

Федеральное государственное казенное общеобразовательное учреждение  
«Петрозаводское президентское кадетское училище»  
Республика Карелия  
Петрозаводский городской округ

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЦИАНОЛИШАЙНИКА  
*LOBARIA PULMONARIA* В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ  
ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА**

Работу выполнил:  
Козлов Никита Владимирович,  
11 класс

Руководители:  
Игнатенко Роман Викторович, к.б.н.,  
старший научный сотрудник  
лаборатории биотехнологии растений КарНЦ РАН,  
педагог дополнительного образования  
ФГКОУ «Петрозаводское ПКУ»

Маркова Татьяна Владимировна,  
преподаватель биологии  
ФГКОУ «Петрозаводское ПКУ»

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Биология и экология вида <i>Lobaria pulmonaria</i> .....	4
Глава 2. Район и методы исследования.....	10
Глава 3. Результаты исследования.....	13
Заключение.....	18
Выводы.....	19
Список литературы.....	20
Глоссарий.....	22

## **Введение**

Город Петрозаводск – столица Республики Карелия, промышленный, транспортный и туристический центр Северо-Западного федерального округа России. В пределах городской черты расположены крупные фрагменты естественной растительности, которые представлены в основном еловыми и сосновыми лесами. На территории города находятся два природоохранного объекта: Ботанический сад ПетрГУ (367 га) и часть природного заказника «Заозерский» (400 га). В Петрозаводске встречается 228 видов лишайников, в том числе охраняемый цианолишайник лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm) (Игнатенко, Тарасова, 2014).

*Lobaria pulmonaria* – эпифитный широколопастной лишайник семейства Lobariaceae, внесен в Красные книги различных государств и субъектов, в том числе Российской Федерации (2008) и Республики Карелия (2007). Считается, что вид имеет сравнительно узкую экологическую приуроченность и характеризуется высокими требованиями к среде обитания. В настоящее время на территории европейской части России вид широко представлен только в Республике Карелия, в северной части Архангельской области и в Республике Коми (Кравченко, Фадеева, 2008; Пыстина Семенова, 2009; Игнатенко, Тарасова, 2014).

**Цель работы:** изучение лишайника *Lobaria pulmonaria* в лесных сообществах Петрозаводского городского округа.

### **Задачи исследования:**

1. Изучить влияние условий местообитания (на уровне деревьев и микроусловий) на качественные и количественные характеристики вида *Lobaria pulmonaria*.
2. Подготовить электронную базу данных, в которой будет представлена информация о количественных параметрах лишайника *Lobaria pulmonaria*, а также месте обитания вида (микроусловия, таксационные параметры деревьев и фитоценоза).
3. Проанализировать онтогенетические спектры *Lobaria pulmonaria* в 2015 и 2019 гг. исследования.
4. Сформулировать рекомендации по охране лишайника *Lobaria pulmonaria* на территории Петрозаводского городского округа.

**Объект исследования** – лишайник *Lobaria pulmonaria*.

**Предмет исследования** – количественные и качественные параметры лишайника *Lobaria pulmonaria*.

**Гипотеза:** вероятно талломы лишайника *Lobaria pulmonaria* на территории Петрозаводского городского округа будут находиться в состоянии стресса.

## Глава 1. Биология и экология вида *Lobaria pulmonaria*

### Морфология и биология вида

Вид *L. pulmonaria* является эпифитным листоватым лишайником талломы которого имеют более или менее розетковидную форму, а в диаметре могут достигать до 30–50 см. Таллом сверху серо-зеленоватый или коричневый, ребристый, с ямчатыми углублениями. На верхней поверхности, по ребрам, а также по краю таллома располагаются соралии (место образования и скопления соредиев определенной формы на поверхности таллома лишайника), с соредиями (структуры вегетативного размножения лишайников, представляющие собой микроскопические, лишённые коркового слоя округлые образования в виде комочков, в составе которых находятся одна или несколько клеток водорослей, окруженных гифами гриба), иногда прорастающими изидиями (структуры вегетативного размножения лишайников, представляющие собой разнообразные по форме выросты коркового слоя лишайника, содержащие клетки водоросли). Соралии белого, буровато-белого или сероватого цвета (Блюм, 1975; Гимельбрант, Кузнецова, 2009, цит. по Игнатенко, 2017).

Иногда, чаще всего на крупных талломах, на верхней поверхности образуются сидячие апотеции (диаметр до 5 мм) (плодовые тела открытого типа некоторых аскомицетов, в том числе лихенизированных, имеющих обычно блюдцевидную, дисковидную форму) красновато-коричневатого цвета (Блюм, 1975; Гимельбрант, Кузнецова, 2009, цит. по Игнатенко, 2017).

Снизу таллом светлый, в желобах между голыми вздутиями густо покрыт коротким пушком. При помощи ризин, которые располагаются на нижней поверхности таллома, лишайник прикрепляется к субстрату (Блюм, 1975; Гимельбрант, Кузнецова, 2009, цит. по Игнатенко, 2017).

*L. pulmonaria* – это трехкомпонентный лишайник, образованный аскомицетным грибом, зеленой водорослью *Dictyo chloropsis reticulata* (Tschermak-Woess, 1995, цит. по Игнатенко, 2017), и азотфиксирующей цианобактерией *Nostoc* sp. (Jordan, 1973; Tschermak-Woess, 1988, цит. по Игнатенко, 2017). Цианобактерии, в сочетании с толстыми гифами грибов, которые отделяют их от основной части таллома, на нижнем или верхнем коровых слоях формируют специализированные структуры – цефалодии (небольшие образования различной формы внутри или на поверхности талломов некоторых лишайников, содержащие синезеленые водоросли и в которых идет процесс фиксации атмосферного азота). Лишайник *L. pulmonaria* имеет гетеромерный тип таллома (рис. 1).

