

Областная научно-практической конференция юных исследователей  
окружающей среды для обучающихся 5- 11 классов  
**«Человек и природа»**

«Дворец творчества – Мемориал»

**ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА ЭПИФИТНЫХ  
ЛИШАЙНИКОВ ИЗ РАЗНЫХ МЕСТ ОБИТАНИЯ**

Номинация «Мониторинг сред и объектов»

Автор работы:

Кононова София Михайловна,  
8 класс КОГОАУ «Лицей  
естественных наук»

Научные руководители:

Огородникова Светлана Юрьевна,  
к.б.н., доцент ВятГУ, педагог доп.  
образования ЦДООШ г. Кирова

Двинина Галина Геннадьевна,  
педагог-организатор  
КОГОАУ ЛЕН,  
педагог доп. образования  
МОАУ ДО ЦРТДЮ г. Кирова

Киров, 2025

## Оглавление

Введение	3
1. Обзор литературы	4
2. Методы и материалы	6
2.1 Методика определения интенсивности процессов перекисного окисления липидов	8 8
2.2 Методика определения антоцианов	
2.3 Методика определения аскорбиновой кислоты	9
3. Результаты исследования	11
3.1 Результат выбора территорий исследования	
3.2 Изучение особенностей биохимического состава лишайников фоновой территории	11
3.3 Изучение особенностей биохимического состава лишайников из мест обитания с высокой антропогенной нагрузкой	12 12 13
Выводы	14
Список литературы	15
Приложение	

## Введение

В современном мире все живое подвержено влиянию человека. Города заменяют леса, степи, вытесняют из привычных местообитаний растения, животных, влияют на всю планету в целом. Антропогенная нагрузка, несомненно, влияет на живые организмы и интенсивность ее растет с каждым годом. Загрязнение воздуха, почвы, воды отрицательно влияет на живые организмы на всех уровнях организации. Негативные изменения происходят на биохимическом, клеточном, организменном, видовом, популяционном и экосистемном уровнях.

Лишайники – универсальные биоиндикаторы, которые очень чутко и оперативно реагируют на все изменения окружающей среды. Это – симбиоз гриба, образующего таллом, и фотосинтезирующей водоросли или цианобактерии. Питание лишайников в основном происходит при поглощении солнечной энергии симбионта гриба и образовании органических веществ в ходе фотосинтеза. Влагу и минеральные вещества лишайники получают при выпадении осадков. Загрязняющие вещества в составе атмосферных осадков поглощаются талломами лишайников и накапливаются в них. Поэтому лишайники являются информативными индикаторами загрязнения атмосферы.

Целью работы было изучение биохимических особенностей эпифитных лишайников, произрастающих на территориях с разной антропогенной нагрузкой.

Объект исследования: лишайники, произрастающие на исследуемых территориях с разным уровнем антропогенной нагрузки – территории г. Кирова и Оричевского района. Предмет: их биохимические особенности в зависимости от территории произрастания.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: выбрать территорию, собрать материал для исследования; определить накопление в талломах эпифитных лишайников аскорбиновой кислоты и антоцианов;

оценить интенсивность процессов перекисного окисления липидов; определить корреляцию биохимических особенностей эпифитных лишайников со степенью антропогенного загрязнения разных территорий.

В научной литературе описано, что реакцией на стресс у лишайнобиоты является повышение концентрации антиоксидантов и других веществ. В нашем исследовании выдвигается гипотеза о том, что загрязнение окружающей среды в городе влияет на жизнедеятельность лишайников и их биохимические процессы. Ранее на территории Кировской области такие исследования не проводились.

Практическая значимость работы: знание биохимических особенностей лишайников может быть использовано при проведении биомониторинговых исследований и оценке качества окружающей среды.

## **1. Обзор литературы**

Лишайники, благодаря анатомо-морфологическим и физиологическим особенностям, поглощают из воздуха различные загрязнители. Лишайники являются чуткими аккумулятивными индикаторами промышленных загрязнений и применяются для ранней диагностики негативных изменений состояния окружающей среды [1], а также, позволяют отслеживать загрязнение воздуха в динамике. Для оценки степени атмосферного загрязнения используют различные индикаторные свойства лишайнобиоты: биохимические показатели жизнедеятельности (изменяется химический состав, активность ферментов), морфология талломов, видовой состав, популяционная структура (проективное покрытие), химический состав (накапливаются тяжелые металлы, соединения серы и фосфора) [2].

