

Автономное образовательное учреждение Удмуртской Республики  
«Региональный образовательный центр одаренных детей»

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей  
среды имени Б.В.Всесвятского**

**Номинация «Юные исследователи»**

**Исследовательская работа**

**«Изучение разнообразия трихом эпидермы  
листьев растений»**

Выполнила: Лемесева Александра,  
обучающаяся объединения  
«Экологическая мозаика»,  
учащаяся 4 класса  
ГБОУ УР «Лицей №14»

Руководитель:  
Прозорова Юлия Юрьевна,  
педагог дополнительного образования  
АОУ УР «РОЦОД»

Ижевск 2024

## **Оглавление**

Введение.....	3
1.Обзор источников информации.....	4
2. Методика исследования.....	7
3. Результаты исследования .....	8
Выводы .....	11
Заключение .....	12
Список источников информации.....	13
Приложения .....	14

## Введение

На занятиях в Центре «ТАУ» мы много работаем с микроскопом, изучаем микроскопическое строение растений, используя готовые и временные препараты. Мы рассматривали клетки кожицы лука, крахмальные зерна картофеля, мякоть томата и мандарина, кожицу перца, эпидермис камелии, срез зерновки пшеницы и многие другие.

А еще мы научились изучать эпидерму листьев растений с помощью метода отпечатков и различать на препаратах устьица. Когда мы рассматривали поверхность листьев, то поняли, что она часто покрыта разными выростами. Мне стало интересно изучить их подробнее. Я узнала, что они называются трихомы.

Многие из растений имеют опушенные листья, а значит покрыты трихомами. Помимо известных жалеющих волосков крапивы, к трихомам относятся волоски на листьях мяты, шалфея, тополя, сеньполины.

В Эко-парке Центра «ТАУ» произрастает более 60 видов только древесных растений, а еще есть лекарственные, красивоцветущие и декоративно-лиственные и конечно, сорные. Они могут стать объектами для микроскопирования и поиска трихом.

Актуальность нашего исследования в получении достоверной информации, которая будет полезна на уроках «Биологии» и «Окружающего мира» при изучении строения листа. А сделанные микрофотографии вызовут интерес тех, кто любит работать с микроскопом, и покажут красоту микромира растений.

Мы поставили цель: изучить разнообразие трихом эпидермы листьев растений.

Задачи:

- Выбрать наилучший способ изучения трихом эпидермы листа.
- Изучить под микроскопом трихомы эпидермы листьев растений и классифицировать их.
- Подготовить фотоальбом с микрофотографиями трихом эпидермы.

Объекты исследования: древесные и травянистые растения Эко-парка Центра «ТАУ».

Гипотеза исследования: метод отпечатков позволит изучить трихомы листьев.

## 1. Обзор источников информации

Поверхность растений покрыта эпидермой, которая выполняет защитную функцию. У многих растений на поверхности эпидермы есть различные по форме, строению и функции выросты, которые называются трихомы.

Слово трихомы произошло от греческого слово «trichoma» - волосаяной покров, волосы. Трихомы могут быть одноклеточные и многоклеточные, мертвые и живые (1).

Трихомы отличаются по строению, а значит выполняют разные функции в жизни растения. Выделяют кроющие и железистые трихомы.

Кроющие трихомы часто образуют на растении густое шерстистое, войлочное опушение, которое хорошо видно невооруженным глазом (1). Такой покров образован мертвыми волосками. Они заполнены воздухом, поэтому кажутся белыми, а растение имеет седой вид. Мертвые волоски лучше отражают солнечные лучи и этим уменьшают нагревание и испарение у растения (4).

Железистые трихомы выделяют ароматические вещества, которые человек научился использовать в парфюмерной, косметической промышленности и кулинарии (2).

Некоторые волоски получили особое название - эмергенцы (лат. «emergere» - появляюсь, выхожу). Это структуры, в образовании которых принимает участие не только эпидерма, но и глубже расположенные ткани. Эмергенцы располагаются беспорядочно (4).

К эмергенцам относятся шипы, покрывающие черешки листьев и молодые побеги у розы, малины, ежевики. Некоторые авторы называют эмергенцами волоски хмеля, шипы на плодах каштана конского.

