравнительно узкую экологическую приуроченность и характеризуется высоким требованиями к среде обитания. Имеются сведения, что присутствие или отсутствие того или иного эпифитного лишайника определяется многими факторами: типом леса, сомкнутостью и плотностью древостоя, возрастом деревьев, физико-химическими свойствами субстрата, высотой над землей и экспозицией ствола, диаметром ствола, категорией жизненности деревьев, параметрами кроны и т.д. (Koskinen, 1955; Barkman, 1958; Бязров, 1970; цит. по: Семенова, 2004).

В работе Семеновой Н. А. «Некоторые характеристики деревьев-форофитов лишайника *Lobaria pulmonaria* в таежных лесах Республики Коми» были изучены следующие группы характеристик: характеристики деревьев (вид, возраст, диаметр ствола) и характеристики микроусловий (угол наклона поверхности ствола, высота над землей, рН коры) (Семенова, 2004).

Исследования проводились в средне- и северотаежной подзонах Республики Коми в летний период 2001-2002 гг. Заложено 62 пробные площади (20x20м) в лесах разного

типа. На территории исследования в различных формациях лесов и ивовых зарослях лобария была зарегистрирована на девяти видах древесных пород. Всего было обследовано 361 дерево-хозяин *Lobaria pulmonaria*. В половине случаев (50%) лишайник встречен на осине, далее по убыванию следует ива, рябина, ель, береза. Очень редко в качестве форофитов отмечаются черемуха, жимолость и можжевельник (Семенова, 2004).

В результате исследований было установлено, что молодые талломы *Lobaria pulmonaria* начинают заселять деревья, достигшие возраста 70-80 лет (данные в основном относятся к осиновым лесам). Максимальным возрастом (200 и более лет) обладали ели, растущие в первом ярусе пойменных еловых насаждений. В среднем лишайник массово разрастался в древостоях, достигших возраста 90-100 и более лет (Семенова, 2004).

Выявлено, что в таежных лесах Республики Коми *Lobaria pulmonaria* предпочитает поселяться на деревьях, являющимися доминантами (51%) и субдоминантами (16%) в древостое. Немаловажным субстратом оказались сухостой и валежник деревьев. В целом, древесный отпад, включая также бурелом и пни, составляет 26% из зарегистрированных случаев встречи лишайника. Роль подлеска и подроста, выступающих в качестве форофитов *Lobaria pulmonaria*, не значительна (6 и 1% соответственно) (Семенова, 2004).

Для многих эпифитных лишайников важны морфоструктурные характеристики коры форофита. Описания коры были сделаны только для живых стволов деревьев. У 92% обследованных деревьев *Lobaria pulmonaria* произрастала на более или менее толстой трещиноватой коре (Семенова, 2004).

Автором статьи было выявлено, что в среднем угол наклона ствола обследованных деревьев составляет 14°. Также было установлено, что средняя высота поднятия лишайника по стволу – 2,4 м (Семенова, 2004).

Кислотность коры является особенно значимым фактором, ограничивающим расселение многих эпифитных лишайников. В данных исследованиях минимальное значение рН отмечено для *Populus tremula* и *Picea obovata* – 3,8. Максимальное (7,3) – для

Sorbus aucuparia. Среднее значение кислотности коры всех обследованных деревьев равняется 5,0 (Семенова, 2004).

Распространение *Lobaria pulmonaria*

Охраняемый лишайник *Lobaria pulmonaria* достаточно широко распространен в неморальных и бореальных районах Северного полушария и холодных частях тропиков. В течение последнего столетия мировая популяция вида понесла огромные потери вследствие стремительного сокращения ареала и во многих западноевропейских странах находится на грани исчезновения. Основная угроза – уничтожение старовозрастных лесов и глобальное аэротехногенное загрязнение воздуха (Семенова, 2002).

Общий ареал: встречается в Европе, Азии (Корея, Китай, Япония), Африке, Северной Америке (Поташева, Кравченко, 1995).

В России спорадически произрастает в европейской части, Сибири и на Дальнем Востоке (в Хабаровском и Приморском краях, на Камчатке и Сахалине), на Северном и Среднем Урале (Поташева, Кравченко, 1995). В Карелии находится краевая часть ареала вида, он встречается и севернее – в Мурманской области, где очень редок (Фадеева, Кравченко, 2008).