Изменение среды обитания приводит к биохимическим перестройкам в клетках живых организмов, которые направлены на адаптацию. Согласно теории окислительного стресса, в неблагоприятных условиях в клетках накапливаются активные формы кислорода, которые могут вызывать

окислительные повреждения. Для снижения уровня АФК повышается содержание веществ, которые снижают концентрацию АФК. К таким соединениям относят – антоцианы и аскорбиновановую кислоту. Также в условиях стресса активируются процессы перекисного окисления липидов, которые можно оценить по накоплению продуктов окисления. [3].

Синтез антоцианов часто активируется в неблагоприятных условиях [4]. Антоцианы участвуют в подавлении окислительных процессов в растительных тканях. Образованию антоцианов способствует повышенная солнечная радиация (УФ), пониженные температуры, неблагоприятные почвенные условия [5]. Содержание антоцианов может служить тестом, характеризующим степень воздействия загрязнений на окружающую среду, что может быть полезно для их оперативной биоиндикации при экологическом мониторинге растительных сообществ [6]. Биосинтез антоцианов является неспецифической реакцией на стрессовые условия произрастания, а именно, на уровень загрязнения атмосферы, почвы городской среды [7]. Например, мониторинг воздушного бассейна г. Калининграда показал увеличение содержания антоцианов в растениях более загрязненных территорий города по сравнению с контролем. Общая тенденция изменения уровня антоциановых пигментов под влиянием загрязнения атмосферы была схожа у исследуемых видов (рябина, липа, ель) [8].

Аскорбиновая кислота – уникальное полифункциональное соединение. Обладая способностью обратимо окисляться и восстанавливаться, она принимает участие в важнейших энергетических процессах растительной клетки - фотосинтезе [3] и дыхании; является признанным антиоксидантом. Несомненно, ее участие в процессах роста, цветения, в водном обмене, регуляции ферментативной активности [6], стимуляции реакций метаболизма, связанных с обменом нуклеиновых кислот и синтезом белка в защитных реакциях растений. В наши дни интерес к витамину С связан с его

способностью защищать клетки, проявляя антиоксидантную активность. АК выполняет важную защитную функцию, что, прежде всего, проявляется в отношении растений к пониженным температурам. В ряде работ показана роль АК в формировании зимостойкости [9]. Большое количество работ посвящено исследованию действия АК на иммунные свойства растений, так как считается, что одним из проявлений активного иммунитета растений является нормальное или повышенное образование в них АК. Липидный слой клеточной и внутриклеточных мембран выполняет две основные функции – барьерную и матричную (структурную). Повреждение барьера приводит к нарушению регуляции внутриклеточных процессов и тяжелым расстройствам клеточных функций. АФК, которые образуются в ходе окислительного стресса, оказывают непосредственное действие на клетку, могут инициировать реакции перекисного окисления липидов [3].

Интенсификация процессов перекисного окисления липидов ведет к нарушениям в фосфолипидном слое мембран (хлоропластов и митохондрий) и наружной мембраны – плазмолеммы. В митохондриях в результате процессов ПОЛ образуются дефекты и поры, повышается проницаемость мембран, что может приводить к гибели клетки. В результате активации процессов ПОЛ происходит угнетение жизнедеятельности, снижение продуктивности и гибель растения [9]. Активацию перекисного окисления липидов вызывает солевой стресс, вызванный хлоридом натрия, действие пестицидов [3].

## **2. Методы и материалы**

### **2.1 Методика определения интенсивности процессов перекисного окисления липидов**

Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в растительных тканях анализировали по цветной реакции тиобарбитуровой кислоты (ТБК) с малоновымдальдегидом, образующимся в процессе ПОЛ

(Лукаткин, 2002). Навеску ткани гомогенизировали в среде выделения (0,1 моль/л трис-НСl буфер, рН 7.6, содержащий 0,35 моль/л NaCl). К 3 мл гомогената добавляли 2 мл ТБК в 20% трихлоруксусной кислоте, нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 мин. и фильтровали. Оптическую плотность регистрировали на спектрофотометре Specol-1100 при длине волны 532 нм против среды выделения с реагентом. Концентрацию МДА рассчитывали по молярной экстинкции с  $\epsilon=1.56 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . Количество МДА рассчитывали в нмоль/г сырой массы.