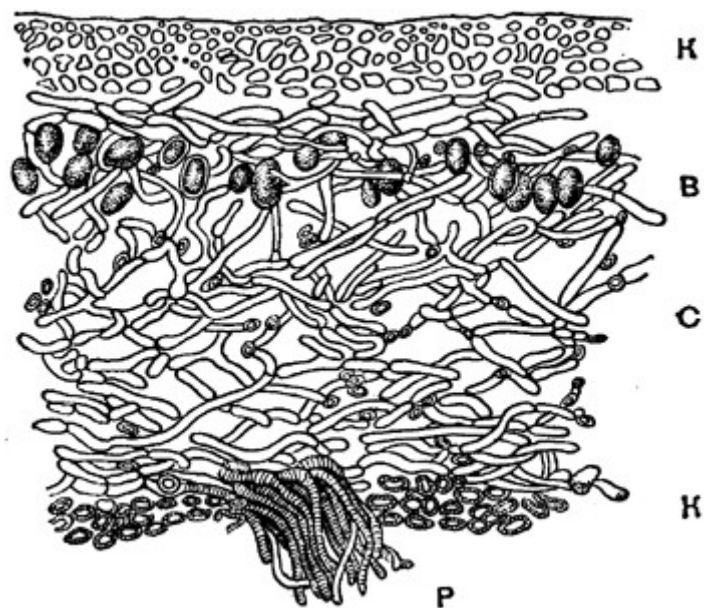


Рисунок 1. Разрез гетеромерного таллома: к – верхняя и нижняя кора; в – водоросли; с – сердцевина; р – ризина (<https://cyberlesson.ru/pogloshhaet-vodu-i-mineralnye-veshhestva-v/>)

Верхний коровый слой состоит из толстых клеток с большими просветами. Четко очерченный водорослевый слой толщиной, сложен из клеток *Dictyochloropsis reticulata*. Под клетками фотобионта расположены гифы гриба диаметром, которые образуют сердцевинный слой. Нижний коровый слой сформирован плотно упакованными гифами гриба (Блюм, 1975, цит. по Игнатенко, 2017).

### Размножение и особенности распространения

*L. pulmonaria* размножается и распространяется вегетативным (бесполое размножение) или половым способом (Игнатенко и др., 2020). При вегетативном размножении фрагменты таллома или специализированные пропагулы (соредии и изидии) содержат в себе грибные гифы и клетки зеленой водоросли. Однако для образования нового таллома вегетативным пропагулам необходимо объединиться с цианобактерией. При половом размножении только гриб продуцирует споры в плодовых телах. После распространения первичному мицелию гриба, прорастающему из споры, необходимо объединиться с водорослью и цианобактерией для образования новой особи лишайника.

Споры, образующиеся в результате полового размножения, являются микроскопическими, что облегчает распространение грибного компонента лишайника на большие расстояния (Игнатенко и др., 2020). Вегетативные пропагулы более крупные, тяжелые и распространяются на дальние расстояния менее эффективно.

## Онтогенез

Из литературы известно, что жизненный цикл лишайника *L. pulmonaria* по разным оценкам, в среднем, занимает от 17 до 35 лет (Scheidegger et al., 1997; Larsson, Gauslaa, 2011, цит. по Игнатенко, 2017).

В работе Игнатенко Р. В. с соавторами (2020) представлена обобщенная схема онтогенеза данного вида лишайника. Авторы выделяют 4 периода и 14 онтогенетических состояний в индивидуальном развитии данного вида лишайника (табл. 1). Каждое онтогенетическое состояние *L. pulmonaria* характеризуется определенными размерами таллома, наличием и степенью развития вегетативных диаспор и плодовых тел на поверхности слоевища.

Таблица 1. Онтогенетические состояния *Lobaria pulmonaria* (Игнатенко, 2017)

Период	Онтогенетические состояния и их индексы	Признаки
Латентный	Спора гриба ( <i>sp</i> )	Спора четырехклеточная, веретеновидная, бесцветная
Прегенеративный	Прототаллюс ( <i>pr</i> )	Образование из спор гиф мицелия
	Протероталлюс ( <i>prt</i> )	Обживание гифами клеток зеленой водоросли образование зачатка слоевища
	Ювенильный таллом ( <i>j</i> ) 	Округлая, выпуклая, каплевидной формы (накипное слоевище)
	Имматурное 1 ( <i>im1</i> ) 	Листоватое слоевище, в форме плоской пластинки овальной формы
	Имматурное 2 ( <i>im2</i> )	Слоевище продолговатой

	<p>формы, с 0–1 выемкой</p>
<p>Имматурное 3 (<i>im3</i>)</p> 	<p>Сильнорассеченное слоевище (2 и &gt; выемки), появляются ямчатые углубления (характерная «легочная» складчатость), и/или первые зачаточные лопасти, формирование цефалодий</p>
<p>Виргинильное 1 (<i>v1</i>)</p> 	<p>Таллом имеет характерную взрослую форму, хорошо сформированные лопасти с ямчатыми углублениями и ребрами; стерильный, без репродуктивных структур</p>
<p>Виргинильное 2a (<i>v2a</i>)</p> 	<p>Слоевище с маргинальными сораями, цефалодии становятся заметными на верхней и/или нижней поверхности слоевища</p>
<p>Виргинильное 2b (<i>v2b</i>)</p> 	<p>Слоевище с обильными маргинальными и единичными ламинальными сораями</p>
<p>Виргинильное 2c</p>	<p>Слоевище с обильными</p>