Установлено, что *Lobaria pulmonaria* достаточно равномерно распространена в подзоне средней тайги, севернее встречается реже и спорадически, приурочена в основном к побережью и островам Белого моря и к территории, прилегающей к российско-финляндской границе (Кравченко, Фадеева, 2008).

В подзоне средней тайги *Lobaria pulmonaria* приурочена в основном к производным лесам, так как девственные леса вырублены практически полностью. Более или менее существенные по площади участки сохранились только на юго-востоке территории вдоль границы Карелии и Архангельской области, где они в настоящее время дорубаются, за исключением, естественно, территорий национального парка «Водлозерский» и ландшафтного заказника «Атлека» (Вологодская область). В подзоне северной тайги все

еще существуют обширные по площади участки девственной тайги, большинство из которых либо уже взяты под охрану – заповедник «Костомукшский», национальные парки «Водлозерский» (северная часть которого лежит в пределах данной подзоны), «Калевальский» и «Паанаярви», несколько ландшафтных заказников, в том числе такой крупный, как «Кожозерский» (Архангельская область), либо намечены к охране, как, например национальный парк «Тулос», ландшафтный заказник «Гридинский», «Кумипорог» (Кравченко, Фадеева, 2008).

Глава 2. Объекты и методы исследования

2.1. Характеристика района исследования

Заповедник «Костомукшский»

Государственный природный заповедник «Костомукшский» создан в 1983 г., в настоящий момент его площадь составляет 49 276 га (без учета Национального парка «Калевальский», который в 2015 г. присоединен к заповеднику отдельным кластером) (Кравченко и др., 2017).

Район исследования находится в пределах Балтийского кристаллического щита на восточном склоне Западно-Карельской возвышенности. Основные типы почв подзолистые, болотно-подзолистые и болотные (Морозова, 1991). Климат отличается относительно мягкой зимой, прохладным коротким летом, высокой облачностью, значительной влажностью воздуха и достаточным количеством осадков в течение года (Романов, 1961).

Лесные фитоценозы занимают большую часть территории заповедника как одного из важных элементов «Зеленого пояса Фенноскандии». Они являются основным биотическим компонентом наземных экосистем, имеющим ключевое средообразующее и средозащитное значение (Громцев, 2009).

По данным сплошной инвентаризации леса (лесоустройства) лесные сообщества занимают около 30 тыс. га или более 60 % территории заповедника «Костомукшский». Сосновые фитоценозы составляют почти 85 % покрытой лесом площади. Практически все остальные лесные земли заняты ельниками. На долю лиственных фитоценозов приходится около 100 га (0,5 %). Среди лесных местообитаний значительно преобладает черничный тип (более 60 %) (Громцев, 2009).

Возрастная структура лесов отличается выраженным преобладанием древостоев в интервале 80–160 лет (более 70 %). Отмечено сравнительно высокое участие лесных сообществ в возрасте более 200 лет (до 7 %) (Громцев, 2009).

Территория заповедника относится к Кемскому флористическому району (Раменская, 1983) и характеризуется преобладанием широко распространенных бореальных видов при крайне незначительном участии как южных, так и северных элементов. На настоящий момент флора сосудистых растений заповедника насчитывает 452 таксона (Кравченко и др., 2017).

2.2. Методы изучения

Сбор данных осуществлялся на сети постоянных пробных площадей (ПП), заложенных с учетом требований, принятых в геоботанике (Методы изучения..., 2002) в вегетационные периоды 2014-2015 гг. Размер ПП составлял 1 га., форма в большинстве случаев квадратная, иногда прямоугольная, вследствие своеобразного контура фитоценоза.

Характеристики деревьев

Возраст деревьев. Определялся подсчетом годовичных колец по кернам, взятых при помощи возрастного бурава на высоте (130 см от поверхности почвы).

Диаметр ствола. Измерялся при помощи мерной вилки у основания ствола, на высоте 130 см и 200 см от земли.

Высота дерева и высота прикрепления кроны. Данные показатели определяли с точностью до 0.5 м при помощи эклиметра (PM-5 “Suunto”).