$$C = D / (\epsilon * l)$$

C – концентрация МДА, мкмоль/г

l – толщина слоя раствора в кювете

## 2.2 Методика определения антоцианов

Экстракцию и количественное определение антоцианов проводили по методике Д. А. Муравьевой (Муравьева, 1987). Навеску массой 0,15 г мелко измельчали, помещали в колбу и добавляли 10 мл 1% HCl, затем в течение 20 минут выдерживали на водяной бане ( $t = 40-45 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Вытяжку отфильтровывали через бумажный фильтр, измеряли оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длинах волн 510 и 657 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Содержание суммы антоцианов рассчитывали с применением удельного показателя поглощения цианидин-3,5-дигликозида в 1% -ном водном растворе HCl, который равен 453.

$$X = D \cdot V \cdot 100 / (E \cdot a \cdot (100 - b)), \text{ где}$$

X - концентрация суммы антоцианов, %

D – оптическая плотность испытуемого извлечения при длине волны 510 нм с учетом поправки  $D(510) - 0,33 * D(657)$

V – разведение

E – удельный показатель поглощения цианидин-3,5 дигликозида при длине волны 510 нм в 1 %-ном водном растворе HCl

a – масса навески

b – потеря в массе при высушивании, %

### 2.3 Методика определения аскорбиновой кислоты (Федулов и др., 2013)

Навеску талломов лишайников массой 0,6 г, растирали в ступке с 20 мл 1%-ной соляной кислоты до образования гомогенной массы. Полученную массу слили из ступки в мерную колбу на 50 мл. Ступку сполоснули несколько раз 1%-ной щавелевой кислотой, и раствор вылили в ту же колбу. Содержимое колбы довели до метки 1%-ной щавелевой кислотой, закрыли пробкой, сильно встряхнули и оставили стоять 10 мин. Затем содержимое колбы центрифугировали в течение 3 мин при 3000 об /мин. В колбу для титрования отобрали по 10 мл фильтрата, добавили 3 капли крахмала. Смесь перемешали и титровали раствором йода до устойчивого синего окрашивания.

Содержание аскорбиновой кислоты рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{V1 * m1 * V2 * 100}{m2 * V3}$$

где, X – содержание аскорбиновой кислоты в мг% (мг аскорбиновой кислоты в 100 г анализируемого образца)

V1 - объем йода, пошедшего на титрование (мл) V2 - объем приготовленного фильтрата (100 мл)

V3 - объем фильтрата, взятого на титрование (10 мл)

m1 - масса аскорбиновой кислоты, которую окисляет 1 мл раствора йода с концентрацией 0,01625 М:

$$v(I_2) = C * V = 0.01625 \text{ М} * 0,001 \text{ л} = 0,00001625 \text{ моль} = v(\text{АК})$$

$$m(\text{АК}) = v * M = 0.00001625 \text{ моль} * 176,12 \text{ г/моль} = 2,862 \text{ мг}$$

m2 – масса навески талломов (6 г)

### **3. Результаты исследования**

#### **3.1 Результат выбора территорий исследования**

Образцы эпифитных лишайников были отобраны на 3-х участках: в лесу недалеко от Оричевского района (фон), у площади Лепсе и железнодорожного вокзала. Два последних участка отличаются повышенным уровнем загрязнения окружающей среды по сравнению с фоном, так как в воздухе вблизи завода и вокзала возможен повышенный уровень соединений серы, углерода, тяжелых металлов.

Железная дорога в Кирове, является крупной транспортной магистралью, соединяющей Москву и Владивосток, и по ней ежедневно проходит около сотни пассажирских и грузовых поездов, из-за чего антропогенная нагрузка высокая. Здесь были собраны следующие виды лишайников: гипогимния вздутая и пармелия бороздчатая - листоватые, ксантория настенная – накипной.

Площадь им. Лепсе является автомобильно-транспортной развязкой, по которой ежедневно проходит тысячи автомобилей, по утрам и вечерам образуются пробки, в результате чего в воздух попадает большое количество оксидов серы. Кроме этого площадь расположена в крупном промышленном районе: здесь находятся машиностроительный завод имени Лепсе, а рядом завод по обработке цветных металлов. Здесь на деревьях обнаружены те же 3 вида лишайников.