Самые знаменитые эмергенцы принадлежат крапиве. Они состоят из расширенного многоклеточного основания и крупной конечной клетки с маленькой, закруглённой головкой. При прикосновении головка обламывается и жгучий волосок выпускают под кожу коктейль состоящий из разных веществ, которые местное воспаление (6).

Таким образом, в жизни растений кроющие и железистые трихомы играют большую роль. И кроющие, и железистые трихомы нужны растениям для защиты от животных.

### **Кроющие трихомы**

Функция защитная

Предохраняют от травоядных животных от насекомых вредителей, ультра-фиолетового излучения и излишнего испарения (транспирация).

Примеры: тополь белый, стахис, мать-и-мачеха.

### **Железистые трихомы**

Функции защитная, выделительная

Для защиты от травоядных животных, заболеваний, привлечения насекомых-опылителей

Примеры: мята, шалфей, котовник, крапива, пустырник, тимьян, томат, роза, розмарин.

Интересно, что на листьях одного и того же растения бывают и кроющие, и железистые трихомы (рис. 1). Примером такого растения является известная всем пеларгония – комнатное растение с характерным запахом (3).

Изучением эпидермы листьев растений занимался советский ученый Николай Антонович Анели, он большое внимание уделял трихомам. В 1975 году вышла его книга «Атлас эпидермы листа» (7).

Ученый предложил разделить трихомы на 14 кланов (Приложение, таблица 2). В его классификации такие кланы как Шаровидные, Ветвистовидные, Розетовидные, Железистовидные, Бахромовидные и др.

В атласе приводится краткое описание каждого клана и примеры растений. Так например, мята перечная имеет головчатые трихомы, гибискус китайский - розетовидные, а платан восточный - растопыренные (рис.2-4).



Рис. 1. Эпидерма нижней стороны листа пеларгонии

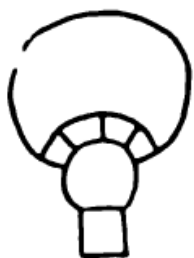


Рис. 2. Трихомы мяты перечной

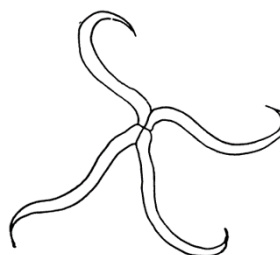


Рис. 3. Трихомы гибискуса китайского

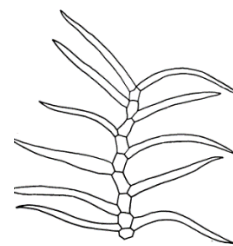
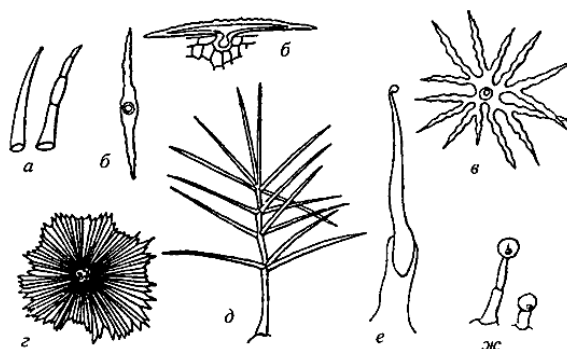


Рис. 4. Трихомы платана восточного

В литературе также встречается и более простая классификация трихом (рис.5) и деление их на 7 видов: простые, двураздельные, звездчатые, чешуйчатые, ветвистые, жгучие, железистые (8).



Волоски: а – простые; б – двураздельные; в – звездчатый; г – чешуйчатый; д – ветвистый; е – жгучий; ж – железистые

Рис.5. Виды трихом

Трихомы всегда создают на поверхности листьев опушение, которое можно увидеть и почувствовать. Опушение может быть мягкое и жесткое (8).