Протяженность кроны. Устанавливали как разницу между высотой дерева и высотой прикрепления кроны.

Радиус кроны. Определяли при помощи рулетки с четырех сторон света (севера, востока, юга и запада).

Описание талломов лишайника *Lobaria pulmonaria*

Изучение показателей талломов лишайника *Lobaria pulmonaria* выполняли методом сплошного учёта на всех субстратах на высоте 0–2 м от земли.

Большое внимание уделялось исследованию талломов площадью $< 1 \text{ см}^2$, которые изучались на стволах деревьев в местах произрастания крупных талломов (на расстоянии от 2 до 10 см) и на тех же деревьях, но в местах, где особи с площадью $> 1 \text{ см}^2$ не визуализировались (как правило, на противоположной стороне ствола, на участках корки без мхов). На каждой ПП со стволов деревьев отбирались образцы корки для исследования в лабораторных условиях на наличие микроскопических талломов *Lobaria pulmonaria*.

Методы обработки материала

Статистическая обработка результатов выполнена на основе регрессионного анализа с использованием линейной модели (Методы изучения..., 2002; Ивантер, Коросов, 2011):

$$y = a \cdot X + b.$$

Анализ данных проводили в статистической программе *Excel*.

Описание лесных фитоценозов, сбор полевого материала осуществлял Роман Викторович Игнатенко совместно с коллегами с кафедры ботаники и физиологии растений Института биологии, экологии и агротехнологий Петрозаводского государственного университета и лаборатории экологической физиологии растений Института биологии Карельского научного центра РАН (Игнатенко, 2018).

В рамках данной работы проводилась камеральная обработка образцов корки осины и параметров деревьев и их статистический анализ.

Глава 3. Результаты исследования

Образцы корки осины обыкновенной были собраны со стволов деревьев растущих в двух типах леса: смешенных елово-березовых фитоценозах (3 ПП) и ельниках черничных зеленомошных (1 ПП) (Игнатенко, 2018) (табл. 1). Давность нарушения (пожары, рубки) исследованных фитоценозов варьирует от 180 до 250 лет.

Таблица 1. Объем анализируемого материала

| Номер ПП | Тип леса | Давность нарушения | Число изученных стволов осины | Количество изученных образцов корки |
|----------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Ельник черничный зеленомошный | 250 | 3 | 6 |
| 2 | Смешанный елово-березовый лес | 180 | 10 | 20 |
| 3 | Смешанный елово-березовый лес | 200 | 4 | 8 |
| 4 | Смешанный елово-березовый лес | 200 | 2 | 4 |

В рамках исследования были изучены образцы корки с 19 стволов осины обыкновенной общей площадью 1342 см². В результате было установлено, что микроталломы *Lobaria pulmonaria* обнаружены только в тех местах на стволе, где растут макроталломы, то есть в непосредственной близости к крупным талломам, которые, вероятно, являются материнскими (Игнатенко, Тарасова, 2017). С противоположной стороны ствола не было обнаружено ни одного микроталлома.

В изученных лесных сообществах плотность талломов варьирует от 0 до 1 шт. на 1 см² корки осины. Максимальная плотность микроталломов обнаружена в ельнике черничном зеленомошном с давностью нарушения 250 лет.

Установлено, что с увеличением числа талломов *Lobaria pulmonaria* площадью >1 см² от 1 до 33 штук плотность микроталломов возрастает в 7 раз с 0,07 до 0,5 шт./см² (рис. 2).