В качестве фонового участка исследования взят лесной массив рядом с садоводческим хозяйством «Заря-1» недалеко от поселка Стрижи Оричевского района, вдали от крупных транспортных магистралей и промышленных предприятий. На фоновой территории были отобраны образцы лишайников 7 видов, в том числе кустистые виды Уснея жёсткая и Эверния мезоморфная (Приложение 1, таб. 1).

При сборе образцов в местах с высокой антропогенной нагрузкой были видны повреждения и деформации слоевища.

В Самарском государственном институте Цуриков А. Г., доцент, к.б.н. в своей лекции освещал вопрос о связи лишайников и видов деревьев [9]. В частности, что чувствительность определенных видов лишайников к загрязнению среды обитания может зависеть от видовой принадлежности дерева, а может и нет. Так как приуроченность лишайников к определенным видам деревьев способна меняться в зависимости от среды, возраста деревьев, типа растительного сообщества. В большей степени это зависит не от вида форофита, а от свойств коры (в частности кислотности, физических свойств, химического состава, фактуры поверхности). Поэтому в нашем исследовании мы не учитывали отношение к субстрату, лишайники собирались с разных пород деревьев.

### **3.2 Изучение особенностей биохимического состава лишайников фоновой территории**

У отобранных на фоновой территории лишайников был изучен химический состав. Установлены видовые различия в накоплении антоцианов в талломах эпифитных лишайников. Содержание антоцианов варьировало в широком диапазоне от 1,6 до 0,04%. Максимальное содержание антоцианов выявлено в талломах уснеи жесткой (1,6%), минимальное – кладонии шишконосной (0,04%). В талломах лишайников гипогимнии вздутой, кладонии звездчатой, эвернии мезоморфной содержание антоцианов изменялось в диапазоне 0,04-0,16 %.

Содержание аскорбиновой кислоты было изучено только в талломах кладонии звездчатой, эвернии мезоморфной и ксантории настенной. Количество аскорбиновой кислоты варьировало незначительно в пределах 0,01 – 0,09 мг%. По интенсивности процессов ПОЛ изученные виды лишайников можно разделить на 3 группы: низкая интенсивность ПОЛ 44 нмоль/г (кладония звездчатая), средняя интенсивность 84-91 нмоль/г (гипогимния вздутая, кладония шишконосная, эверния мезоморфная) и

высокая интенсивность 135-188 нмоль/г (пармелия бороздчатая, уснея жесткая и ксантория настенная). Все полученные данные занесены в таблицу «Химический состав лишайников, отобранных на фоновой территории» (Приложение 2 таб. 2).

Выявлена корреляция между показателями: содержание антоцианов и интенсивность процессов ПОЛ ( $r=0,8$ ), что свидетельствует о сильной связи между данными показателями. При низком уровне ПОЛ содержание антоцианов в талломах низкое, при высоком уровне ПОЛ содержание антоцианов выше.

### **3.3 Изучение особенностей биохимического состава лишайников из мест обитания с высокой антропогенной нагрузкой**

Далее исследовались образцы разных видов лишайников, собранные у вокзала и площади Лепсе. Данные сравнивались с полученными ранее результатами на фоновой территории. В талломах гипогимнии вздутой, отобранной на фоновом участке интенсивность процессов ПОЛ была в 1,3 выше, чем на участке вблизи РЖД. Содержание антоцианов на фоновом участке составляло 0,056 мг% и было выше в 10 раз, по сравнению с участком вблизи РЖД. Уровень антоцианов в талломах гипогимнии, отобранных вблизи площади Лепсе также был выше по сравнению с фоном (Приложение 3 таб. 3). В талломах ксантории настенной выявлена сходная закономерность биохимических процессов: интенсивности окислительных процессов в талломах на фоновой территории была выше в 5,7 раза, по сравнению с участком вблизи РЖД (табл. 4). Отмечены значительные различия содержания антоцианов в талломах ксантории настенной, произрастающей на участках с повышенной антропогенной нагрузкой (районы Лепсе и РЖД).

В талломах пармелии бороздчатой также, как и в гипогимнии вздутой и ксантории настенной, отмечена повышенная интенсивность процессов

перекисного окисления липидов на фоновом участке (табл. 5). Талломы пармелии борозчатой, отобранные на загрязненных участках отличались уровнем антоцианов. Причем, как и с другими лишайниками содержание антоцианов в лишайниках, произрастающих вблизи РЖД было ниже, по сравнению с районом площади Лепсе.

