

Муниципальное общеобразовательное учреждение «Коркатовский лицей»  
Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола

Научно–исследовательская работа на тему:

**«Эпифитная лишенофлора вблизи разных автодорог в условиях  
г. Йошкар-Олы»**

**Выполнила:** Николаева Анастасия,  
обучающиеся 11А класса  
МОУ «Коркатовский лицей»

**Руководитель:** Васильева Валентина  
Михайловна, учитель биологии высшей  
категории МОУ «Коркатовский лицей»

**Научный консультант:** Суетина Юлия  
Геннадьевна, кандидат биологических  
наук, доцент кафедры биологии ФГБОУ  
ВО «Марийский государственный  
университет»

2023 год

## Содержание

Введение.....	3
1. Обзор литературы.....	4
1.1. Общая характеристика лишайников .....	4
1.2. Лихеноиндикационные исследования .....	5
2. Характеристика района исследования .....	7
2.1. Климатогеографическая характеристика.....	7
2.2. Загрязнение г. Йошкар-Олы.....	8
3. Объект исследования .....	10
4. Методика исследования.....	11
5. Результаты исследования и их обсуждение .....	13
5.1. Видовое разнообразие лишайников на липе сердцелистной вблизи разных автодорог в центре г. Йошкар-Олы.....	13
5.2. Встречаемость эпифитных лишайников и ксантории настенной на липе сердцелистной вблизи разных автодорог в центре г. Йошкар-Олы.....	14
5.3. Проективное покрытие эпифитных лишайников и ксантории настенной на липе сердцелистной у разных автодорог в центре г. Йошкар-Олы.....	16
Выводы .....	19
Список использованной литературы.....	20

## Введение

**Актуальность.** Лишайники очень чувствительны к загрязнению атмосферы. По наличию лишайников, их многообразию и обилию можно судить о чистоте воздуха. Этот метод называется лишеноиндикация. Установлено, что наиболее удобными для изучения загрязнения атмосферного воздуха являются эпифитные лишайники, так как стволы деревьев подвергаются более сильной циркуляции воздуха круглогодично, и эпифиты получают все необходимые вещества из атмосферы, а дерево служит им только местом для прикрепления. Лишайники-эпифиты являются организмами, чувствительными к изменению содержания в воздухе ряда химических элементов и соединений, входящих в состав выбросов большинства промышленных производств.

Использование лишайников в биоиндикации может дать быстрый, простой и дешевый доступ к информации, характеризующей степень атмосферного загрязнения, особенно в городских и промышленных районах. Они, в отличие от высших растений, лишены восковой кутикулы для защиты от влияния окружающей среды или снижения водных потерь. Из-за медленного роста и долгой жизни на них серьезно влияют химические или другие загрязняющие вещества, увеличивающие кислотность среды и ускоряющие окислительные процессы, такие соединения, как двуокись серы ( $\text{SO}_2$ ), оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), фторо- ( $\text{HF}$ ) и хлороводород ( $\text{HCl}$ ), озон ( $\text{O}_3$ ). Наиболее восприимчивы они к действию  $\text{SO}_2$  – одному из самых распространенных загрязняющих веществ, продукту сгорания любого серосодержащего топлива. Роль лишайников как биоиндикаторов загрязнения атмосферы известна давно, но в настоящее время новым является интенсивное исследование состояния окружающей среды специфических регионов с помощью лишайников, что привело к более частому их использованию (Шапиро, 1991; Бязров, 2002).

**Гипотеза:** характеристики эпифитных лишайников (видовое разнообразие, встречаемость, проективное покрытие) различаются у автодорог с разной антропогенной нагрузкой.

**Цель работы:** сравнение характеристик эпифитных лишайниковых группировок вблизи разных автодорог в центре г. Йошкар-Олы.

### **Задачи работы:**

1. Изучить видовое разнообразие на липе сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) вблизи автодорог на улице Машиностроителей и Анциферова рядом с Парком Победы г. Йошкар-Олы.

2. Оценить проективное покрытие эпифитных лишайниковых группировок и ксантории настенной.

3. Сравнить показатели эпифитных лишайниковых группировок и ксантории настенной вблизи разных автодорог.

Исследования проводили в июне 2023 г. на территории г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл).

# 1. Обзор литературы

## 1.1. Общая характеристика лишайников

Лишайники представляют своеобразную группу комплексных организмов, тело которых всегда состоит из двух компонентов – гриба и водоросли.

Сейчас известно более 20000 лишайников. И каждый год ученые обнаруживают и описывают десятки и сотни новых неизвестных видов.

В настоящее время лихенология (лат. lichen – лишайник) – наука о лишайниках – изучает сложный комплекс проблем, связанных с возникновением, филогенией, строением, систематикой, биохимией, физиологией, распространением и экологией лишайников.

Отличие лишайников от других организмов

Во-первых, специфичный признак лишайников – симбиотическое сожительство двух разных организмов – гетеротрофного гриба (микобионт) и автотрофной водоросли (фотобионт). Не всякое сожительство гриба и водоросли образует лишайник. Лишайниковое сожительство должно быть постоянным и исторически выработавшимся, а не случайным, кратковременным.

Во-вторых, лишайники образуют особые морфологические типы, жизненные формы, не встречающиеся отдельно у слагающих лишайниковое слоевище грибов и водорослей, т. е. лишайники прошли исторический, длительный формообразующий процесс на основе симбиоза, приведший к формированию специфичных морфологических форм внешнего и внутреннего строения.

В-третьих, для лишайников в целом и каждого из их компонентов в отдельности характерен особый тип метаболизма. Физиология гриба и водоросли в слоевище лишайника во многом отличается от физиологии свободноживущих грибов и водорослей.

В-четвертых, весьма специфична биохимия лишайников, образование в них вторичных продуктов обмена – лишайниковых веществ, не встречающихся в других группах организмов.

Наконец, лишайники существенно отличаются от других групп организмов, в том числе и от свободноживущих грибов и водорослей, особой биологией: способами размножения, медленным ростом, отношением к экологическим условиям и др.