	(v2c) 	ламинальными соралями, с хорошо заметными цефалодиями, формируются изидии
Генеративный	Генеративное (g) 	Крупное слоевище с апотециями, с обильными ламинальными соралями, на старых участках таллома имеются изидии
Постгенеративный	Субсенильное (ss) 	Частично разрушенное слоевище, на старых участках имеются изидии и лобули (регенеративные структуры, не способные к распространению)
	Сенильное (s) 	Распад крупного таллома, наличие большого количества некротических образований, отмирающие лопасти с регенеративными структурами, не способными к распространению

### Современное состояние вида

Вид *L. pulmonaria* распространена в бореальных, умеренных, горных и океанических районах северного полушария и тропических лесах Восточной и Южной Африки (Семенова, 2004). За последние 100 лет в странах Европы отмечается стремительное сокращение популяции *L. pulmonaria*, что связано с вырубками старовозрастных лесов и загрязнением атмосферного воздуха (Михайлова, 2005). В связи с этим в большинстве стран северной и центральной Европы вид включен в Красные книги.

В России лишайник занесен в Красную книгу РФ (2008) со статусом уязвимого вида с сокращающейся численностью (26). Кроме того, вид

включен в региональные Красные книги, в том числе – Республики Карелия (Красная Книга Республики Карелия 2007).

### **Экология вида *Lobaria pulmonaria***

*L. pulmonaria* встречается в различных типах леса, однако преобладающее число местонахождений известно для хвойных экосистем. Вид предпочитает влажные местообитания. В пределах своего ареала *L. pulmonaria* в основном является эпифитным лишайником и произрастая на 28 древесных породах (20 лиственных и 8 хвойных). Иногда *L. pulmonaria* встречается на стволах и ветвях сухостойных деревьев. В местах, где древостой отсутствует или развит слабо, вид может избирать в качестве субстратов покрытые мхом валуны, скалы, валеж, а иногда и почву (Истомина, 1996).

По данным исследователей Кравченко А. В и Фадеевой М. А. (2008) лишайник *L. pulmonaria* на территории Республики Карелия встречается как в малонарушенных, так и в производных смешанных и лиственных лесах, которые достигли возраста более 50 лет. Авторы отмечают, что вид обитает на 14 видах лиственных и 4 видах хвойных деревьев и кустарников, в том числе на мертвых экземплярах.

Основным субстратом в условиях Европейского Севера России являются стволы живых осины и ивы (Кравченко, Фадеева, 2008; Пыстина, Семенова, 2009; Игнатенко, Тарасова, 2018). На деревьях лобария может встречаться от самого комля, иногда поднимаясь на старых осинах по стволу на высоту свыше 15 м, однако чаще всего отмечается на высоте 1-3 м (Кравченко, Фадеева, 2008; Игнатенко, 2017).

Ряд авторов (Пыстина, Семенова, 2009; Игнатенко, Тарасова, 2014, 2015) отмечает, что данный вид лишайника предпочитает заселять положительно наклоненные участки ствола, т.к. эти участки получают в 2-3 раза больше осадков, чем отрицательно наклоненные. О важности наличия влаги для *L. pulmonaria* указывает и тот факт, что вид предпочитает заселять северные экспозиции стволов деревьев (Кравченко, Фадеева, 2008; Игнатенко, Тарасова, 2014, 2015).

## Глава 2. Район и методы исследования

### Характеристика района исследования

Петрозаводск — столица Республики Карелия, промышленный, транспортный и туристический центр Северо-Западного федерального округа России. Город, расположенный на западном берегу Онежского озера ( $61^{\circ}50'$  сев. ш.,  $34^{\circ}20'$  вост. д.) (рис. 2), основан в 1703 году как слобода около Петровского железодельного и пушечно-литейного завода (рис. 1). В городе находится более 50 предприятий различного профиля. Через Петрозаводск проходят автомобильная дорога федерального значения Санкт-Петербург — Мурманск, автодороги на Вытегру, Сортавалу, железнодорожная магистраль Санкт-Петербург — Мурманск, в городе находятся аэропорт и порт. Территория города составляет около 113,0 кв. км, численность населения 266,2 тыс. человек (Демографический ежегодник..., 2007, цит. по Андросова, 2010).

Город вытянут почти на 25 км вдоль Петрозаводской губы Онежского озера. Рельеф городской территории средне холмистый, сформирован в результате ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции и характеризуется значительной расчлененностью. Значения абсолютных высот от 33 (уровень Онежского озера) до 145 м (Курган).



Рисунок 2. Карта-схема Петрозаводского городского округа (<https://geosfera.org/evropa/russia/2846-petrozavodsk-gorod.html>)

Территория города находится в пределах Балтийского щита, сложенного кристаллическими породами протерозоя. В пределах городской территории выделяют следующие элементы рельефа: моренное плато, береговой склон и долины рек. Гидрографическая сеть территории города,

представленная реками Лососинкой, Неглинкой и мелкими ручьями, относится к бассейну Онежского озера (Андросова, 2010).

Климат умеренно холодный, переходный от морского к континентальному, характеризуется умеренно мягкой зимой и умеренно теплым летом. Территория Петрозаводска принадлежит к прибрежному подрайону четвертого агроклиматического района Карелии, отличающемуся наиболее благоприятными в Карелии климатическими условиями. Территория Петрозаводска, как и всей Карелии, относится к зоне избыточного увлажнения. В год в среднем выпадает 614 мм осадков, (Климат Карелии..., 2004, цит. по Андросова, 2010).