Встречается следующая классификация опушения:

- Войлочное – опушение, образованное густо расположенными, спутанными, обычно ветвистыми волосками, сплошь покрывающими кожицу (например, нижняя поверхность листьев мать–и–мачехи, лопуха).
- Ключковатое – опушение из разбросанных отдельных пучков волосков (стебли некоторых видов козлобородника).
- Паутинистое – опушение из длинных тонких извилистых волосков, прилегающих к поверхности органа (листочки обертки у некоторых видов бодяка и др.).
- Реснитчатое – опушение из длинных торчащих волосков, расположенных в один ряд по краям, жилкам, рёбрам органа (по краю листа у осоки волосистой и др.).
- Шелковистое – опушение из густо расположенных прямых прижатых волосков, направленных в одну сторону, часто блестящее (на листьях у лапчатки белой и др.).
- Щетинистое – опушение, при котором сквозь густо расположенные ветвистые и обычно б. м. спутанные волоски видна поверхность кожицы (некоторые виды бодяка, коровяка и др.).
- Железистое – опушение из железистых волосков.

## 2. Методика исследования

Исследование проводилось на базе лаборатории «ЭкоБио Лаб» Центра «ТАУ» в августе 2024 года (рис.6-7).

Объектами изучения трихом стали древесные и травянистые растения Экопарка – всего 12 видов.

Использованное оборудование и материалы:

- микроскоп световой биологический «Микромед»,
- стекла предметные,
- стекла покровные,
- пипетка пластиковая,
- прозрачный лак для ногтей,
- иглы препаровальные,
- пинцет,
- лезвие бритвы,
- скотч канцелярский.

Для получения отпечатков эпидермы по методу Полачи-Молотковского (9) небольшую каплю прозрачного лака наносили на поверхность листа, равномерно распределяли его и давали хорошо высохнуть. Далее снимали получившийся отпечаток с помощью пинцета или скотча.

В случае сильно опушенных листьев просто приклеивали кусочек скотча на изучаемую сторону листа и снимали его.

В случае очень тонких листьев или листьев, у которых наступает некроз от нанесения лака, мы делали тонкие срезы с помощью лезвия бритвы. Также поступали, если отпечаток не получался.

Полученные отпечатки и срезы рассматривали под микроскопом (увеличение 80х, 200х) и фотографировали.

Характер опушения определяли исходя из классификации предложенной классификации визуально, наощупь, дополняя исследованиями под микроскопом.

