

МБОУ "Пушкиногорская средняя общеобразовательная школа
имени А. С. Пушкина"
Псковская область, р.п. Пушкинские Горы

**«РАЗМЕРНАЯ И ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ
КРАСНОКНИЖНОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA*
(L.) NOFFM В МУЗЕЕ-ЗАПОВЕДНИКЕ «МИХАЙЛОВСКОЕ»**

Автор:

Яковлев Максим Владимирович,
ученик 10 класса

Научный руководитель:

Григорьева Ольга Геннадьевна,
учитель биологии и химии
Пушкиногорской средней школы

Я, Григорьева О.Г., подтверждаю, что текст данной работы содержит не более 25 страниц, из них текст статьи и список литературы – не более 14 страниц, приложения – не более 10 страниц.



12.03.2024г.

подпись, дата

2023г.

УДК 582.29

**«РАЗМЕРНАЯ И ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ
КРАСНОКНИЖНОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM.
В МУЗЕЕ-ЗАПОВЕДНИКЕ «МИХАЙЛОВСКОЕ»**

Яковлев Максим Владимирович, Псковская область, р.п. Пушкинские Горы,

МБОУ «СОШ имени А.С. Пушкина», 10 класс

Аннотация. В работе представлены материалы по изучению размерной и возрастной структуры популяции краснокнижного лишайника *Lobaria pulmonaria* в музее-заповеднике «Михайловское». Впервые были исследованы онтогенетические состояния этого вида в парке на липах в заповедных условиях. В популяции *L. pulmonaria* выделено 3 периода и 6 возрастных состояний. Выявлено, что преобладают крупноразмерные особи (80%), довольно много старовозрастных g₃- (25%) и субсенильных талломов ss- (18%) от общего числа изученных лишайников.

Ключевые слова: Михайловское, онтогенез, размеры, размножение, эпифитный лишайник, *Lobaria pulmonaria*.

Содержание

Введение.....	4
1. Биологические особенности и онтогенез <i>Lobaria pulmonaria</i> (литературный обзор).....	5
2. Методы исследования.....	6
3. Результаты исследований.....	8
Заключение.....	12
Список использованных источников.....	13
Приложение.....	14

Введение

Данная работа является продолжением предыдущего исследования по изучению популяции краснокнижного лишайника *Lobaria pulmonaria* на территории государственного музея-заповедника «Михайловское» в липовой аллее. Нами эта популяция изучалась в 2022г. [1]. Были проанализированы литературные источники, выявлены особенности биологии, размножения лишайников. Из 27 деревьев липовой аллеи *L. pulmonaria*, обнаружена на 12 (44%). Средний диаметр талломов составляют около 10 см. Наибольшее количество видов обнаружено на старых деревьях. Обнаружены некротические пятна на талломах лишайников. На деревьях определено распределение талломов по экспозициям. Выявлено, что вид встречается на всех экспозициях.

Для оценки состояния популяций охраняемых видов недостаточно определения только наличия и числа талломов, более важными считаются исследования не только размерной, но и возрастной структуры. Обычно биологический возраст талломов листоватых лишайников определяется по его приросту и возрасту субстрата, на котором они находятся. Маркерами возраста служат размеры (длина слоевища, площадь), масса (Истомина, 1996; Михайлова, Воробейчик, 1999). В последние годы стали заниматься изучением онтогенеза лишайников и определять возрастные состояния по аналогии с высшими растениями. Именно это дает возможность оценки восстановительных свойств лишайников. Особенно это полезно при изучении краснокнижных видов в целях их дальнейшего сохранения.

Предотвращение исчезновения редких видов растений необходимо, прежде всего, для сохранения их генофонда, в целях научного изучения, хозяйственного, культурного и медицинского использования.

Объект исследования: Эпифитный лишайник *Lobaria pulmonaria* (Лобария легочная).