Характерной чертой города является исторически сложившееся единство городской застройки и окружающего ландшафта, сохранение в пределах городской черты крупных фрагментов естественной растительности, прежде всего лесных и прибрежных участков. Участки естественной растительности обеспечивают произрастание на территории города многих лесных, болотных, скальных и прибрежно-водных видов растений, местообитания которых обычно утрачиваются в условиях урбанизированного ландшафта (Андросова, 2010). Так, между микрорайонами Древлянка и Кукковка сохранен (с небольшими изменениями) большой естественный массив леса (рис. 2). На данной территории расположена лыжная трасса «Фонтаны», любимое место отдыха горожан. Здесь протекает река Лососинка и растут типичные лесные фитоценозы для Карелии – ельник, сосняки и лиственные леса.

## **Методы исследования**

Сбор данных проводился в вегетационный период 2019 г. на постоянной пробной площади (ПП), заложенной с учетом требований, принятых в геоботанике в 2015 г. сотрудниками кафедры ботаники и физиологии растений ПетрГУ (рис. 3). На данной пробной площади выполняли геоботанические описания, включающие в себя определение таксационных параметров отдельных деревьев и описание талломов лишайника *L. pulmonaria* на стволах с регистрацией индивидуальных характеристик местообитания (Игнатенко, 2017).

**Возраст деревьев.** Определялся подсчетом годичных колец по кернам, взятым при помощи возрастного бурава на таксационной высоте (130 см от поверхности почвы). Подсчет годовых колец велся в лабораторных условиях под бинокуляром.

**Диаметр ствола.** Измерялся при помощи мерной вилки у основания ствола, на высоте 130 см и 200 см над поверхностью почвы.

**Высота дерева и высота прикрепления кроны.** Данные показатели определяли с точностью до 0,5 м при помощи эклиметра.

**Протяженность кроны.** Устанавливали, как разницу между высотой дерева и высотой прикрепления нижней границы кроны.

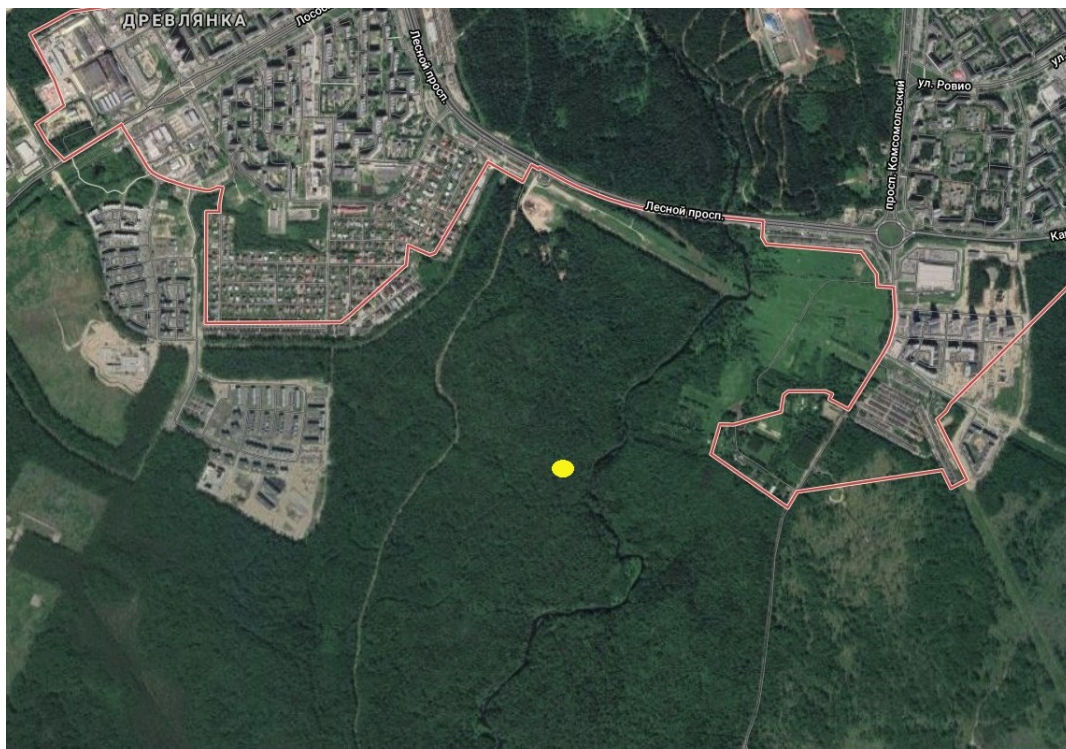


Рисунок 3. Снимок со спутника лесного массива Курган возле лыжной трассы «Фонтаны» на территории Петрозаводского городского округа (желтая точка – район исследования)

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

**Описание талломов лишайника *L. pulmonaria* и регистрация условий произрастания в месте описания.** Изучение показателей талломов лишайника *L. pulmonaria* выполняли методом сплошного учёта на всех субстратах на высоте 0–2 м от земли (рис. 4). В месте произрастания вида отмечали характеристики микроусловий: экспозиция ствола (измерялась при помощи компаса), высота над землей (портняжным метром), угол наклона поверхности ствола (горным компасом). Для каждого таллома *L. pulmonaria* при помощи рамки 25×25 см отмечали общую площадь и площадь некрозов (см<sup>2</sup>). Также для каждого таллома отмечали онтогенетическое состояние по методике Игнатенко с соавторами (2020).