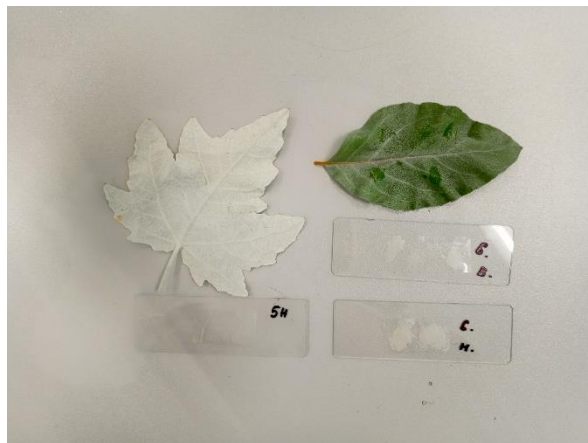


Рис. 6. Предметные стекла с отпечатками эпидермы



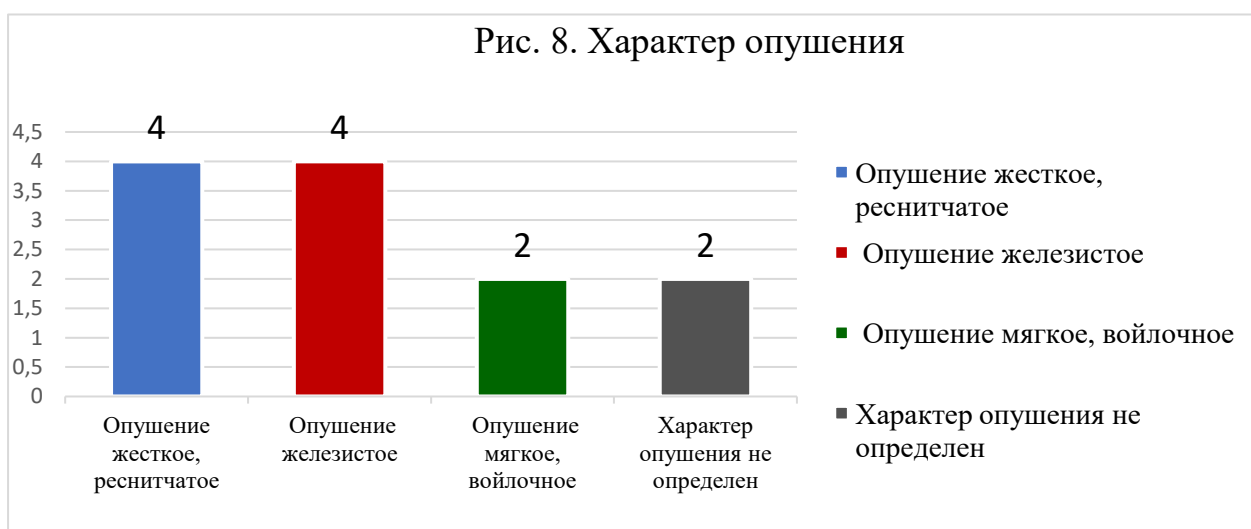
Рис. 7. В процессе исследования

### 3. Результаты исследования

В ходе исследования мы обратили внимание, что опушение листьев сильно отличается (рис. 8). У некоторых растений опушение войлочное (тополь белый, стахис шерстистый), трихомы полностью покрывают лист, делая его серебристым, а значит трихомы состоят из мертвых клеток и защищают от перегрева.

У листьев астильбы, эхинацеи, агератума, ореха опушение очень жесткое, скорее реснитчатое, трихомы сосредоточены на жилках листьев, у крапивы, шалфея, котовника и мяты – опушение железистое.

У лоха серебристого присутствуют чешуйчатые трихомы, а лист на ощупь кажется посыпанным мукой. У герани опушение мягкое, отдельные волоски достаточно длинные. Определить тип опушения у лоха и герани по описанию из учебного пособия (8) мы затруднились.



Используя таблицы Н.А. Анели и рисунки мы разделили изученные трихомы на две группы и 5 видов:

Кроющие трихомы	Железистые трихомы
Простые трихомы – астильба, агератум, герань, орех, эхинацея	Железистые трихомы – котовник, мята, шалфей;
Чешуйчатые – лох;	Жгучие (железистые) - крапива
Нитчатовидные – тополь, стахис.	

Больше всего трихом обнаружили на листьях стахиса и тополя, также много трихом у мяты перечной, лоха и котовника.

Сделанные микрофотографии вошли в фотоальбом (Приложение, Таблица 3, рис.12,13). Наиболее интересными для изучения под микроскопом нам показались трихомы лоха серебристого (рис.9), мяты (рис.10) и крапивы (рис.11).

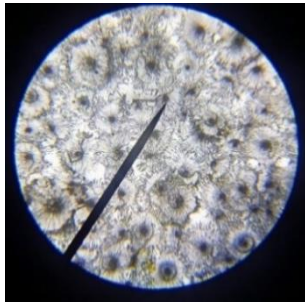


Рис.9

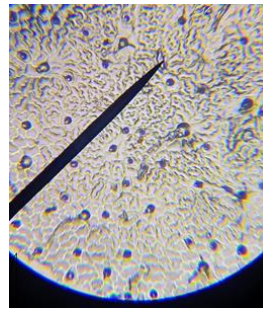


Рис.10

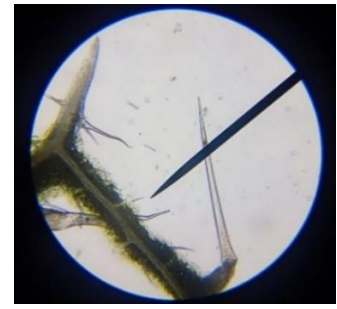


Рис.11

Мы предполагали, что метод отпечатков, который используется для изучения эпидермы, будет также удобен при изучении трихом. Но наша гипотеза не подтвердилась. Лишь у трех объектов мы получили отпечатки, на которых просматривались трихомы – это листья астильбы, ореха и эхинацеи.