Предмет исследования: Количественные и качественные параметры жизненного цикла лишайника *Lobaria pulmonaria* на липе в условиях заповедника.

Цель работы. Определить размерную и возрастную структуру популяции *Lobaria pulmonaria* в липовой аллее музея-заповедника «Михайловское».

Задачи:

- 1.Используя литературные источники и интернет-ресурсы, выяснить биологические и экологические особенности *L. pulmonaria*.
- 2.Провести на модельных растениях необходимые измерения лишайника для определения площади талломов, зафиксировать наличие органов размножения на них.
- 3.Определить возрастные состояния талломов, используя морфологические особенности и соответствующие рисунки.
- 4.Оформить размерные и возрастные спектры популяции *L. pulmonaria* на липах разного возраста.

По результатам прошлогодних исследований отмечено, что в липовой аллее лишайник предпочитает старые ослабленные деревья. Мы предположили, что постгенеративные состояния онтогенеза лишайника будут преобладать на старых деревьях. Отсюда следует наша гипотеза.

Гипотеза. На старовозрастных липах должны преобладать лишайники постгенеративных состояний онтогенеза.

Актуальность. В нашей стране изучение онтогенеза *L. pulmonaria* проводилось на разных породах деревьев в лесах. Нами впервые изучено онтогенетическое состояние этого вида лишайника в парке на липах в заповедных условиях.

Использование результатов. Данные, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для оценки восстановительных свойств краснокнижного лишайника, а также для прогнозирования его дальнейшего развития в целях сохранения популяции.

Биологические особенности и онтогенез

***Lobaria pulmonaria* (литературный обзор)**

Lobaria pulmonaria—эпифитный лишайник, имеющий листоватую форму слоевища. Поверхность слоевища сетчато-ребристая, коричневая, часто с зеленоватым или оливковым оттенками. Диаметр слоевища составляет 5–30 сантиметров. Длина лопастей может достигать 7 сантиметров, а ширина – 1–3 сантиметра. Края лопастей обрубленовыемчатые. Органы прикрепления - ризины. Если обратить внимание на нижнюю сторону слоевища, то можно заметить пузырчатую неровную поверхность, напоминающую ткань лёгкого, вследствие чего этот лишайник и получил своё название. Лишайник

размножается как бесполовым путем с помощью изидий (отломившихся выростов таллома) и соредий (мелких пылевидных комочков со спорами), так и половым путем с помощью апотеций (плодовых тел леканорового типа). Апотеции развиваются не часто, имеют диаметр 2–5 мм, расположены на ребрах или краях лопастей, а также имеют красновато-коричневый диск, окружённый более светлым, чем диск, краем. [10]

Для изучения онтогенеза *L. pulmonaria* используется классификация возрастных состояний, предложенная Т.А. Работновым (1950) и А.А. Урановым (1975) для описания онтогенеза сосудистых растений. Критериями для выделения возрастных состояний у *L. pulmonaria* служат морфологические признаки: наличие и степень развития лопастей таллома, присутствие органов размножения, наличие некротических пятен и разрушений слоевищ.



Рис.1 *Lobaria pulmonaria* на стволе дерева
/фото Е. В. Терентьевой



Рис. 2 апотеции на талломе *L. pulmonaria*
/фото из википедии

Методы исследования

Изучение размерной и возрастной структур популяции проводили на 9 модельных деревьях разного возраста, условно разделенных по сохранности и диаметру стволов на «старые», «средние» и «молодые». В этом году благодаря Мироновой Екатерине Евгеньевне– сотруднику заповедника удалось уточнить сроки посадки деревьев:

1. «Старые» - липы с диаметром ствола до 1,5 м, имеют крупные зацементированные дупла. По данным архивов заповедника они были посажены еще в 1808 году.
2. «Средние» - с диаметром ствола до 80 см, посаженные в 1843–1862 гг;
3. «Молодые» - с диаметром ствола до 28 см, посаженные в 1972–1978 гг;

По данным сотрудников заповедника, на территории липовой аллеи, включая зеленую беседку, деревьев в возрасте 35 лет – 2, 45 лет – 9, 55 лет – 1, 160 лет – 3, 180 лет – 5, 215 лет – 15 деревьев.