На основе этих специфических свойств лишайникам можно дать следующее определение: лишайниками являются организмы, тело (слоевище) которых постоянно состоит из двух компонентов – автотрофного фикобионта и гетеротрофного микобионта, образующих единое симбиотическое сожительство, отличающееся особыми морфологическими типами и особыми физиолого-биохимическими процессами.

Все растения, относящиеся к лишайникам, делятся на три неравноценные группы. Первую группу видов выделяют как класс сумчатых лишайников,

так как грибы, образовавшие их, являются сумчатыми грибами. Вторую очень небольшую группу выделяют как класс базидиальных лишайников в соответствии с тем, что они образованы базидиальными грибами. Базидиальные лишайники - менее устойчивая группа и соответствует не всем указанным признакам. Наконец, среди лишайников имеется третья группа видов, у которых плодовые тела со спорами не обнаружены, поэтому их место в системе лишайников остается неизвестным. Их объединяют в искусственную группу "несовершенных лишайников" (*Lichenes imperfecti*). Со временем у некоторых из них находят аскокарпы и тогда их переносят в соответствующее место в системе класса сумчатых лишайников. В других случаях на действительное место в системе могут указать другие данные - тонкая структура слоевища или химизм (Жизнь растений, 1977).

## **1.2. Особенности лишайников городской среды**

На городскую лишенофлору губительное действие оказывают сернистый газ, оксид углерода, соединения фтора, аммиак и другие загрязнители (Сафранкова, 2014).

При изучении уровня загрязнения промышленными объектами учитывают реакцию биологических объектов на поллютанты. Уникальные особенности лишайников позволили использовать их для общей оценки степени загрязненности окружающей среды. В связи с этим стало развиваться направление индикационной экологии - лишеноиндикация (Голубкова, Малышева, 1978).

Степень чувствительности лишайников к загрязненности воздуха определяется на основе изучения многих признаков: симбиотическая природа, большая абсорбционная поверхность, высокая гидрофильность обитания, продолжительность жизни. Зафиксировать морфологические показатели слоевища можно только в природе и только при воздействии загрязнителя. Обычная реакция - изменение цвета и наличие в популяциях более компактных талломов. Лишайники растут намного медленнее сосудистых растений, поэтому рост как показатель реакции на загрязнение используется редко, но установлено, что слоевища лишайников демонстрируют снижение скорости роста в загрязненных районах (Лиштва, 2007).

Загрязнение окружающей среды влияет на фотосинтез и дыхание лишайников. По мере увеличения уровня загрязненности можно заметить уменьшение интенсивности фотосинтеза и увеличение дыхательной активности. Отношение дыхательной способности лишайников к интенсивности фотосинтеза возрастает, а иногда превышает контрольный уровень в 2-3 раза (Домнина и др., 2007).

Выявлена взаимосвязь между загрязнением воздуха отходами промышленных производств и видовым разнообразием лишайников: чем выше загрязнение, тем менее разнообразна их флора (Меденец, 2010).

Лишайники особенно чувствительны к тяжелым металлам. В естественных условиях произрастания содержание тяжелых металлов

в эпитейных лишайниках больше, чем в эпифитных, что связано с особенностями субстрата, на котором они растут (Меньшикова, 2005). Катионы тяжелых металлов обладают пассивной абсорбцией, взвешенные частицы захватываются всей поверхностью слоевища. Индикатором крайней степени повреждения таллома поллютантами является проявление некротических пятен в местах распространения фотобионта. Большая часть вредных веществ аккумулируется в эпифитных лишайниках, поэтому лишайники являются общепризнанными тест-объектами загрязненности окружающей среды (Ерофеева, 2013).

Самое пагубное влияние на слоевище лишайника оказывает двуокись серы ( $\text{SO}_2$ ). В хлоропластах клеток водорослей появляются бурые пятна и начинается деградация хлорофилла. Содержание  $\text{SO}_2$  в больших количествах губительна для всех лишайников, произрастающих в естественных ландшафтах, но существует группа выносливых по отношению к загрязнителям видов, которые могут существовать в очень загрязненной окружающей среде (Жизнь растений, 1977).

## 2. Характеристика района исследования

### 2.1. Климатогеографическая характеристика

Город Йошкар-Ола – столица Республики Марий Эл. Он расположен на территории Марийской низменности, находящейся в восточной части Восточно-Европейской равнины, в 50 км к северу от реки Волги, на ее левом притоке – реке Малая Кокшага (координаты – 56°38' с.ш., 47°52' в.д.).

Город Йошкар-Ола находится на территории Оршанско-Кокшагской равнины, которая в тектоническом отношении занимает зону Чебоксарского прогиба и западное крыло Мари-Вятского Увала. Перепад высот от 87 до 110 м. Часть города находится в пойме реки Малая Кокшага и на ее террасах, у реки наблюдаются наименьшие высоты. Наибольшие высоты города – в районе микрорайона «Дубки».

Город Йошкар-Ола расположен в умеренном климатическом поясе в пределах умеренно-континентального типа климата; имеет выраженные четыре времени года, с теплым летом и умеренно - холодной зимой. Основные климатообразующие факторы: солнечная радиация, подстилающая поверхность, циркуляция атмосферы ([http://www.i-ola.ru/city/ecologia/prirod\\_usl.php](http://www.i-ola.ru/city/ecologia/prirod_usl.php)).

Средняя годовая температура воздуха в городе составляет 3,2°С; средние температуры января -12,4°С, июля +18,6°С; зарегистрированы максимальная (+40°С) и минимальная (-47°С) температуры. Территория Республики Марий Эл относится к зоне неустойчивого увлажнения. На территории города Йошкар-Олы количество осадков составляет около 550 мм в год. Большая часть осадков выпадает в виде дождя. В холодное время года выпадает до 135 мм осадков в виде снега, высота снежного покрова составляет в среднем 35-50 см. Устойчивый снежный покров лежит в среднем 155 дней. Средняя скорость ветра в год достигает 4-5 м/с. В теплый период года преобладают северо-восточные, северные, северо-западные и западные ветры, а в холодный период – южные, юго-западные и юго-восточные. Климатические особенности территории, на которой расположен город Йошкар-Ола, благоприятны для произрастания пород деревьев и кустарников, встречающихся в умеренных широтах (Энциклопедия, 2009).