Рисунок 4. Определение площади таллома (фото автора)

### Глава 3. Результаты исследования

Изучение лишайника *L. pulmonaria* на территории Петрозаводского городского округа проводили в смешанном елово-осиновом лесу в 2019 г. По данным Игнатенко Р. В. (2017) давность нарушения этого фитоценоза составляет ~ 160 лет. Ранее в 2012 г. на данной территории в результате маршрутных исследований были зарегистрированы и описаны несколько деревьев, на которых располагались талломы *L. pulmonaria* (Игнатенко, Тарасова, 2014, 2015), а в 2015 году заложена постоянная пробная площадь и проведено описание ценопопуляции (Игнатенко, 2017).

В результате исследования данной пробной площади были зарегистрированы 13 деревьев из 16 ранее описанных (Игнатенко, 2017). Субстратами, на которых обитает лобария легочная в елово-осиновом фитоценозе в районе трассы «Фонтаны» являются живые деревья осины обыкновенной (12), а также сухостой (1). В таблице 2 представлены таксационные характеристики изученных живых деревьев. На территории Республики Коми в еловых лесах лобария легочная была зарегистрирована на 6 видах деревьев: березе, черемухе, еле, осине, иве и рябине (Пыстина, Семенова, 2009). Вблизи Петрозаводского городского округа в заказнике «Заозерский» данный вид лишайника обитал на стволах осины, ивы, рябины, березы (Игнатенко, Тарасова, 2015).

Таблица 2. Таксационные характеристики исследованных живых деревьев осины обыкновенной

№ деревя	Таксационные характеристики						
	Возраст, число лет	Высота деревя, м	Высота кроны, м	Средний радиус кроны, м	Диаметр, см		
					0	130	200
1	117	26,5	12	3,4	65	38	39
3	101	28	15	3,2	77	34	34
4	98	26	14	1,7	44	27	27
5	85	27	20	1,3	32	21	23
6	74	25	16	1,2	33	26	22
7	100	29	16	1,9	39	27	26
9	85	24	16	1,2	29	21	21
10	106	27	21	1,4	31	25	25
11	79	30	18	1,7	43	26	25
12	107	26	17	1,9	46	28	28
15	93	24	17	1,4	29	22	25
16	111	31	14	3,8	90	39	39

Таким образом, средний возраст осин, на которых растет *L. pulmonaria* составил 96,3 лет, а диаметр на высоте 130 см над поверхностью почвы 27,9 см. Установлено, что с увеличением возраста исследованных осин растут значения диаметра ствола (рис. 5) и средний радиус кроны (рис. 6).

(1)

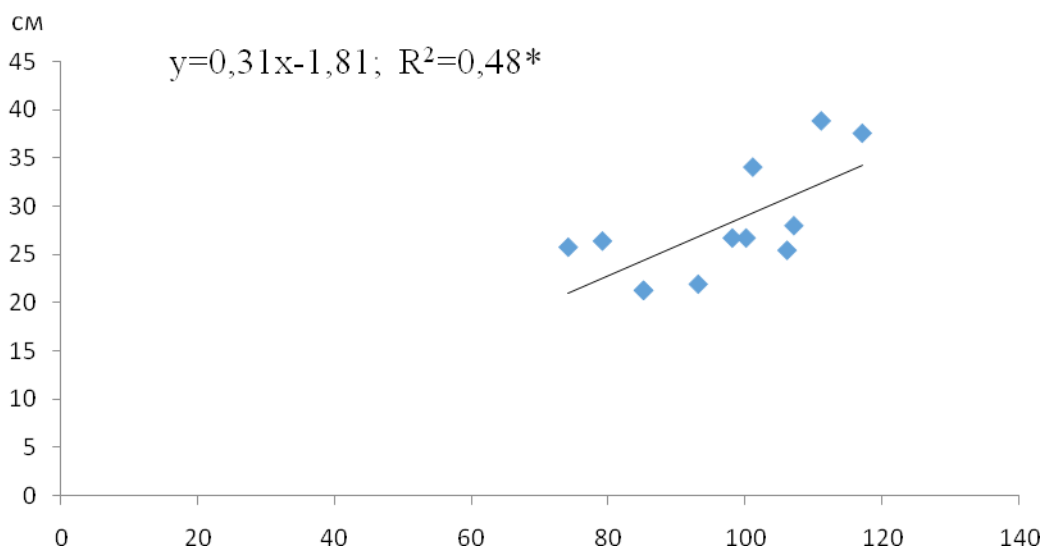


Рисунок 5. Изменение диаметра осины на высоте 130 см над поверхностью почвы в зависимости от возраста осины, число лет

(2)