На каждом модельном дереве определялась сторона света, на которой располагались слоевища, рулеткой измерялись высота произрастания слоевищ от земли, линейкой – диаметр слоевища и длина лопастей. Просматривались слоевища на наличие органов размножения, некротических пятен и других повреждений. Всего было изучено 32 таллома лишайников. Данные обрабатывались в программе Excel. Этапы онтогенеза определялись с использованием рисунка, взятого из работы Марамохин и др. (2015) [3]:

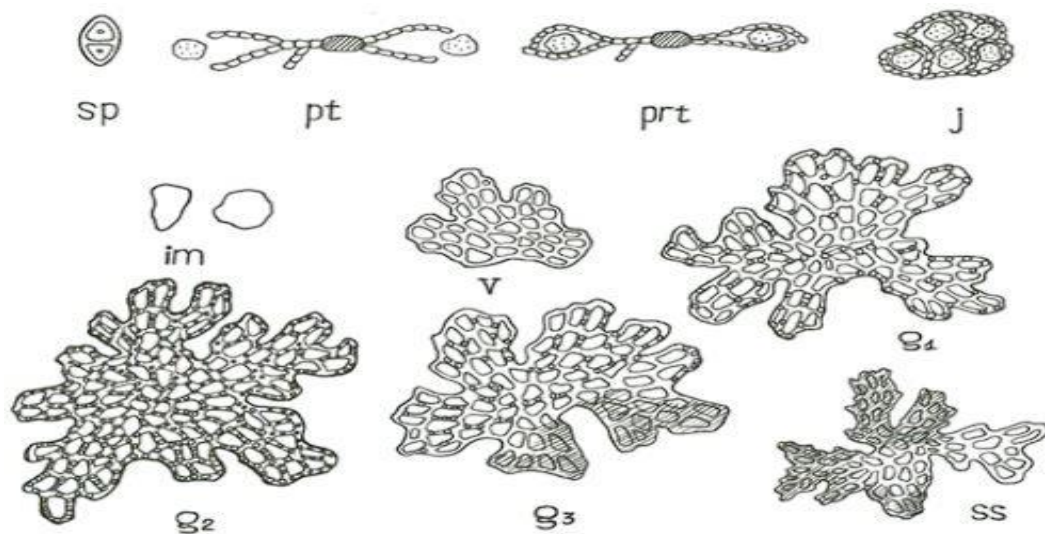


Рис. 3 Онтогенез *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.: sp – аскоспора, pt – прототаллюс, prt – прототаллюс, j – ювенильное, im – имматурное, v – виргинильное, g1 – молодое генеративное, g2 – среднее генеративное, g3 – старое генеративное, ss – субсенильное.

Названия периодов и состояний онтогенеза лишайника даны в соответствии с таковыми у высших растений. Начальные этапы не изучались из-за их микроскопических размеров и возможного повреждения коры мемориальных деревьев.

После анализа полученных данных были оформлены таблицы и графики, наглядно отражающие размерную и возрастную структура лишайника. Деревья, на которых проводились измерения, а также совокупность талломов на них были сфотографированы и приложены в конце научной работы.

Результаты исследований

Размерная структура. Число талломов лишайника на липах довольно высокое, варьирует от 11 до 32 экземпляров. На «старых» деревьях слоевица располагаются преимущественно на северо-западной стороне дерева на высоте от 120 см вверху и почти до самой земли (12 см от поверхности почвы). Почти весь ствол покрыт зелёными мхами. По литературным данным [11], мхи, с одной стороны препятствуют прорастанию лишайника, с другой – обеспечивают сохранение уровня влажности. На некоторых стволах в нижней части, среди зелёных мхов обнаружены слоевица эпигейного лишайника из рода *Peltigera*.