С ростом города Йошкар-Олы, несмотря на отсутствие крупных промышленных предприятий, увеличивается количество экологических проблем, связанных с урбанизацией.

Республика Марий Эл относится к субъектам Российской Федерации, где не зарегистрирован уровень высокого загрязнения атмосферного воздуха. Этому способствуют рельеф местности и климатические условия республики, благоприятные для рассеивания примесей, то есть зона низкого потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА).

Результаты исследований атмосферного воздуха, проведенные в городе Йошкар-Оле в 2020 году, показали, что максимальные разовые концентрации всех определяемых ингредиентов не превышали уровня допустимых норм

и подтвердили «низкий» уровень загрязнения атмосферного воздуха (<https://www.i-ola.ru/city/ecologia/>).

## **2.2. Загрязнение г. Йошкар-Олы**

Экологическая ситуация в различных районах города неоднородна и зависит от двух основных факторов: выбросов от стационарных источников загрязнения и от автотранспорта. Основной проблемой, связанной с загрязнением атмосферного воздуха промышленными предприятиями, является неблагоприятное размещение селитебной зоны по отношению к основному промышленному району. Так, например, южная и центральная части города, где расположены основные предприятия города и наблюдается высокая концентрация автотранспорта, характеризуются несколько повышенным уровнем загрязнения атмосферы.

Источники загрязнения атмосферы различаются по мощности выброса (мощные, крупные, мелкие), высоте выброса (низкие, средней высоты и высокие), температуре выходящих газов (нагретые и холодные). К мощным источникам загрязнения относятся производства типа металлургических и химических заводов, заводов строительных материалов, тепловые электростанции и др. К мелким источникам загрязнения – небольшие котельные и предприятия местной и пищевой промышленности, трубы печного отопления и т.п. Большое количество мелких источников может значительно загрязнять воздух.

Под низкими источниками понимают такие, в которых выброс осуществляется ниже 50 м, под высокими – выброс выше 50 м.

Нагретыми условно называют источники, у которых температура выбрасываемой газовой смеси выше 50°C; при более низкой температуре.

В городских условиях к источникам загрязнения окружающего воздуха относятся стационарные, подвижные и площадные источники выбросов.

В выбросах предприятий различных отраслей промышленности и транспорта содержится большое число различных вредных примесей. Много вредных веществ образуется при сжигании топлива.

В атмосферном воздухе города Йошкар-Олы содержатся следующие загрязняющие вещества: диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, формальдегид, пыль (взвешенные частицы) (табл. 1).

Таблица 1 – Перечень определяемых загрязняющих веществ и критерии оценки качества атмосферного воздуха населенных мест (в соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.34892-17 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений»)

№	Наименование вещества	Единица измерения	Формула	Величина ПДК (максимально разовая)	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
1	Диоксид азота (IV)	мг/м <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub>	0,2	рефл.-рез	3
2	Оксид азота (II)	мг/м <sup>3</sup>	NO	0,4	рефл.	3
3	Оксид углерода	мг/м <sup>3</sup>	CO	5,0	рез.	4
4	Диоксид серы	мг/м <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub>	0,5	рефл.-рез	3
5	Пыль (взвешенные вещества)	мг/м <sup>3</sup>	-	0,5	рез.	3
6	Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	CH <sub>2</sub> O	0,05	рефл.-рез	2

(<https://www.i-ola.ru/city/ecologia/>)

### 3. Объект исследования

Объектом исследовательской работы послужили эпифитные лишайники и ксантория настенная (*Xanthoria parietina* L.), собранные на деревьях липы сердцелистной вблизи разных автодорог на территории г. Йошкар-Олы. Выявили 17 видов лишайников.

Эпифитные лишайники являются важнейшим компонентом большинства лесных экосистем. Высокая чувствительность к загрязнению окружающей среды делает эпифиты важными биоиндикаторами (Ежкин, 2016). Для эпифитных лишайников характерна высокая скорость поглощения загрязнителей, они отличаются меньшей устойчивостью к поллютантам по сравнению с лишайниками из других групп (Козырева, 2019).

Эпифитных лишайников, растущих на коре деревьев намного больше, они часто полностью покрывают ствол дерева. Приуроченность лишайников к определенным древесным породам зависит от строения коры и от климатических условий, в которых произрастает данная порода. Считается, что эпифитные лишайники поселяются на старых, ослабленных деревьях, но часто встречаются лишайники, которые растут на молодых, хорошо развитых деревьях (Мучник и др., 2011).

Стволовое распределение лишайников зависит от освещенности. Лишайники, приспособленные к существованию при малой освещенности, расселяются ближе к основанию ствола, где конкурируют с мхами, а светолубивые поднимаются вверх по стволу (Водоросли..., 1978).

Видовой состав лишайнобиоты древесного ствола зависит от значения кислотности его коры. По pH коры выделяют 3 категории деревьев: виды с кислой корой (сосна – pH 3,7; береза – pH 3,7), виды с умеренно кислой корой (ольха – pH 4,1; дуб – pH 4,3; ива – pH 5,1); виды с нейтральной корой (липа – pH 5,3; ясень – pH 5,6; вяз – pH 5,7; тополь – pH 5,8; осина – pH 5,9). Лишайники, предпочитающие кислую среду, называются ацидофитными, щелочную – нитрофитными (Инсаров, Инсарова, 1989).