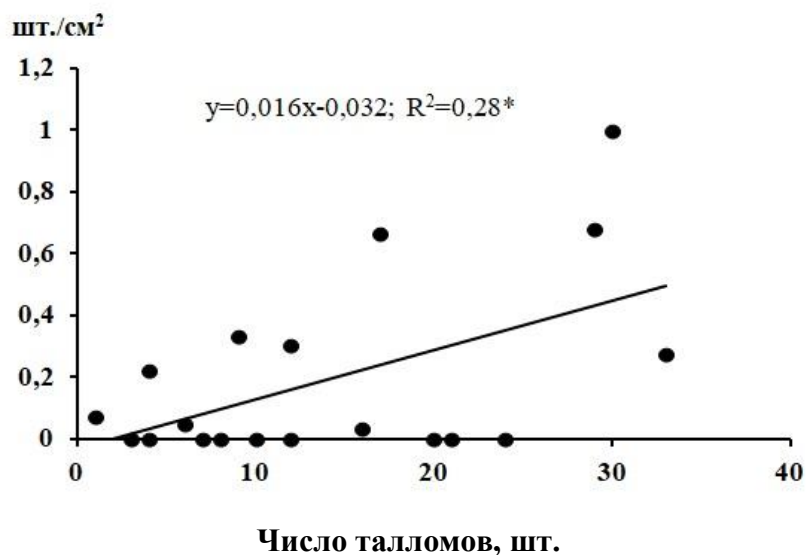


Рисунок 2. Плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* при разном количестве макроталломов в таежных фитоценозах Карелии

Важно отметить, что на количественные и качественные характеристики эпифитных лишайников особое влияние оказывают параметры субстрата, на которых они растут (Истомина, 1996; Кравченко, Фадеева, 2008; Микрюков, 2011; Тарасова, 2017; Игнатенко, 2018). С ростом дерева изменяются физические и химические свойства субстрата, режим увлажнения и освещенности, а также увеличивается время, необходимое для колонизации, роста и развития лишайников (Игнатенко, 2018).

В результате исследования было выявлено, что при увеличении возраста осины обыкновенной с 88 до 159 лет плотность талломов площадью < 1 см² возрастает с 0 до 0,6 шт./см² (рис. 3).

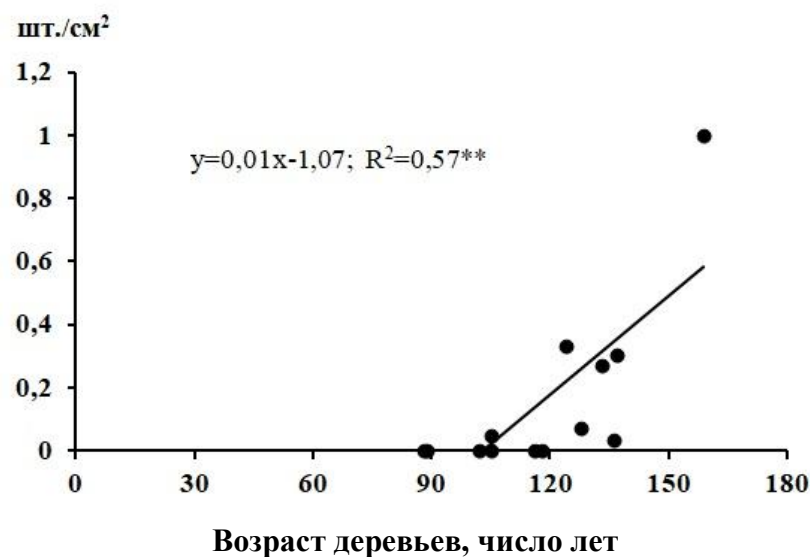


Рисунок 3. Плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* при разном возрасте осины в таежных фитоценозах Карелии

При повышении диаметра стволов деревьев на высоте 130 см от уровня почвы с 22,9 до 57,3 см плотность микроталломов лишайника возрастает от 0 до 0,5 шт./ см² (рис. 4).