По размерам слоевица *L. pulmonaria* на липах в заповеднике значительно варьируют: длина от 1 см до 29 см (средняя $13,5 \pm 1,15$), ширина от 6 до 23 см (средняя $14,1 \pm 0,96$), площадь от 36 до 460 см (средняя $214,8 \pm 29$). Преобладают крупные талломы, площадь которых более 100 см^2 (график 1).

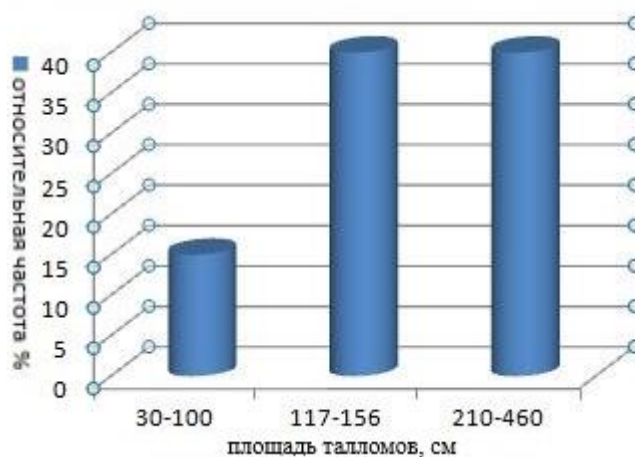


График 1. Частота встречаемости размеров талломов *L. pulmonaria* (площадь, см^2) в липовой аллее заповедника.

Самые крупные слоевица обнаружены на сравнительно «молодом» дереве (45 лет). На самых старых деревьях (215 лет) размеры площадей талломов очень разнообразны, колебания от 54 до 460 см^2 .

Возрастная структура. Всего по морфологическим признакам и размерам талломов, особенностям развития органов размножения (соредиев) в популяции *L. pulmonaria* на липах в заповеднике «Михайловское» выделено 3 периода и 6 возрастных состояний (таблица 1)

Таблица 1. Возрастная характеристика популяции *Lobaria pulmonaria* в музее-заповеднике «Михайловское»

Период	Онтогенетические состояния и их индексы	Признаки
Прегенеративный	Виргинильное (v) 	Талломы <i>L. pulmonaria</i> имеют характерный взрослый облик – хорошо сформированные лопасти и ямчатую бугристость, но являются стерильными, без репродуктивных структур. Большая часть талломов в данном состоянии (75 %) имеет площадь $\leq 10 \text{ см}^2$.
Генеративный	Генеративное (g1) 	Лопасты таллома хорошо развиты, начинается образование соредий на поверхности слоевища, которые располагаются на нем по краям. Появляются хорошо выраженные ризоиды, усиливающие контакт с субстратом, продолжаются интенсивные ростовые процессы.
	Генеративное (g2) 	Отмечается некоторое снижение ростовых процессов, ветвление таллома становится менее интенсивным. Группы соредиев образуют скопления, называемые соралиями. Ростовые и некротические процессы уравновешены.

	<p>Генеративное (g3)</p> 	<p>Некротические процессы начинают преобладать над ростовыми. Образование соралий отмечается в меньшей степени. Особи имеют достаточно крупные слоевища: у 59 % площадь талломов составляет $\geq 100 \text{ см}^2$.</p>
Постгенеративный	<p>Субсенильное (ss)</p> 	<p>Талломы начинают разрушаться; на старых, отмирающих участках формируется регенеративные структуры, не способные к распространению. При развитии талломов из принадлежащих к субсенильному состоянию, площадь составляет $\geq 100 \text{ см}^2$.</p>
	<p>Сенильное (s)</p> 	<p>Основная часть таллома разрушается, а на оставшихся лопастях образуются крупные некротические участки. Большая часть особей (61 %) этого состояния имеет площадь от 20 до 50 см^2.</p>