Ксантория настенная (*Xanthoria parietina* L.) - слоевище довольно тонкое, розетковидное или неопределенной формы, до 10 (20) см в диаметре, в центре тесно прижатое к субстрату, на периферии немного приподнятое над субстратом, рассеченное на хорошо выраженные лопасти. Верхняя поверхность слоевища желтая до оранжево-желтой (сероватая в затененных условиях). Нижняя поверхность беловатая. Апотеции обычно многочисленные, иногда полностью покрывающие центральную часть, с оранжево-желтым диском (Цуриков, Храменкова, 2009).

#### 4. Методика исследования

Изучение эпифитных лишайников и ксантории настенной проводили в июне 2023 г. на территории г. Йошкар-Олы вблизи двух автодорог у Парка Победы.

Местообитания представлены посадками липы сердцелистной:

- 1) местообитание 1 – посадки липы сердцелистной вблизи автодороги у Парка Победы по ул. Анциферова (рис. 1);
- 2) местообитание 2 – посадки липы сердцелистной вблизи автодороги у Парка Победы по ул. Машиностроителей (рис. 2).

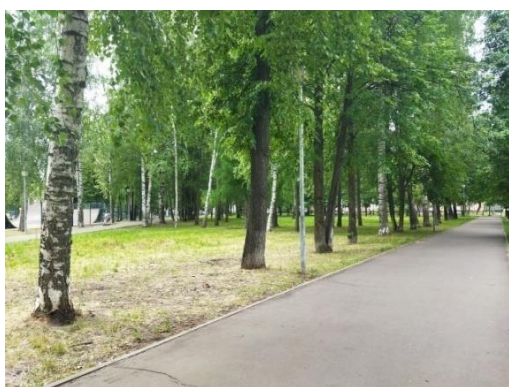


Рис. 1. Местообитание 1



Рис. 2. Местообитание 2

В каждом местообитании описание видового разнообразия, встречаемости и оценку проективного покрытия всех лишайников и ксантории настенной (*Xanthoria parietina* L.) проводили на 6 деревьях липы сердцелистной (*Tilia cordata* L.) Деревья выбирали одноствольные отдельно стоящие с примерно одинаковой длиной окружности ствола на высоте 1,5 м, без механических повреждений коры. Проективное покрытие лишайников определяли на высоте 1,5 м с северной, восточной, южной, западной экспозиций на площади 100 см<sup>2</sup>, используя сеточку 10x10 см (рис. 3). Сеточка разделена на квадраты 1x1 см. Сеточку накладывали на ствол деревьев и фиксировали. Степень проективного покрытия определяли в процентах от всей площади, принимаемой за 100%. Кроме того, отмечали присутствие видов лишайников, обнаруженных до высоты 1,5 м.

Лишайники срезали с дерева с небольшим участком коры (рис. 4) и упаковывали в заранее подготовленные пакеты. Определение лишайников проводили с помощью определителей (Мучник и др., 2011; Цуриков, 2009).



Рис. 3. Процесс оценки проективного покрытия лишайников на липе сердцелистной



Рис. 4. Процесс срезания лишайников с дерева

## 5. Результаты исследования и их обсуждение

### 5.1. Видовое разнообразие лишайников на липе сердцелистной вблизи разных автодорог в центре г. Йошкар-Олы

На деревьях липы сердцелистной вблизи разных автодорог всего было найдено 18 видов эпифитных лишайников (табл. 2).

Таблица 2 – Видовое разнообразие лишайников

№	Виды лишайников	Местообитания	
		1	2
1	Калоплака восковая ( <i>Caloplaca cerina</i> (Ehrh. Ex Hedw.) Th. Fr.)		+
2	Калоплака голоплодная ( <i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. ex Ach.) A.E. Wade)	+	+
3	Канделяриелла желтоглазковая ( <i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.)		+
4	Канделяриелла желточно-желтая ( <i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.)	+	+
5	Канделяриелла золотистенькая ( <i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.)	+	
6	Ксантория восковидная ( <i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr.)	+	+
7	Ксантория настенная ( <i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.)	+	+
8	Леканора Хагена ( <i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.)		+
9	Пармелия бороздчатая ( <i>Parmelia sulcata</i> Tayl.)	+	+
10	Сколициоспорум зелено-косточковый ( <i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vezda)		+
11	Феофисция округлая ( <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg)	+	+
12	Феофисция темнеющая ( <i>Phaeophyscia nigricans</i> (Florke) Moberg)	+	+
13	Фискония стёртая ( <i>Physconia detersa</i> (Nyl.) Poelt)		+
14	Фисция восходящая ( <i>Physcia adscendens</i> H. Olivier)		+
15	Фисция звездчатая ( <i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.)	+	+
16	Фисция серо-голубая ( <i>Physciaaipolia</i> (Humb.) Furnr.)	+	+
17	Фисция сомнительная ( <i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau)	+	
18	Фисция тройчатая ( <i>Physcia tribacea</i> (Ach.) Nyl.)	+	+

Выяснили, что наибольшее число видов эпифитных лишайников было найдено на посадках липы сердцелистной возле автодороги у Парка Победы по ул. Машиностроителей (16), а наименьшее – возле автодороги у Парка Победы по ул. Анциферова (12) (рис. 5).

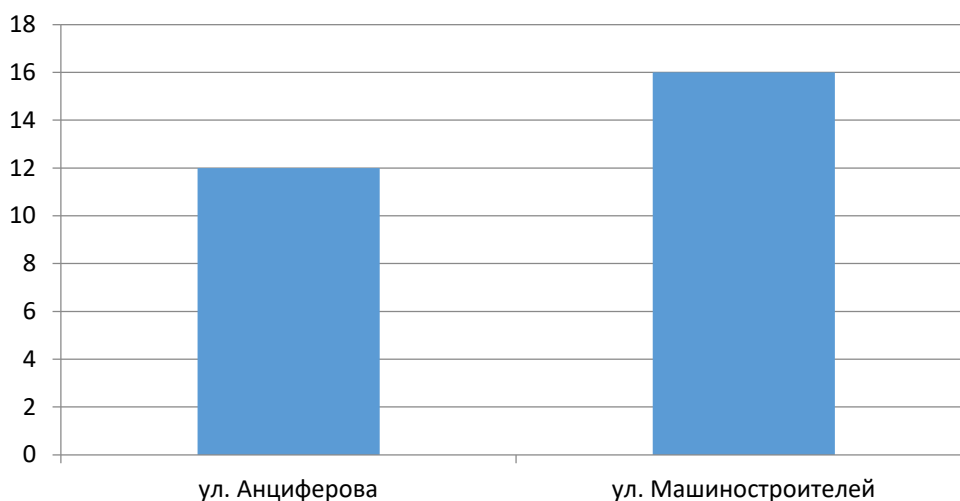


Рис. 5. Спектры видового разнообразия эпифитных лишайников в двух местообитаниях (шт.)