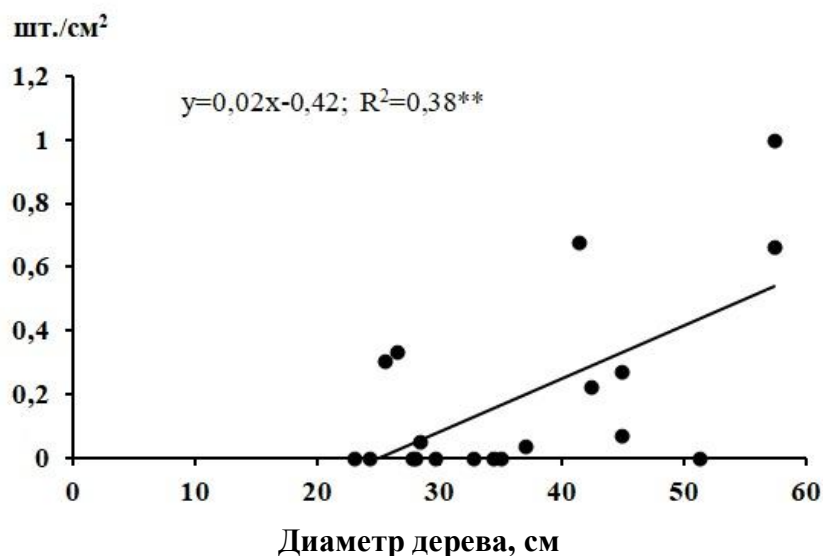


Рисунок 4. Плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* при разном диаметре осины в таежных фитоценозах Карелии

Высота исследованных деревьев варьирует от 16 до 35 м и в среднем составляет 23,8 м. При увеличении данного параметра осины плотность микроталломов лобарии легочной повышается с 0 до 0,5 шт./ см² (рис. 5).

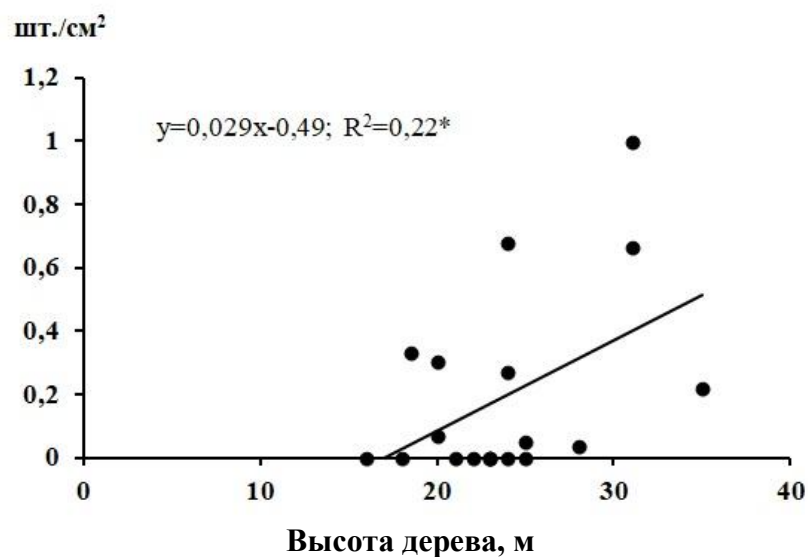


Рисунок 5. Плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* при разной высоте осины в таежных фитоценозах Карелии

Протяженность кроны играет важную роль в перехвате и распределении атмосферных осадков по стволу дерева. В результате анализа полученных данных выявлено, что при увеличении этого параметра дерева с 4 до 19 м плотность талломов площадью < 1 см² возрастает с 0 до 0,7 шт./ см² (рис. 6).

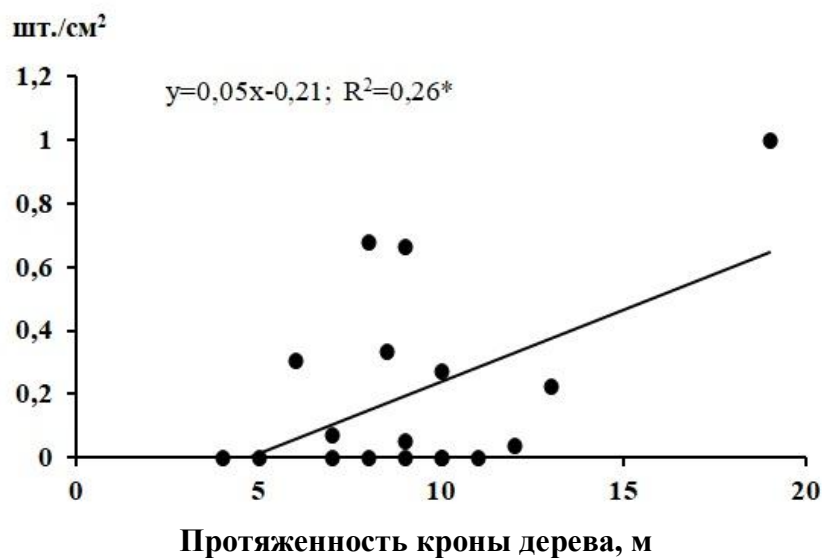


Рисунок 6. Плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* при разной протяженности кроны осины в таежных фитоценозах Карелии

Одним из важнейших параметров кроны, наряду с протяженностью, является радиус. Крона, имеющая большой радиус и протяженность, задерживает большее количество осадков, чем крона с низкими значениями данных показателей.