Преобладают в популяции *L. pulmonaria* на липах генеративные особи (g₁, g₂, g₃) - 66 %, среди которых выделяются старовозрастные (g₃)- 25% от общего числа особей (график 2)

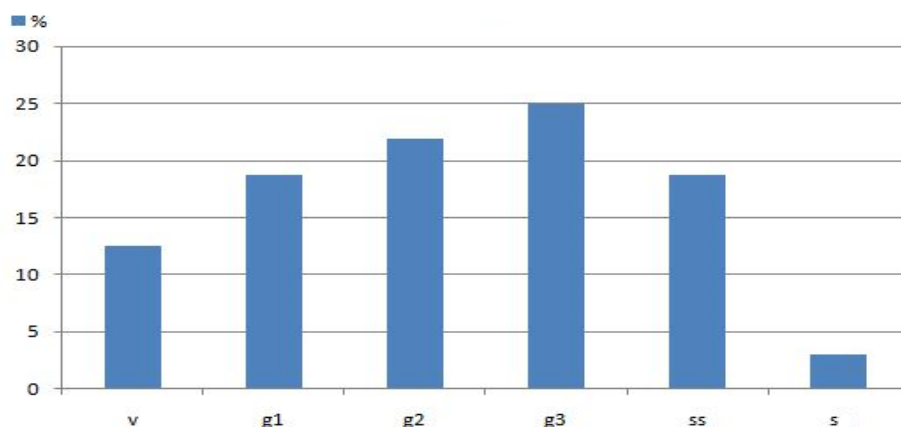


График 2. Возрастной спектр талломов *L. pulmonaria* на липах в аллее Керн

На «старых деревьях», возраст которых по данным архива музея-заповедника «Михайловское» составляет от 180 до 215 лет, слоевища лишайника немногочисленные (11–12), крупные, их площадь варьирует в пределах 168 – 418 см² (средняя -329,7±80). Некротические пятна составляют 20 % таллома и более. Местами части таллома разрушены.

На «средних» деревьях слоевища лишайника более многочисленные (до 30) и разнообразные по размерам и возрастным состояниям. Среднее число талломов на модельных деревьях – 26,7 ±4. Площадь слоевищ варьирует от 2,5 до 396 см². Преобладают средневозрастные генеративные (g₂) -64%.

Молодые слоевища на старых липах не обнаружены, следовательно, лишайник здесь, по-видимому, не способен к размножению. Возможно, этим можно объяснить отсутствие лишайника на соседних «молодых» липах, посаженных в 1972–1978 гг.

По литературным данным [9], таллом *L. pulmonaria* потенциально может существовать на стволе дерева до его смерти (в Швейцарии на ясене *L. pulmonaria* жила 200 лет!). Важным фактором, лимитирующим распространение этого лишайника, является слабая способность к заселению новых деревьев, так как основным способом размножения у *L. pulmonaria* является вегетативное размножение с помощью кусочков таллома или соредий с изидиями, распространение новых особей происходит только на небольшое расстояние, не превышающее нескольких десятков метров.

По данным Н. В. Ивановой, липы становятся пригодными для колонизации *Lobaria pulmonaria* в возрасте около 30 лет, а субпопуляции этого лишайника могут существовать на форофитах не менее 60 и 110 лет соответственно. На основании этого можно сказать,

что лишайники старовозрастных генеративных, субсенильных и сенильных состояний, преобладают на старых липах музея-заповедника «Михайловское».

Заключение. Таким образом, по размерам и возрастному состоянию слоевищ популяцию *L. pulmonaria* на липовой аллее в заповеднике «Михайловское» можно охарактеризовать как стабильную, довольно хорошо сохранившуюся. Значительный возраст, снижающий эффективность размножения, обрастание стволов лип зелёными мхами и эпигейными лишайниками, препятствующие расселению, вызывают опасение в сохранении популяции *L. pulmonaria*, несмотря на охрану субстратов. Наиболее эффективной мерой охраны служит трансплантация лишайника в заповеднике на другие породы деревьев, которую организовали ботаники Псков ГУ под руководством Истоминой Н. Б.