## 5.2. Встречаемость эпифитных лишайников на липе сердцелистной вблизи разных автодорог в центре г. Йошкар-Олы

На всех исследованных 6 деревьях (встречаемость 100%) встретилось 5 видов: феофисция темнеющая (*Phaeophyscia nigricans*), феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*), фисция звездчатая (*Physcia stellaris*), ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), фисция тройчатая (*Physcia tribacia*).

Встречаемость 50% и выше характерна для лишайников: ксантория канделярия (*Xanthoria candelaria*), пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*), фисция серо-голубая (*Physcia aipolia*).

Виды, встречаемость которых менее 50%: канделяриелла желточно-желтая (*Candelariella vitellina*), фисция сомнительная (*Physcia dubia*), калопляка голоплодная (*Caloplaca helocarpa*), канделяриелла золотистенькая (*Candelariella aurella*) (табл. 3, рис. 6).

В местообитании 1 обнаружены виды, относящиеся к 4 семействам. Среди них преобладают виды, относящиеся к семейству Фисциевые (*Physciaceae*). Они составляют 50% от общего количества исследованных видов в местообитании 1 (рис. 7).

Таблица 3 – Видовое разнообразие и встречаемость эпифитных лишайников вблизи автодороги у Парка Победы по улице Анциферова

№	Виды лишайников	Деревья					
		1	2	3	4	5	6
1	Калопляка голоплодная ( <i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. ex Ach.) A.E. Wade)		+				
2	Канделяриелла желточно-желтая ( <i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.)	+					+
3	Канделяриелла золотистенькая ( <i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.)			+			+
4	Ксантория восковидная ( <i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr.)	+	+	+	+	+	
5	Ксантория настенная ( <i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.)	+	+	+	+	+	+
6	Пармелия бороздчатая ( <i>Parmelia sulcata</i> Tayl.)	+	+			+	+
7	Феофисция округлая ( <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg)	+	+	+	+	+	+
8	Феофисция темнеющая ( <i>Phaeophyscia nigricans</i> (Florke) Moberg)	+	+	+	+	+	+
9	Фисция звездчатая ( <i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.)	+	+	+	+	+	+
10	Фисция серо-голубая ( <i>Physciaaipolia</i> (Humb.) Furnr.)		+	+		+	+
11	Фисция сомнительная ( <i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau)				+		+
12	Фисция тройчатая ( <i>Physcia tribacea</i> (Ach.) Nyl.)	+	+	+	+	+	+

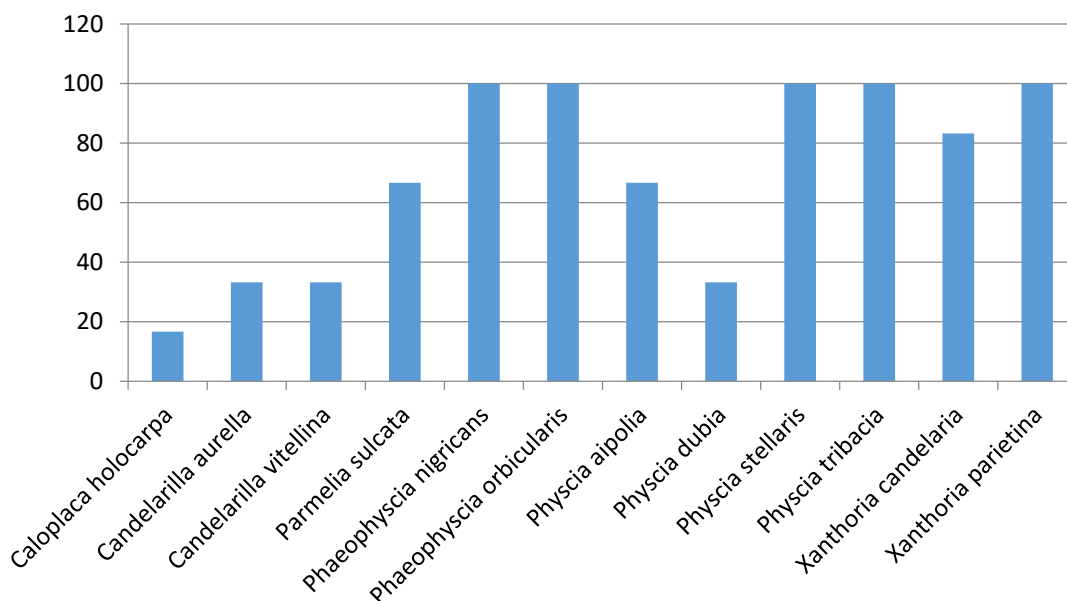


Рис. 6. Встречаемость видов эпифитных лишайников в местообитании 1 (в %)