В ходе исследования было установлено, что при увеличении радиуса кроны осины со 155 до 473 см плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* возрастает 0,01 до 0,7 шт./см² (рис. 7).

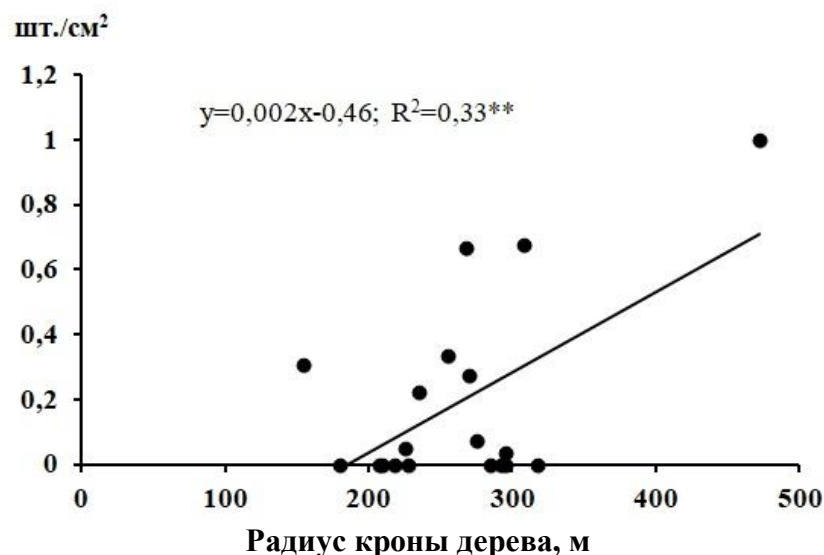


Рисунок 7. Плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* при разном радиусе кроны осины в таежных фитоценозах Карелии

Важно отметить, что аналогичные закономерности были выявлены и для крупных талломов *Lobaria pulmonaria* растущих на стволах осины обыкновенной (Пыстина, Семенова, 2009; Иванова, 2015; Игнатенко, Тарасова, 2015).

Заключение

Согласно многочисленным данным в лесных фитоценозах таежной зоны европейской части России, талломы лишайника *Lobaria pulmonaria* предпочитают расти на стволах осины обыкновенной (Истомина, 1996; Кравченко, Фадеева, 2008; Пыстина, Семенова, 2009; Иванова, 2015; Игнатенко, Тарасова, 2015).

Корка осины имеет трещиноватую, шероховатую структуру, что способствует лучшему закреплению вегетативных пропагул. Стоит отметить, что на лишайник оказывает особое влияние индивидуальная характеристика данного вида дерева – возраст, диаметр ствола, высота, характеристики кроны. В результате исследования было показано, что при увеличении данных параметров дерева плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* в лесных сообществах заповедника «Костомукшский» возрастает, что свидетельствует об успешном воспроизводстве данного вида лишайника.

Выводы

1. В изученных лесных сообществах плотность микроталломов *Lobaria pulmonaria* варьирует от 0 до 1 шт. на 1 см² корки осины. Максимальная плотность микроталломов обнаружена в ельнике черничном зеленомошном с давностью нарушения 250 лет.
2. Микроталломы *Lobaria pulmonaria* обнаружены только в тех местообитаниях, где растут макроталломы, в непосредственной близости к крупным талломам, которые, вероятно, являются материнскими.
3. С увеличением числа макроталломов *Lobaria pulmonaria* на стволе осины плотность микроталломов возрастает в 7 раз.
4. На параметры микроталломов *Lobaria pulmonaria* оказывают влияние следующие характеристики деревьев: возраст, диаметр ствола, высота, параметры кроны. При увеличении таксационных параметров дерева плотность микроталломов возрастает.