При нанесении лака сильно темнели листья герани, котовника, крапивы и мяты. Снять отпечатки не получалось. Поэтому сделали вывод, что трихомы этих растений лучше изучать через тонкие срезы.

У сильно опушенных листьев тополя и стахиса, а также лоха с чешуйчатыми трихомами, мы получили отпечатки, используя канцелярский скотч.

Обобщенные данные исследования представлены в таблице 1. Здесь указано каким способом изучали трихомы, на какой стороне их больше, приводится характеристика опушения и трихом.

Таблица 1

№п/п	Название растения	Верхний эпидермис	Нижний эпидермис	Способ изучения	Характеристика опушения и трихом
1.	Астильба Арендса ( <i>Astilbe arendsii</i> )	+	+	Метод отпечатков	Опушение жесткое, реснитчатое. Трихомы по жилкам листа.
2.	Агератум Хостона ( <i>Ageratum houstonianum</i> )	++	++	срез	Опушение жесткое, реснитчатое. Трихомы многоклеточные, длинные.
3.	Герань луговая ( <i>Geranium pratense</i> )	++	++	срез	Опушение мягкое, тип не определен. Трихомы простые.
4.	Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica</i> )	+	++	срез	Опушение жесткое, железистое. Трихомы жгучие, разного размера.
5.	Котовник Фассена ( <i>Nepeta faassenii</i> )	+++	+++	срез	Опушение мягкое, железистое, трихомы многоклеточные.

6.	Лох серебристый ( <i>Elaeagnus commutata</i> )	+++	+++	скотч	Явного опушения нет, тип не определен. Трихомы чешуйчатые многочисленные.
7.	Мята перечная ( <i>Mentha piperita</i> )	+	+++	Метод отпечатков, срез	Опушение мягкое, железистое. Трихомы разной длины.
8.	Орех маньчжурский ( <i>Juglans mandshurica</i> )	-	+	Метод отпечатков	Явного опушения нет, реснитчатое. Трихомы простые.
9.	Стахис (чистец) шерстистый ( <i>Stachys lanata</i> )	+++	+++	скотч	Опушение мягкое, войлочное.
10.	Тополь белый ( <i>Populus alba</i> )	+	+++	Срез скотч	Опушение мягкое, войлочное. В нитчатых трихомах не различаются отдельные клетки
11.	Шалфей дубравный ( <i>Salvia nemorosa</i> )	+	++	срез	Опушение мягкое, железистое.
12.	Эхинацея пурпурная ( <i>Echinacea purpurea</i> )	+	++	Метод отпечатков	Опушение жесткое, реснитчатое.

## Выводы

1. Для изучения трихом листа необходимо делать тонкие срезы эпидермы. Метод отпечатков с использованием бесцветного лака не подходит для сильно-опушенных листьев, тонких листьев, листьев с железистыми трихомами.
2. В ходе работы были изучены трихомы 12 растений. Кроющие трихомы имеют листья астильбы Арендса, агератума Хоустона, герани луговой, ореха маньчжурского, эхинацеи пурпурной, лоха серебристого, стэхиса шерстистого, тополя белого; железистые трихомы имеют листья котовника Фассена, мяты перечной, шалфея дубравного и крапивы двудомной. Среди трихом изученных растений встречаются простые, чешуйчатые, нитчатovidные, железистые и жгучие
3. По результатам исследования был подготовлен фотоальбом, в который вошли все изученные растения: их изображения и микрофотографии эпидермы листьев.

## Заключение

Благодаря проведенному исследованию я улучшила навыки работы с микроскопом, познакомилась с разнообразием растений Эко-парка нашего Центра, узнала особенности их строения и научилась их определять.

Сегодня многие люди обращаются к сети Интернет за самой разной информацией. Зачастую она является недостоверной, содержит ошибки. Наш фотоальбом содержит достоверную информацию, что очень важно при изучении биологии. Все микрофотографии авторские и сделаны при помощи камеры смартфона Infinix NOTE 30i.