Выявленные нетипичные биохимические особенности лишайников, произрастающих на участках с разным уровнем антропогенной нагрузки, могут быть связаны со спецификой функционирования симбиоза. Лишайники представляют собой симбиоз гриба и водоросли, причем доля фототрофного компонента не превышает 10%. В условиях стресса фотокомпонент не получает важных для своей жизни веществ, его жизнедеятельность угнетается загрязняющими веществами из-за чего его доля в составе лишайника снижается, соответственно снижается содержание синтезируемых ими веществ (антоцианов, аскорбиновой кислоты). Угнетение фотобионта в условиях стресса приводит к снижению интенсивности процессов ПОЛ и снижению антоцианов в лишайниках, что было отмечено нами на загрязненных территориях (район площади Лепсе и РЖД).

У ксантории настенной видна типичная реакция на загрязнение окружающей среды, в отличие от пармелии борозчатой и гипогимнии вздутой, так как она более приспособлена к жизни в условиях атмосферного антропогенного загрязнения. Если смотреть только на два последних вида, то можно было бы сделать вывод о том, что на участке около жд вокзала меньше всего загрязнения, но такого не может быть из-за большого количества автотранспорта, ежедневно проезжающего мимо него. Такое состояние можно объяснить тем, что в условиях стресса в некоторых видах лишайников начинают происходить изменения строения: микобионт может начинать угнетать жизнедеятельность фикобионта, забирая его питательные вещества, что уже описано в литературе, но не подтверждалось исследованиями именно данных параметров жизнедеятельности.

## Выводы

1. На фоновой территории наблюдается значительно большее биоразнообразие площадь поверхности коры дерева, покрытого лишайниками в сравнении с городской средой.

2. Установлены видовые различия в накоплении антоцианов и аскорбиновой кислоты в талломах эпифитных лишайников на фоновой территории. По интенсивности процессов ПОЛ изученные виды лишайников можно разделить на 3 группы. Выявлена корреляция между показателями: содержание антоцианов и интенсивность процессов ПОЛ ( $r=0,8$ ) в талломах эпифитных лишайников.

3. Выявлены биохимические особенности лишайников, произрастающих на участках с разным уровнем антропогенной нагрузки: повышенная активность процессов ПОЛ на фоновом участке по сравнению с участками с антропогенной нагрузкой. Концентрация антоцианов в лишайниках (гипогимния вздутая, пармелия бороздчатая и ксантория настенная), произрастающих вблизи РЖД было ниже, по сравнению с районом площади Лепсе, а количество аскорбиновой кислоты в талломах на фоновой территории было больше, чем в произрастающих в городской среде.

Гипотеза, выдвинутая в начале исследования, подтвердилась. В условиях высокой антропогенной нагрузки происходят изменения в организме лишайников, меняется их биохимия и количество антиоксидантов (антоцианы и аскорбиновая кислота).

Результаты данной исследовательской работы можно использовать в качестве экспресс-методики для оценки загрязнения окружающей среды. Лихенобиота давно использовалась в качестве биоиндикатора, часто рассматривалось ее видовое изменение под воздействием окружающей среды. Так как лишайники являются достаточно медленно растущими организмами и их рост зависит от разных факторов, то

видовой состав меняется медленно. В отличие от видового состава биохимия в организме лишайников меняется очень быстро. Поэтому предлагаемый нами метод помогает оперативно отслеживать изменения состояния окружающей среды.

Методика может использоваться в учебных организациях, а после апробации – в специальных учреждениях.




### Список литературы




1. Лишта А.В. Лихенология. Иркутск, Иркутский гос. ун-т. 2007. 121 с.
2. Опекунова М.Г., Гизетдинов М.Ю. Использование лишайников в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды // Вестник Санкт-Петербургского университета, 2014. № 1. С. 79-94
3. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: КДУ, 2007. 140 с.
4. Мерзляк М.Н. Пигменты, оптика листа и состояние растений. Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова 1989.
5. Тихвинский С.Ф. Антоциановые пигменты растений и их роль в адаптивной селекции сельскохозяйственных культур. Вятская государственная сельскохозяйственная академия. Теоретическая и прикладная экология №3, 2007. 15 с.
6. Чупахина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений. Калининград. 1997. 120 с.
7. Дедков В.П., Масленников П.В., Гребнев Н.Н. Содержание антоцианов как показатель нефтяного загрязнения растений и растительных сообществ дюн Куршской косы. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2006. №1. С. 102-108
8. Чупахина и др., Сравнение методов анализа суммарного антиоксидантной активности. Вестник Балтийского федерального института им. И. Канта. 2012 Вып. 1. С. 69-74

9. Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.
10. Флора лишайников России: Биология, экология, распространение и методы изучения лишайников / под ред. М. П. Андреева, Д. Е. Гимельбранта. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 392 с.