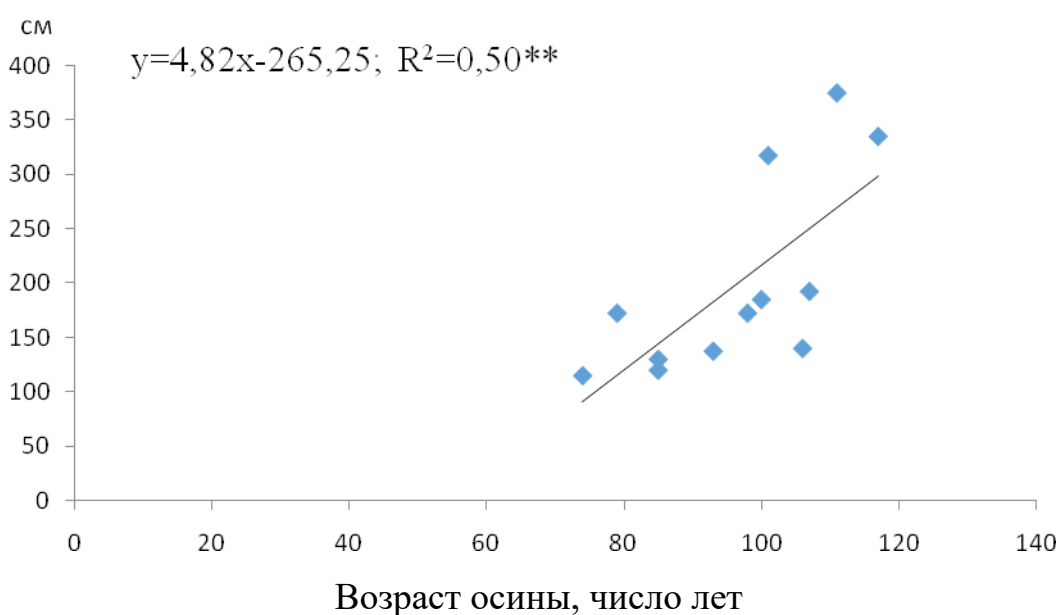


Рисунок 6. Изменение среднего радиуса кроны осины на высоте 130 см над поверхностью почвы в зависимости от возраста осины, число лет

На исследованных 13 форофитах было зарегистрировано 32 таллома *L. pulmonaria*. При этом максимальное число талломов на живых стволах осины было отмечено для дерева № 11 и составило 6 штук, а на остолопе осины зафиксировано 10 талломов, один из которых имел плодовые тела, т.е. по онтогенетической классификации (Игнатенко и др., 2020) относился к фертильным талломам.

Установлено, что с увеличением высоты кроны число талломов растет от 1 до 6 штук (без учета дерева №16) (рис. 7). Что касается других

изученных показателей деревьев, то выше указанной закономерности обнаружено не было.

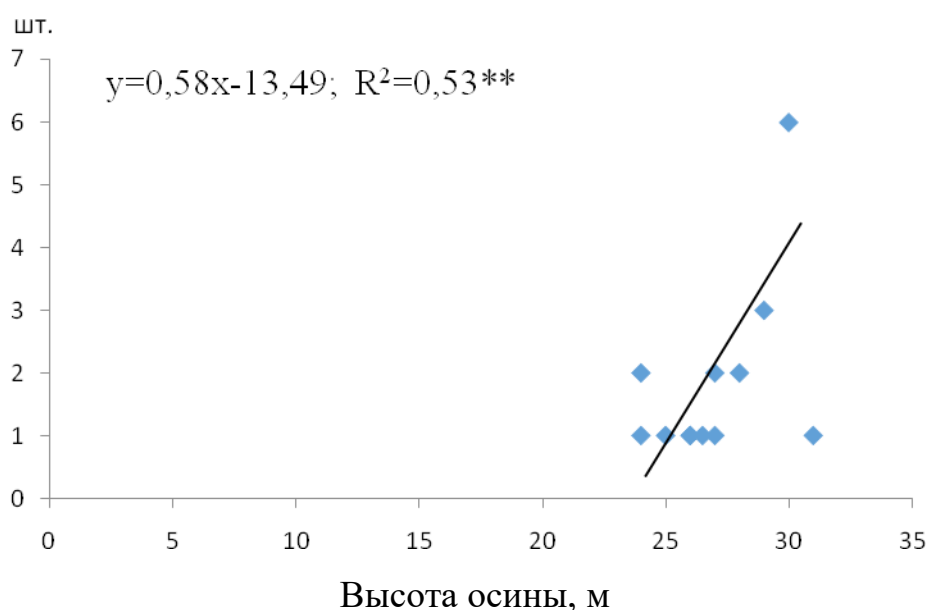


Рисунок 7. Изменение числа талломов лобарии легочной при увеличении высоты стволов осины

Анализ микроусловий на стволах осины показал, что лишайник предпочитает заселять участки с положительным углом наклона (1-6°), северные и западные экспозиции ствола (рис. 8). Большая часть изученных талломов (78%) была зарегистрирована на стволах, доля мохового покрова которых составляла 15-45% от 0 до 2 м. Вероятно, такие значения микроусловий связаны с тем, что лобария легочная предпочитает заселять места на стволе дерева, которые будут как можно дольше обеспечивать талломам нахождением во влажном состоянии. Исследователи Пыстина Т.Н. и Семёнова Н.А. (2009) показали, что в еловых и осиновых лесах на территории Республики Коми лобария легочная растет на деревьях угол наклона ствола которых в среднем составляет 14°.

В онтогенетическом спектре преобладаю виргинильные 1, субсенильные и сенильные талломы (рис. 9). При этом 50% виргинильных 1 талломов зарегистрировано на остолопе. Вероятно, это связано с тем, что на данном дереве имеется крупный (225 см<sup>2</sup>) фертильный таллом, который является материнским, т.к. на нем обильно развиты вегетативные диаспоры. Также важно отметить, что на этом дереве хорошо сформирован моховой покров – 45% ствола от 0 до 2 м высоты занимают мохообразные, что обеспечивает оптимальное увлажнение поверхности корки дерева и способствует развитию молодых талломов лобарии легочной (Игнатенко, 2017).