Список литературы

1. Андерссон, А. Н. Влияние и обследование биологически ценных лесов на Северо-Западе Европейской части России. Т. 2. / А. Н. Андерссон, Н. М. Алексеева, Е. С. Кузнецова. СПб: ООО «Типография «Победа», 2009. — 238 с.
2. Блюм, О. Б. Определитель лишайников СССР. Выпуск 3. Калициевые – Гиалектовые / О. Б. Блюм, А. В. Домбровская, Ц. Н. Инашвили и др.; под общ. ред. И. И. Абрамова. — Л.: Наука, 1975. — 275 с.
3. Бязров, Л. Г. Лишайники – индикаторы радиоактивного загрязнения / Л. Г. Бязров. М.: изд-во КМК, 2005. 476 с.
4. Громцев, А. Н. Леса заповедника «Костомукшский»: структура, динамика, ландшафтные особенности / А. Н. Громцев // Труды Карельского научного центра РАН. — 2009. — № 2. — С. 71–78.
5. Иванова, Н. В. Лимитирующие факторы распространения редкого лишайника *Lobaria pulmonaria* (на примере лесов заповедника «Кологривский лес») / Н. В. Иванова // Изв. РАН. Серия Биологическая. — 2015. — № 2. — С. 187–196.
6. Ивантер, Э. В. Введение в количественную биологию. Учебное пособие. 2-е издание / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. — 302 с.
7. Игнатенко Р. В. Характеристика ювенильного и имматурного состояний прегенеративного периода онтогенеза охраняемого лишайника лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) / Р. В. Игнатенко, В. Н. Тарасова // Современная микология в России. — М.: Нац. акад. микол., 2017. — Т. 6. — С. 324–327.
8. Игнатенко, Р. В. Состояние популяции охраняемого лишайника лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) в растительных сообществах Петрозаводского городского округа / Р. В. Игнатенко, В. Н. Тарасова // Ученые записки

- Петрозаводского государственного университета. Естественные и технические науки. — 2014. — Т. 2, № 8 (145). — С. 26–30.
9. Игнатенко, Р. В. Состояние популяций охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в лесных сообществах южной Карелии при разном уровне антропогенной нагрузки / Р. В. Игнатенко, В. Н. Тарасова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. Биологические науки. — 2015. — № 8 (153). — С. 57–64.
10. Игнатенко, Р. В. Экология лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в растительных сообществах Карелии: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Игнатенко Роман Викторович. — СПб., 2018. — 28 с.
11. Истомина, Н. Б. Биология *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. и *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) Massal. в южной тайге европейской части России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.24 / Истомина Нина Борисовна. — М., 1996. — 24 с.
12. Кравченко, А. В. Дополнения и уточнения к флоре заповедника «Костомукшский» (Республика Карелия) / А. В. Кравченко, Л. В. Майорова, Н. С. Сиккиля, Р. Хейккиля // Труды Карельского научного центра РАН. — 2017. — № 1. — С. 3–17.
13. Кравченко, А. В. Распространение и состояние лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*) на юго-востоке Фенноскандии / А. В. Кравченко, М. А. Фадеева // Международное совещание «Лишайники бореальных лесов» и Четвертая российская полевая лихенологическая школа: Материалы. — Сыктывкар, 2008. — С. 60–72.
14. Кравченко, А. В. Распространение и состояние лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*) на юго-востоке Фенноскандии / А. В. Кравченко, М. А. Фадеева // Международное совещание «Лишайники бореальных лесов» и Четвертая российская полевая лихенологическая школа: Материалы. — Сыктывкар, 2008. — С. 60–72.