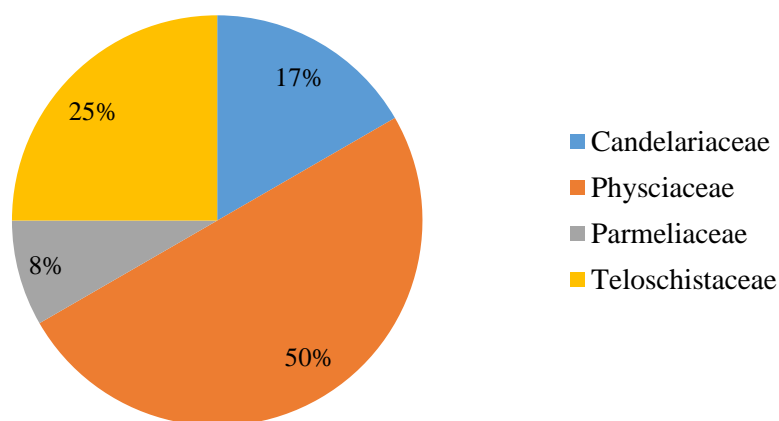


Рис. 7. Соотношение семейств эпифитных лишайников в местообитании 1

На всех исследованных 6 деревьях (встречаемость 100%) встретилось 5 видов: феофисция темнеющая (*Phaeophyscia nigricans*), феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*), фисция звездчатая (*Physcia stellaris*), ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), фисция тройчатая (*Physcia tribacia*). Встречаемость 50% и выше характерна для лишайников: Фисция серо-голубая (*Physcia aipolia*), Канделяриелла желточно-желтая (*Candelariella vitellina*), Калопляка голоплодная (*Caloplaca helocarpa*), Сколициоспорум зеленокосточковый (*Scoliciosporum chlorococcum*). Виды, встречаемость которых менее 50%: Пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*), Фисция восходящая (*Physcia adscendens*), Канделяриелла желтоглазковая (*Candelariella xanthostigma*), Калопляка восковая (*Caloplaca cerina*), Ксантория

канделярия (*Xanthoria candelaria*), Леканора хагена (*Lecanora hagenii*), Фискония стёртая (*Physconia detersa*).

Таблица 4 - Встречаемость эпифитных лишайников вблизи автодороги у Парка Победы по ул. Машиностроителей

№	Виды лишайников	Деревья					
		1	2	3	4	5	6
1	Калопляка восковая ( <i>Caloplaca cerina</i> (Ehrh. Ex Hedw.) Th. Fr.)			+			
2	Калопляка голоплодная ( <i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. ex Ach.) A.E. Wade)	+	+	+	+	+	
3	Канделяриелла желто-глазковая ( <i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.)			+			
4	Канделяриелла желточно-желтая ( <i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.)		+	+	+	+	+
5	Ксантория восковидная ( <i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr.)		+		+		
6	Ксантория настенная ( <i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.)	+	+	+	+	+	+
7	Леканора Хагена ( <i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.)	+				+	
8	Пармелия бороздчатая ( <i>Parmelia sulcata</i> Tayl.)	+			+		
9	Сколициоспорум зеленокосточковый ( <i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vezda)			+	+	+	+
10	Феофисция округлая ( <i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg)	+	+	+	+	+	+
11	Феофисция темнеющая ( <i>Phaeophyscia nigricans</i> (Florke) Moberg)	+	+	+	+	+	+
12	Фискония стёртая ( <i>Physconia detersa</i> (Nyl.) Poelt)		+				
13	Фисция восходящая ( <i>Physcia adscendens</i> Н. Olivier)		+	+			
14	Фисция звездчатая ( <i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.)	+	+	+	+	+	+
15	Фисция серо-голубая ( <i>Physciaaipolia</i> (Humb.) Furnr.)	+	+	+	+	+	
16	Фисция тройчатая ( <i>Physcia tribacea</i> (Ach.) Nyl.)	+	+	+	+	+	+

В местообитании 2 обнаружены виды, относящиеся к 6 семействам. Среди них преобладают виды, относящиеся к семействам Фисциевые (*Physciaceae*), Телосхистовые (*Teloshistaceae*). Они составляют по 37% от общего количества исследованных видов в местообитании 2 (рис. 9).