Учитывая полученный опыт, мы планируем расширить список объектов и изучить трихомы комнатных растений, таких как гибискус китайский, сенполия узамбарская, циссус ромболистный, пеларгония зональная.

В ходе работы я поняла, что микрофотографии интереснее, чем схематическое изображение. Хотя, чтобы разбираться в микрофотографиях нужен определенный опыт.

Думаю, что метод отпечатков очень перспективен для изучения эпидермиса, так как доступен даже школьникам, которые не всегда смогут самостоятельно сделать тонкий срез. А еще сделанные отпечатки, можно зафиксировать скотчем на предметном стекле, хранить в лаборатории и даже зимой изучать с помощью микроскопа.

## Список источников информации

1. [https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic\\_biology/5867/%D0%A2%D0%A0%D0%98%D0%A5%D0%9E%D0%9C%D0%AB?ysclid=m2d4slehta190425178](https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_biology/5867/%D0%A2%D0%A0%D0%98%D0%A5%D0%9E%D0%9C%D0%AB?ysclid=m2d4slehta190425178)
2. <https://dzen.ru/a/Zh5Aq-efKF-4sn3L?ysclid=m237pj1rrs30633184>
3. <https://studarium.ru/article/2?ysclid=m2d5kzwu7y788795025>
4. [https://ido.tsu.ru/other\\_res/hischool/botanika/gl5.html?ysclid=m37nuui374531854323](https://ido.tsu.ru/other_res/hischool/botanika/gl5.html?ysclid=m37nuui374531854323)
5. <https://storage.ucomplex.org/files/books/2569/publication.pdf>
6. Атлас по анатомии растений: учеб. пособие для вузов / Бавтуто Г. А., Ерёмин В. М., Жигар М. П.. — Мн.: Ураджай, 2001. — 146 с. — (Учеб. и учеб. пособия для вузов)
7. Атлас эпидермы листа. Н.А. Анели. Тбилиси: «Мецниереба», 1974 \_ 112 с.
8. Демина Г.В., Халиуллина Л.Ю., Прохоренко Н.Б., Кадырова Л.Р. Морфология покрытосеменных растений: учебное пособие / Г.В. Демина, Л.Ю. Халиуллина, Н.Б. Прохоренко, Л.Р. Кадырова, – Казань: Изд-во Бриг, 2021. – 96 с.
9. Практикум по физиологии растений: Метод. Пособие. Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 1994.187с.

## Классификация трихом по Н.А.Анели

Клан	Краткое описание
Шаровидные	Волоски в виде шара. Одноклеточные и многоклеточные
Конусовидные	Волоски оканчиваются тупым или острым концом. Одноклеточные и многоклеточные
Ветвистовидные	Одноклеточные и многоклеточные волоски, разветвленные зигзагообразно или щетиноподобно
Коромысловидные	Двухконцевые волоски гладкие или с шипиками
Нитчатовидные	Одноклеточные и многоклеточные длинные волоски, прямые или извилистые
Розетовидные	Одноклеточные и многоклеточные волоски, в центре может присутствовать группа клеток
Виловидные	Волоски с одноклеточным или многоклеточным основанием. Количество волосков - два
Железистовидные	Одноклеточные и многоклеточные образования, содержащие эфирные масла, алкалоиды и другие
Наростовидные	Образуют слегка приподнятые наросты
Растопыренные	Скученные волоски на коротком или длинном основании
Бугорковидные	На многоклеточных бугровидных образованиях расположены устьица
Бахромовидные	Высокие наросты густо окутаны мелкими волосками
Башневидные	Одноэтажные или многоэтажные колонны, увенчанные крючковыми колпаками
Подушковидные	Округлые или уплощенные образования, одиночные или скученные