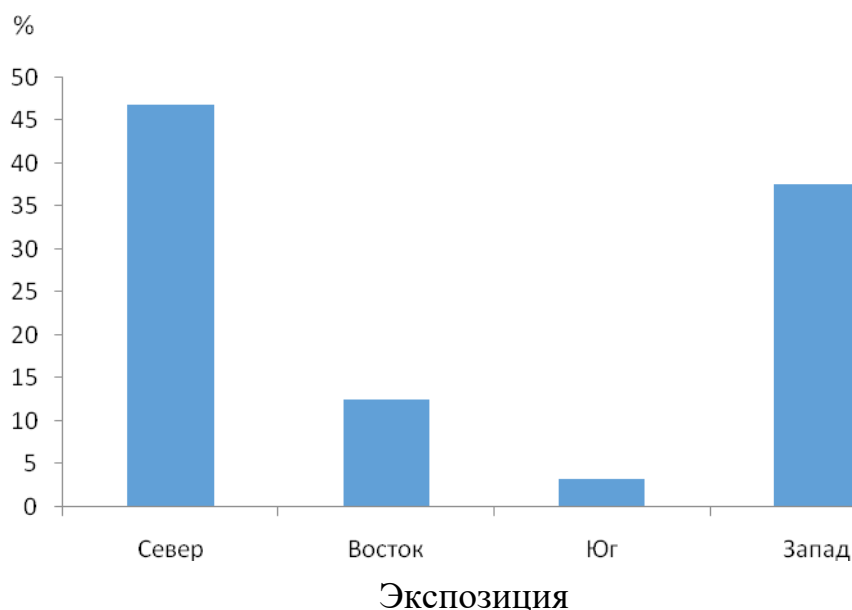


Рисунок 8. Экспозиция стволов осины, на которых растет лобария легочная

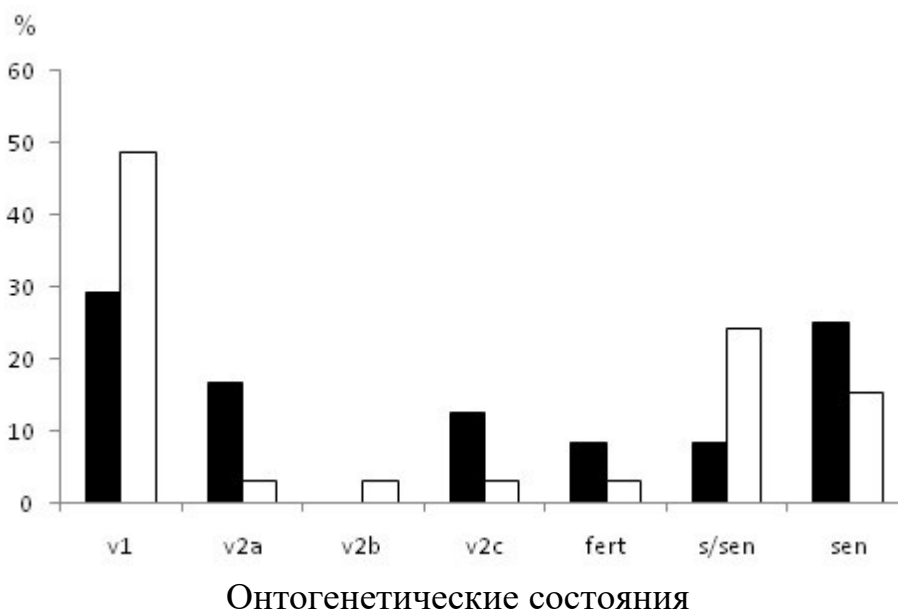


Рисунок 9. Онтогенетический спектр лобарии легочной в исследованном елово-осиновом лесу в 2015 (черные столбики) и 2019 (белые столбики) годах

В результате сравнения онтогенетических спектров 2015 и 2019 годов исследований было установлено, что в изучаемой ценопопуляции соотношение разных онтогенетических групп изменилось (рис. 9). За счет появления новых талломов доля виргинильных 1 возросла на 19%. Доля виргинильных 2а уменьшилась на 14%, а субсенильных выросла на 16%. Вероятно, виргинильные 2а талломы за 4 года перешли в субсенильное состояние. Таким образом, полученные данные указывают на тот факт, что в лесных сообществах Петрозаводского городского округа жизненный цикл лобарии легочной протекает очень интенсивно, а талломы, находящиеся в виргинильном 1 состоянии являются

наиболее уязвимыми. Важно отметить, что для определенной части талломов произошло закономерное изменение онтогенетического состояния, т.к. они с течением времени росли и развивались. Однако, часть талломов не прошла полный жизненный цикл и из виргинильных 2а и 2с стали субсенильными или сенильными.

## Заключение

В рамках проведенного исследования удалось освоить стандартные геоботанические методы, а также изучить параметры охраняемого лишайника *L. pulmonaria* в елово-осиновом лесу на территории Петрозаводского городского округа на уровне деревьев и микроусловий. Была создана электронная база данных в среде Excel.

На данный момент лишайник был зарегистрирован на стволах крупных осин, возраст которых превышает 75 лет, на участках с хорошим увлажнением, о чем свидетельствует положительный угол наклона, северо-западные экспозиции и высокая доля мохообразных. В онтогенетическом спектре преобладают виргинильные 1, а также субсенильные и сенильные талломы.