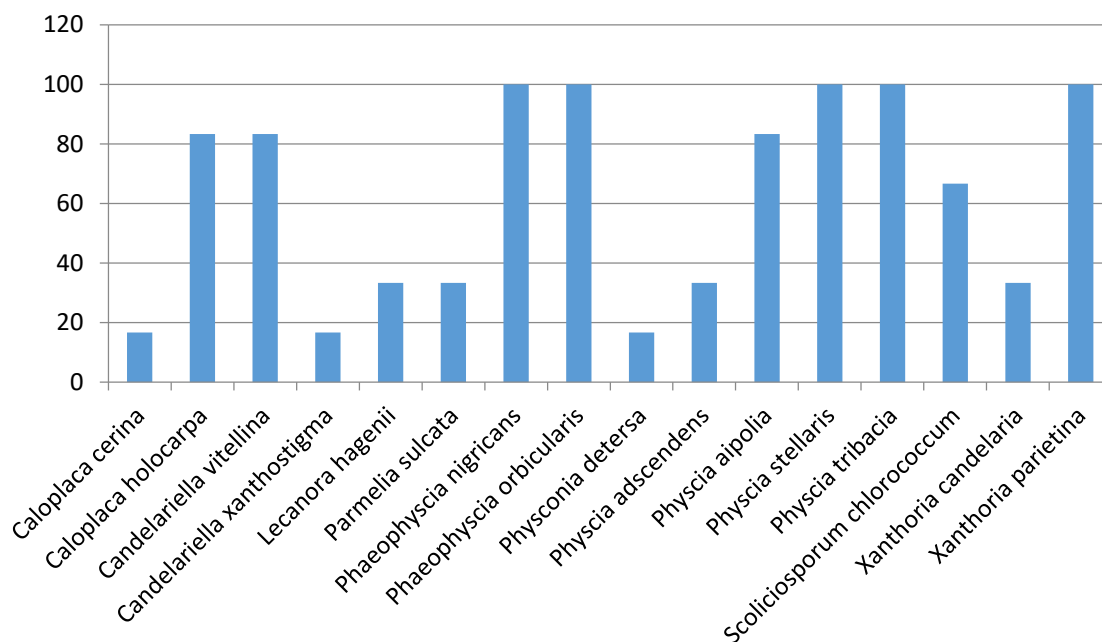


Рис. 8. Встречаемость видов эпифитных лишайников в местообитании 2

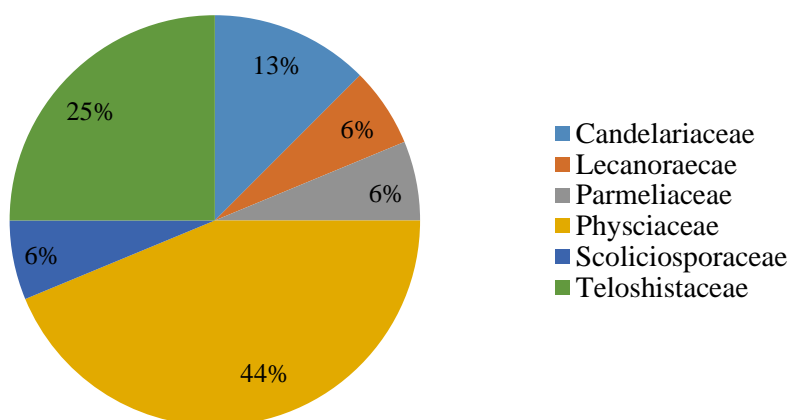


Рис. 9. Соотношение семейств эпифитных лишайников в местообитании 2

### 5.3. Проективное покрытие эпифитных лишайников и ксантории настенной на липе сердцелистной у разных автодорог в центре г. Йошкар-Олы

Средние значения проективного покрытия эпифитных лишайников в местообитании 1: на северной экспозиции – 22,5%, на южной экспозиции – 23,3%, на восточной экспозиции – 24,2%, на западной экспозиции – 25,3%. В среднем проективное покрытие в местообитании 1 - 23,8% (табл. 5).

Таблица 5 – Проективное покрытие эпифитных лишайников на липе сердцелистной в местообитании 1

Дерево	Длина окружности (см)	Экспозиция			
		север	восток	юг	запад
1	133	25	29,5	13	22
2	101	20	37	27	41
3	118	25	24	22	24
4	104	28	33	24	28
5	140	25	12	23	28
6	136	12	9,5	25,5	8,5

Средние значения проективного покрытия ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) на северной экспозиции – 5,1%, на южной экспозиции – 4,42%, на восточной экспозиции – 1,58%, на западной экспозиции – 4,42%. Среднее проективное покрытие ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) в местообитании 1–3,9% (табл. 6).

Таблица 5 – проективное покрытие ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) на липе сердцелистной в местообитании 1

Дерево	Длина окружности (см)	Экспозиция			
		север	восток	юг	запад
1	133	-	5	1	-
2	101	13	-	1	11
3	118	0,5	0,5	0,5	1
4	104	2	3	10	0,5
5	140	15	-	14	14
6	136	-	1	-	-

Средние значения проективного покрытия эпифитных лишайников на северной экспозиции – 48,7%, на южной экспозиции – 50%, на восточной экспозиции – 44,4%, на западной экспозиции – 36,2%. Среднее проективное покрытие эпифитных лишайников в местообитании 2 – 44,8% (табл. 7).

Таблица 7 – проективное покрытие эпифитных лишайников на липе сердцелистной в местообитании 2.

Дерево	Длина окружности (см)	Экспозиция			
		север	восток	юг	запад
1	96	49	60	57	66
2	110	61	59	62	40
3	98	44	45	56	37
4	85	37	30,5	29	25
5	102	39	26	34	25
6	135	62	46	62	24

Средние значения проективного покрытия ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) на северной экспозиции – 9,1%, на южной экспозиции – 3,5%, на восточной экспозиции – 6,5%, на западной экспозиции – 10,7%. Среднее проективное покрытие ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) в местообитании 2– 7,5% (табл. 8).

Таблица 7 – Проективное покрытие ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) на липе сердцелистной в местообитании 2

Дерево	Длина окружности (см)	Экспозиция			
		север	восток	юг	запад
1	96	2	6	2	10
2	110	6	1	-	2
3	98	13	17	1	6
4	85	10,5	3	1	21
5	102	18	1	11	19
6	135	5	11	6	6

Выяснили, что наибольшее проективное покрытие эпифитных лишайников на липе сердцелистной в местообитании 2 (44,8%), а наименьшее – на липе сердцелистной в местообитании 1 (23,8%).

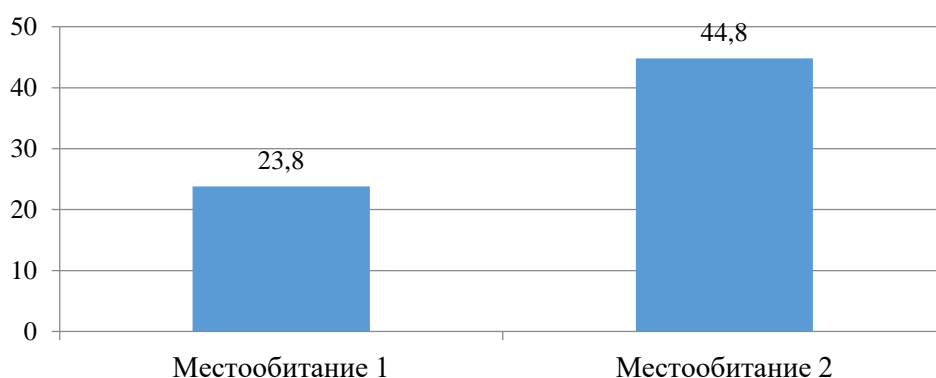


Рис. 10. Проективное покрытие эпифитных лишайников в двух местообитаниях, %

Выяснили, что наибольшее проективное покрытие ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) на липе сердцелистной в местообитании 2 (7,5%), а наименьшее – в местообитании 1 (3,9%) (рис. 11).