15. Красная книга Республики Карелия. — Петрозаводск: Карелия, 2007. — 368 с.
16. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. — 885 с.
17. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков, И. В. Лянгузова, Е. А. Мазная, В. Ю. Нешатаев, В. Ю. Нешатаева, Н. И. Ставрова, В. Т. Ярмишко, М. А. Ярмишко. — СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. — 240 с.
18. Микрюков, В. С. Популяционная экология эпифитного лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. на территории Урала и Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Микрюков Владимир Сергеевич. — Екатеринбург, 2011. — 20 с.
19. Михайлова, И. Н. Анализ субпопуляционных структур эпифитных лишайников (на примере *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) / И. Н. Михайлова // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачева. — 2005. — №1. — Вып. 9. — С. 124–134.
20. Морозова, Р. М. Лесные почвы Карелии / Р. М. Морозова. — Л.: Наука, 1991. — 184 с.
21. Поташева, М. А., Кравченко А. В. Охраняемый лишайник лобария легочная в национальном парке «Водлозерский»: распространение и приуроченность / М. А. Поташева, А. В. Кравченко // Природное и культурное наследие Водлозерского национального парка. — 1995. — С. 151 – 156.
22. Пыстина Т. Н. Популяционные различия лишайника *Lobaria pulmonaria* по величине клеток фототрофных компонентов в зависимости от условий местообитания / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова, А. Б. Новаковский // Вестник института биологии Коми НЦ УрО РАН. — 2010. — № 10. — С. 2–7.
23. Пыстина, Т. Н. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (*Lobariaceae*) в Республике Коми / Т. Н. Пыстина, Н. А. Семенова // Бот. Журнал. — 2009. — Т. 94, № 1. — С. 48–58.

24. Раменская, М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии / М. Л. Раменская. — Л.: Наука, 1983. — 216 с.
25. Романов, А. А. О климате Карелии / А. А. Романова. — Петрозаводск: Госиздат Карельской АССР, 1961. — 139 с.
26. Семенова, Н. А. Некоторые характеристики деревьев-форофитов лишайника *Lobaria pulmonaria* в таежных лесах Республики Коми / Н. А. Семенова // Пятнадцатая Коми республиканская молодежная научная конференция: Тезисы (Сыктывкар, 19–23 апреля 2004 г.). — Сыктывкар, 2004. — Т. 2. — С. 267–269.
27. Семенова, Н. А. Сведения об экологической приуроченности *Lobaria pulmonaria* на территории модельного леса «Прилузье» (средняя тайга, Республика Коми) / Н. А. Семенова // Актуальные проблемы биологии и экологии: Тезисы докладов IX молодежной научной конференции (15–17 апреля 2002 г.). — Сыктывкар, 2002. — С. 139 – 140.
28. Сони́на, А. В. Лишайники. Часть I. Морфология, анатомия, систематика / А. В. Сони́на, В. И. Степанова, В. Н. Тарасова. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. — 216 с.
29. Тарасова, В. Н. Лишайники. Физиология, экология, лишеноиндикация / В. Н. Тарасова, В. И. Андросова, А. В. Сони́на. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. — 268 с.
30. Тарасова, В. Н. Особенности произрастания и оценка состояния популяций охраняемого лишайника лобария лёгочная *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в растительных сообществах заповедника «Кивач» / Тарасова В. Н., Игнатенко Р. В. // Труды Государственного природного заповедника «Кивач». — 2013. — Вып. 6. — С. 24–28.

31. Тарасова, В. Н. Структура и динамика эпифитно мохово-лишайникового покрова в среднетаежных лесах северо-запада европейской части России: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.02.08 / Тарасова Виктория Николаевна. — СПб., 2017. — 46 с.
32. Фадеева, М. А. Влияние антропогенных факторов на охраняемый лишайник *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в краевой части ареала / М. А. Фадеева, А. В. Кравченко // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения: Материалы межд. научной конференции, посвященной 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 13–16 мая, 2008 г.). — Пенза, 2008. — Ч. 1. — С. 405–406.
33. Фадеева, М. А. Материалы к флоре лишайников заповедника «Костомукшский» и промышленной зоны г. Костомукши / М. А. Фадеева, Н. Н. Дубровина // Флористические исследования Карелии / Отв. ред. А. В. Кравченко. — Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. — Вып. 2. — С. 68–84.
34. Шапиро, И. А. Загадки растения-сфинкса / И. А. Шапиро. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 80 с.
35. Scheidegger, C. Conservation strategies for lichens: insights from population biology / C. Scheidegger, S. Werth // Fungal Biol. Rev. — 2009. — Vol. 23. — P. 55–66.
36. Tschermak-Woess, E. The algal partner / E. Tschermak-Woess // CRC handbook of lichenology / ed. M. Galun. — Boca Raton, FL, USA: CRC Press Inc, 1988. — Vol. 1. — P. 39–92.