Мы рекомендуем Администрации Петрозаводского городского округа обратить внимание на лесные фитоценозы, расположенные вдоль трассы «Фонтаны», и обеспечить их сохранение, как буферной городской среды, в которой могут обитать редкие для антропогенной территории виды растений, грибов и животных. Территория Петрозаводского городского округа в своем роде является уникальной, так как в его лесах встречается редкий и охраняемый вид лишайника в Европе – лобария легочная (Игнатенко, Тарасова, 2014). Однако, в результате вырубок лесов в связи со строительством новых жилых микрорайонов существенно изменяется среда обитания данного вида. Так, полностью уничтожена ценопопуляция лишайника *L. pulmonaria*, а также вида бриория Надворника (Фенько, Тарасова, 2016), которые обитали в еловых лесах в районе Южная Кукковка 1 и 2. В связи с этим мы рекомендуем более тщательно проводить экологическую экспертизу при строительстве новых микрорайонов города, а также обращаться за независимой экспертизой в научные организации Карелии.

## Выводы

1. В елово-осиновом лесу на территории Петрозаводского городского округа было зарегистрировано 13 стволов осины обыкновенной, на которых обитает охраняемый лишайник *L. pulmonaria* (32 таллома).
2. Параметры деревьев, заселенные талломами *L. pulmonaria*, составляют: средний возраст 96,3 лет; диаметр на высоте 130 см над поверхностью почвы 27,9 см; высота дерева 26,9 м; высота кроны 16,3 м; радиус кроны 1,9 м. Установлено, что с увеличением возраста исследованных осин растут значения диаметра ствола и средний радиус кроны.
3. Лишайник предпочитает заселять участки с положительным углом наклона (1-6°), северные и западные экспозиции ствола, что обеспечивает его более длительное нахождение во влажном состоянии.
4. За 4 года (с 2015 по 2019 гг.) в онтогенетическом спектре произошли изменения: доля виргинильных 1 возросла на 19 %, доля виргинильных 2а уменьшилась на 14%, доля субсенильных возросла на 16%.
5. На основании представленных данных, рекомендуем сохранить леса вдоль трассы «Фонтаны» на территории Петрозаводского городского округа. Данные действия обеспечат естественное развитие этих фитоценозов и соответственно позволят нормально развиваться виду *L. pulmonaria*.

## Список литературы

1. Андросова, В. И. Характеристика города Петрозаводск // Растения и лишайники города Петрозаводск (аннотированные списки видов): учеб. пособие / Под ред. Г. С. Антипиной. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. С. 8–12.
2. Игнатенко Р. В. Тарасова В. Н. Состояние популяций охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в лесных сообществах южной Карелии при разном уровне антропогенной нагрузки // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. Биологические науки. 2015. № 8 (153). С. 57–64.
3. Игнатенко Р. В. Тарасова В. Н. Состояние популяции охраняемого лишайника лобария легочная (*Lobariapulmonaria* (L.) Hoffm.) в растительных сообществах Петрозаводского городского округа // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Естественные и технические науки. 2014. Т. 2, № 8 (145). С. 26–30.
4. Игнатенко Р. В. Экология лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в растительных сообществах Карелии: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. СПб., 2017. 220 с.
5. Игнатенко Р. В., Тарасова В. Н. Оценка состояния лишайника лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) в лесных сообществах с разной давностью нарушения на Северо-западе Европейской России // Экология. 2018. № 4. С. 245–253.
6. Игнатенко Р. В., Тарасова В. Н., Марковская Е. Ф. Онтогенез лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в растительных сообществах бореальной зоны // Онтогенез. 2020. Т. 51, № 2. С. 132–142.
7. Истомина Н. Б. Биология *Lobariapulmonaria* (L.) Hoffm. и *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) Massal. в южной тайге европейской части России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.24. М., 1996. 24 с.
8. Кравченко А. В., Фадеева М. А. Распространение и состояние лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*) на юго-востоке Фенноскандии // Международное совещание «Лишайники бореальных лесов» и Четвертая российская полевая лихенологическая школа: Материалы. Сыктывкар, 2008. С. 60–72.
9. Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.
10. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.
11. Михайлова, И. Н. Анализ субпопуляционных структур эпифитных лишайников (на примере *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2005. №1. Вып. 9. С. 124–134.
12. Пыстина Т. Н., Семенова Н. А. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (*Lobariaceae*) в Республике Коми // Бот. Журнал. 2009. Т. 94, № 1. С. 48–58.

13. Семенова, Н. А. Некоторые характеристики деревьев-форофитов лишайника *Lobaria pulmonaria* в таежных лесах Республики Коми // Пятнадцатая Коми республиканская молодежная научная конференция: Тезисы (Сыктывкар, 19–23 апреля 2004 г.). Сыктывкар, 2004. Т. 2. С. 267–269.
14. Фенько А. А., Тарасова В. Н. Распространение и состояние охраняемого лишайника бриория надворника (*Bryoria nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.) в лесных сообществах Петрозаводского городского округа // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Экологические исследования. 2016. №4. С. 83-91.

## **Глоссарий**

Апотеций – орган плодоношения лишайника дисковидной формы.

Изидии – небольшие выросты таллома, покрытые коровым слоем, состоящие из клеток водоросли, оплетенных гифами гриба, служащие для вегетативного размножения.

Ризины – толстые пучки гиф, отходящие от нижней поверхности некоторых лишайников, служащие для прикрепления таллома к субстрату.

Ризоиды – органы прикрепления лишайников в виде волосков или тонких нитей, образованных грибными гифами, с клетками, вытянутыми в один ряд.

Соралии – скопление соредиев на талломе.

Соредии – не покрытые коровым слоем комочки, состоящие из клеток водоросли, оплетенных гифами гриба, служащие для вегетативного размножения лишайника.

Таллом – слоевище – вегетативное тело лишайника.