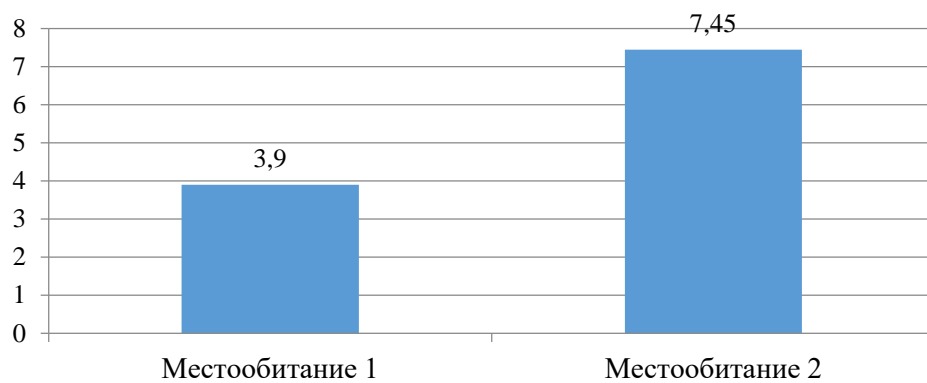


Рис. 11. Проективное покрытие ксантории настенной (*Xanthoria parietina*) в двух местообитаниях

## Выводы

**Выдвинутая нами ранее гипотеза подтвердилась.** Характеристики эпифитных лишайников (видовое разнообразие, встречаемость, проективное покрытие) различаются у автодорог с разной антропогенной нагрузкой.

1. В Парке Победы вблизи автодорог улицы Анциферова и улицы Машиностроителей г. Йошкар-Олы в посадках липы сердцелистной было обнаружено 18 видов эпифитных лишайников. Вблизи автодороги по улице Анциферова – 12 видов, а вблизи автодороги по улице Машиностроителей – 16 видов.

2. Выяснили, что наибольшее проективное покрытие эпифитных лишайников (44,8%) и ксантории настенной (*Xantoria parietina*) (7,5%) наблюдается на липе сердцелистной у Парка Победы вблизи автодороги по ул. Машиностроителей, а самое низкое проективное покрытие эпифитных лишайников (23,8%) и ксантории настенной (*Xantoria parietina*) (3,9%) – на липе сердцелистной у Парка Победы вблизи автодороги по ул. Анциферова.

3. Видами с наибольшей встречаемостью в Парке Победы вблизи автодорог г. Йошкар-Олы являются ксантория настенная (*Xantoria parietina*), феофисция темнеющая (*Phaeophyscia nigricans*), феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*), фисция звездчатая (*Physcia stellaris*), фисция тройчатая (*Physcia tribacia*). Независимо от местообитания деревьев, лишайником с высокой встречаемостью является ксантория настенная (*Xantoria parietina*).

4. Во всех двух местообитаниях преобладают представители семейства Фисциевые (*Physciaceae*), встречаются виды, относящиеся к семействам Канделяриевые (*Candelariaceae*), Пармелиевые (*Parmeliaceae*), Телохистовые (*Teloschistaceae*). Представители семейства Леканоровые (*Lecanoraceae*), Сколициоспоровые (*Scoliciosporaceae*) присутствуют только в местообитании 2.

## Список использованной литературы

1. Бязров Л.Г. Эпифитные лишайники г. Москвы: современная динамика видового разнообразия. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2009. – 146 с.
2. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / М.В. Горленко. – М., «Мысль», 1978. – 365 с.
3. Голубкова Н.С., Малышева Н.В. Влияние роста города на лишайники и лишеноиндикация атмосферных загрязнений г. Казани // Ботан. журн. – 1978. – Т. 63. - № 8. – 1145-1152 с.
4. Домнина Е.А., Шапиро И.А., Быков О.Д. Изменение фотосинтеза и дыхания лишайников в районе Кирово-Чепецкого химического комбината // Ботан. журн., 2007. – Т. 92. – № 4. – 515-523 с.
5. Ерофеева И.А. Особенности распространения лишайников на территории г. Саратова // Ботан. журн., 2013. – 242 с.
6. Ежкин А.К. Эпифитный лишайниковый покров темнохвойных лесов юга Сахалинской области в районах техногенного и природного загрязнения // Ботан. журн., 2016. – 6 с.
7. Голубкова Н.С., Трасс Х.Х. Лишайники / Жизнь растений в 6 т. Т. 3. Водоросли. Лишайники. – М., 1977. – С. 379-470.
8. Инсаров Г.Э., Инсарова И.Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л.: Гидрометеиздат., 1989. – Т. 12 – 113 с.
9. Козырева Е.А. Экологические особенности эпифитных лишайников в южной части приволжской возвышенности // Ботан. журн., 2019. – 124 с.
10. Лиштва А.В., Лихенология: учеб.-метод. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.
11. Меденец Е.Ю. «Лихеноиндикация атмосферного загрязнения городов Новочеркасска и Ростова-на-Дону» - автореферат 2010. – 9 с.
12. Меньшикова М.Ф. Содержание тяжелых металлов в эпифитных и эпигейных лишайниках в условиях трансплантации // 7-е Студенческие Ломоносовские чтения: Материалы науч.-практ. конф. Студентов и молодых ученых. – Пермь, 2007. – С. 192-194.
13. Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России (учебно-методическое пособие). – Рязань: Изд-во РГУ имени С.А. Есенина, 2011. – 360 с.
14. Сафранкова Е.А. Комплексная лишеноиндикация общего состояния атмосферы урбоэкосистем // Ботан. журн., 2014 – 123 с.
15. Цуриков, Храменкова, 2009 Мучник Е. Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России (учебно-методическое пособие). – Рязань: Изд-во РГУ имени С.А. Есенина, 2011. — 360 с.

16. Энциклопедия Республики Марий Эл Йошкар-Ола, 2009. – 872 с.
17. Интернет-ресурсы:  
[http://www.i-ola.ru/city/ecologia/prirod\\_usl.php](http://www.i-ola.ru/city/ecologia/prirod_usl.php)  
<https://www.i-ola.ru/city/ecologia/>