## Приложение 1

Таблица 1. Биологическое описание обнаруженных видов лишайников

1	<p>Гипогимния вздутая (<i>Hypogymnia physodes</i>)</p> <p>Фотобионт — <i>Cystococcus</i>.</p> <p>России встречается в европейской части, на Урале, в Западной и Южной Сибири.</p>	
2	<p>Кладония звездчатая (<i>Cladonia stellaris</i>)</p> <p>Фотобионт обычно зелёная одноклеточная водоросль — тробуксия.</p> <p>В России встречается в европейской части, Западной Сибири и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и Урале. Образует громадные запасы во многих районах Севера. К влаге и свету неприхотлива. Для широкого развития требует значительного снежного покрова[4].</p>	
3	<p>Кладония шишконосная (<i>Cladonia coniocraea</i>)</p> <p>Фотобионт - зелёная водоросль Трентеполия.</p> <p>В России встречается в европейской части, на Кавказе. За рубежом обитает в Европе, Азии, Северной и Центральной Америке.</p> <p>Обитает на песчаных и гумусовых почвах, на скалах среди мхов и лишайников, на гниющей древесине и основаниях деревьев.</p>	

4	<p>Уснея жесткая (<i>Usnea hirta</i>)</p> <p>Фотобионт – хлорококковые водоросли</p> <p>Чувствительна к загрязнениям, распространена по европейской и азиатской части России</p>	
5	<p>Эверния мезоморфная (<i>Evernia mesomorpha</i>)</p> <p>Фотобионт — водоросли рода Trebouchia.</p> <p>В России — по всей территории.</p>	
6	<p>Ксантория настенная (<i>Xanthoria parietina</i>)</p> <p>Фотобионт — зелёная водоросль из рода Trebouchia.</p> <p>Лишайник растёт на различных субстратах (коре деревьев, обработанной древесине, скалах, камнях и т. д.). Особенно обильно развивается на деревьях открытых мест, вдоль дорог, вблизи человеческого жилья. Устойчив к загрязнённости воздуха.</p> <p>В России встречается повсеместно, особенно в европейской части.</p>	
7	<p>Пармелия бороздчатая (<i>Parmelia sulcata</i>)</p> <p>Фотобионт — виды рода Asterochloris или рода Trebouchia.</p> <p>Этот вид может терпеть загрязнение воздуха и расти в городах.</p>	

## Приложение 2

Таблица 2. Химический состав лишайников, отобранных на фоновой территории

№	Вид	Содержание		
		малоновый диальдегид, нмоль/г	антоцианы, %	аскорбиновая кислота, мг%
1	Гипогимния вздутая	84	0,06	0,06
2	Кладония звездчатая	44	0,07	0,01
3	Кладония шишконосная	91	0,04	-
4	Уснея жесткая	152	0,16	0,08
5	Эверния мезоморфная	90	0,09	0,01
6	Ксантория настенная	188	-	0,01
7	Пармелия бороздчатая	135	-	0,09

## Приложение 3

Таблица 3. Химический состав гипогимнии вздутой, отобранной на разных участках

Участок	Содержание		
	малоновый диальдегид, нмоль/г	антоцианы, %	аскорбиновая кислота, мг%
Фон	84	0,06	0,06
Площадь Лепсе	105	0,07	0,09
РЖД	64	0,01	0,08

Таблица 4. Химический состав ксантории настенной, отобранной на разных участках

Участок	Содержание		
	малоновый диальдегид, нмоль/г	антоцианы, %	аскорбиновая кислота, мг%
Фон	188	-	0,01
Площадь Лепсе	106	0,07	0,08
РЖД	34	0,01	0,14

Таблица 5. Химический состав пармелии бороздчатой, отобранной на разных участках

Участок	Содержание		
	малоновый диальдегид, нмоль/г	антоцианы, %	аскорбиновая кислота, мг%
Фон	135		0,09
Площадь Лепсе	156	0,10	0,07
РЖД	32	0,02	0,08