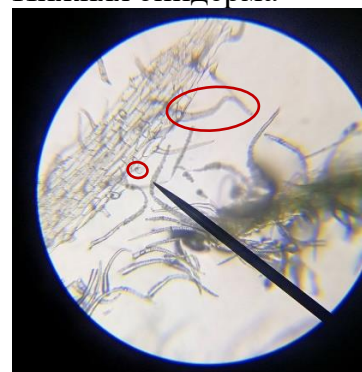
Фотоальбом исследования

Название растения	Изображение растения	Рисунок Эпидермы
Астильба Арендса ( <i>Astilbe arendsii</i> )		
Агератум Хоустона ( <i>Ageratum houstonianum</i> )		
Герань луговая ( <i>Geranium pratense</i> )		
Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica</i> )		

Котовник Фассена  
(*Nepeta faassenii*)



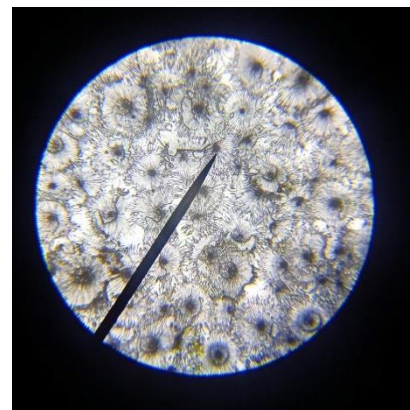
Нижняя эпидерма



Лох серебристый  
(*Elaeagnus commutata*)



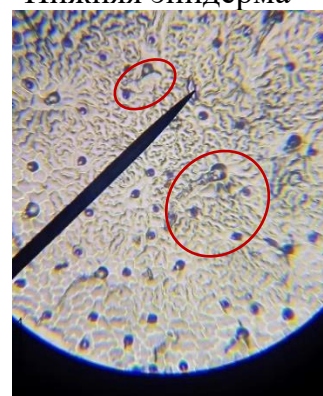
Нижняя эпидерма



Мята перечная  
(*Mentha piperita*)



Нижняя эпидерма



Орех маньчжурский  
(*Juglans mandshurica*)



Верхняя эпидерма



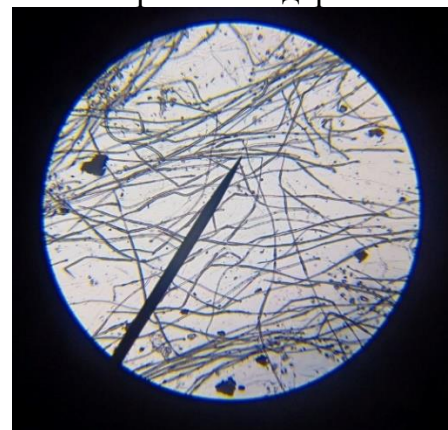
Нижняя эпидерма

Стахис (чистец)  
шерстистый (*Stachys lanata*)



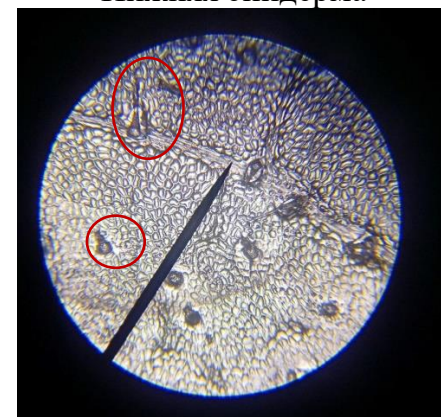
Верхняя эпидерма

Тополь белый  
(*Populus alba*)



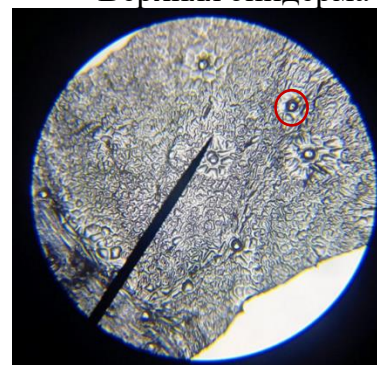
Нижняя эпидерма

Шалфей дубравный  
(*Salvia nemorosa*)



Верхняя эпидерма

Эхинацея пурпурная  
(*Echinacea purpurea*)



Нижняя эпидерма



Рис. 12. Фрагмент фотоальбома



Рис. 13. Автор работы Лемесева Александра с продуктами исследовательской работы