Таблица 2. Число деревьев и количество трансплантированных на них талломов *L. pulmonaria* (Михайловские рощи) в 2008 году

Древесная порода	Число деревьев	Число талломов
Осина	11	23
Липа	6	27
Дуб	1	2
Рябина	1	1
Всего	19	53

За трансплантированными слоевищами ведется мониторинг. В целом, отмечена высокая приживаемость, хорошая сохранность и ежегодный прирост талломов *Lobaria pulmonaria*, что свидетельствует об удачном опыте выполненных реинтродукционных мероприятий и увеличении численности вида на территории Пушкинского музея и Псковской области в целом. [5]

Гипотеза подтвердилась. Из проведённой работы и официальных источников музея-заповедника «Михайловское» следует, что самые старые лишайники, ss и s состояний, преобладают на старовозрастных деревьях липовой аллеи.

Благодарности:

Выражаю искреннюю благодарность Судницыной Диане Николаевне за научную консультацию Мироновой Екатерине Евгеньевне за доступ в архив музея-заповедника «Михайловское» Яковлеву Владимиру Евгеньевичу за помощь в сборе материалов

Список использованных источников

1. Материалы научно-практической конференции парковой тематики (19–22 апреля 2023 года) : [сб. ст.]. — Сельцо Михайловское: Пушкинский Заповедник, 2023. — 320 с. — (Серия «Михайловская пушкиниана»; вып. 98), стр. 252
2. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Учебное пособие - Йошкар-Ола, МарГУ, 1997, 240с. ISBN 5-230-000497-5
3. Марамохин Э. В., Малахова К. В., Криницын И. Г. Онтогенез и его особенности эпифитного лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) HOFFM // Журнал научных и прикладных исследований. 2015. № 11. С. 78-80.
4. Пыстина Т. Н., Семенова Н. А. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в Республике Коми // Ботанический журнал. 2009. Т.94. № 1. С. 48–58.
5. Материалы научно-практической конференции парковой тематики (19–22 апреля 2023 года) : [сб. ст.]. — Сельцо Михайловское: Пушкинский Заповедник, 2023. — 320 с. — (Серия «Михайловская пушкиниана»; вып. 98), стр. 247
6. Онтогенетический атлас растений: научное издание. О 595 Том VII / Мар. гос. ун-т; отв. и науч. ред. проф. Л. А. Жукова. – Йошкар-Ола, 2013. – 364 с.
7. Лобария лёгочная /Красная книга Псковской области. Псков. 2014.С.296.
8. Лобария легочная / Красная книга Российской Федерации. М., 2008 С. 715–716.
9. Иванова Наталья Владимировна, Терентьева Елена Викторовна Состояние популяций охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* в заповеднике «Кологривский лес» (Костромская область) // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2017. №38.
10. https://fr.wikipedia.org/wiki/Lobaria_pulmonaria
11. <http://dendrology.ru/books/item/f00/s00/z0000013/st007.shtml?ysclid=lkmufdn9ga25200810>

Приложение 1.

Номера лип согласно учету музея-заповедника «Михайловское».

Модельные деревья:

Липа № 695



Липа № 698



Липа № 699



Липа № 700



Липа № 720



Липа № 721



Липа № 722



Липа № 723



Липа № 725



Приложение 2.

Совокупность талломов:

Лишайники на липе № 695



Лишайники на липе № 698



Лишайники на липе № 699



Лишайники на липе № 700



Лишайники на липе № 720



Лишайники на липе № 721**Лишайники на липе № 722****Лишайники на липе № 723**

Лишайники на липе № 725