

Министерство образования и науки Алтайского края
Краевое государственное бюджетное учреждение дополнительного
образования «Алтайский краевой детский экологический центр»

Биология

ПРОЕКТ

**«Виртуальный атлас пыльцы растений
территории детского экологического центра»**

(пояснительная записка)

Автор: Яткунайте София,
ученица 9 класса, обучающаяся
КГБУ ДО АКДЭЦ

Руководитель: Ашенбреннер Елена
Сергеевна, педагог
дополнительного образования
КГБУ ДО АКДЭЦ

Барнаул, 2022 г.

Оглавление

Введение.....	3
1. Основная часть	5
1.1 Актуализация проблемы изучения пыльцы растений.....	5
1.2 Этапы проектной работы.....	7
2. Материал и методы исследований	8
3. Практическая часть	9
3.1 Результаты.....	9
Выводы	13
Список литературы	15

Введение

Исследование пыльцы растений тесно связано с развитием световой микроскопии. Палинологические исследования дают фактический материал, помогающий решать вопросы систематики, филогении, селекции растений. Данные актуальны для решения практических задач в географии, медицине, экологии, сельском хозяйстве, криминалистике. Спорово-пыльцевой анализ применяют преимущественно в геологии, археологии. Знания о пыльце необходимы специалистам для реконструкции растительности и климатических условий прошлых лет.

Палиноморфологические исследования могут проводиться на разных технических уровнях: при помощи светового микроскопа, сканирующего электронного микроскопа и трансмиссионного микроскопа. Использование современного оборудования позволяет ученым обнаруживать новые признаки ультраструктуры пыльцы, вводить новую терминологию. Подобные исследования специфичны, требуют особых навыков. Более распространенными и широко применяемыми являются палинологические методы, осуществляемые в исследовательских или учебных лабораториях при помощи светового микроскопа. Тем не менее, пыльца и споры современных растений до сих пор не изучены достаточной степени. Поэтому, для видовой идентификации пыльцы растений важно наличие современных исследовательских данных и их доступность.

Цель проекта – замысел – создание коллекции эталонных микропрепаратов и виртуального атласа «Атлас пыльцы растений».

Задачи:

- провести фотографирование растений;
- провести микросъемку пыльцевых зерен;
- определить морфологические и морфометрические показатели пыльцы;
- оформить коллекцию микропрепаратов;
- создать веб-сайт проекта.

Объект – растения территории детской образовательной организации.

Предмет – пыльца растений.

Материал и методы. Проект выполнен в 2021-2022 годах в весенне-осенний период. Материал – пыльца растений территории детского экологического центра (КГБУ ДО АКДЭЦ, г. Барнаул). Используются классические биологические методы: наблюдение, описание, сравнение, классификация, метод приготовления постоянного микропрепарата, микроскопирование, морфометрия.

Новизна. Полученные палиноморфологические и палиноморфометрические данные пыльцы растений обобщены и представлены информационно-иллюстративным виртуальным пособием с режимом свободного доступа.

Практическая значимость. Виртуальный атлас «Атлас пыльцы растений» информативен для широкого круга пользователей с ознакомительной, образовательной, научно-исследовательской целью.

1. Основная часть

1.1 Актуализация проблемы изучения пыльцы растений

Изучение формы, строения, развития спор и пыльцевых зерен, преимущественно оболочек, которые имеют определенные морфологические признаки, используемые для определения пыльцы и спор при спорово-пыльцевом анализе, является основной задачей палинологической науки.

Спорово-пыльцевой анализ находит сегодня очень широкое применение в связи с тем, производство спор и пыльцевых зерен растениями велико. Пыльца подобно аэрозоли рассеивается по всей земной поверхности, формирует специфичный для каждой зоны осадок. Это дает возможность извлекать из осадков образцы, содержащие споры или пыльцу хорошо сохранившие свои морфологические признаки, с целью диагностики [1].

Возможности палинологического изучения разных этапов геологической эволюции нашей планеты достаточно велики и определенно не исчерпаны. Палинологический материал весьма значим для оценки качества окружающей среды современной и прошлых эпох, а также прогнозирования ряда будущих природных явлений и вероятных изменений окружающей среды [3, 7].

Спорово-пыльцевой анализ современной пыльцы и спор необходим для мониторинга состояния окружающей среды, для отслеживания изменений продуктивности растительности, варибельности флористического состава природных территорий, учета появления новых видов, ранее нехарактерных для этой местности, и исчезновения старых. Результаты подобных исследований используются в медицине – аллергологии и мелиссопалинологии. Полученные данные позволяют отслеживать тенденции в изменении климатических условий, применяются в реконструкции климата прошлого, а так же показывают степень антропогенного воздействия на окружающую среду.

Палинологический – спорово-пыльцевой – анализ в геологических исследованиях является традиционным. Почвы, залегающие под археологическими памятниками, важный объект изучения многих вопросов палеоэкологами и палеогеографами. Почвы – это своеобразные архивы, в которых, наряду со всей информацией, сохраняются остатки существовавшей биоты, включая споры и пыльцу. Во всех геологических слоях, в почвах пыльцу и споры обнаруживают повсеместно. Они являются надежным маркером прошлого, так как способны длительное время сохраняться в различных условиях.

Интересно, что пыльца может «рассказать» не только об изменениях растительности, климатических особенностях прошлого, но и о влиянии древнего населения на окружающую среду.

В археологии исследование любого археологического памятника обязательно сопровождается спорово-пыльцевым анализом [5].

В судебной практике, чаще при расследовании дел, связанных с наркотическими средствами, прибегают к судебно-ботанической экспертизе. В связи с тем, что объекты растительного происхождения представляют собой преимущественно сильно измельченные части растений, информативным оказывается палинологический анализ. В криминалистике ценную информацию при расследовании преступлений можно получить, изучив пыльцу или споры, которые собраны с поверхности объектов. Иногда, такие результаты оказываются решающими в установлении принадлежности ряда объектов к источнику происхождения [4].

По характерным морфологическим признакам (размеру, скульптуре и др.) ученые могут определять репродуктивный потенциал растений. Пыльцевой анализ при проведении селекционных работ помогает получить продуктивное потомство, так как любые изменения пыльцевых зерен – части растений – сказываются на способности воспроизводства и репродуктивных качествах растения [8].

1.2 Этапы проектной работы

Этапы выполнения проекта определены спецификой работы (табл. 1).

Таблица 1 – Этапы проекта

Этап	Срок реализации	Описание деятельности
Подготовительный	Март, 2021 г.	Поиск проблемной сферы; выбор темы проекта
Поисковый	Апрель, 2021 г.	Конкретизация тематического поля проекта; определение цели и задач
Аналитический	Май, 2021 г.	Сбор информации; определение методики работы; пошаговое планирование деятельности
Практический	Июнь 2021 г. – август 2022 г.	Выполнение запланированных действий: сбор материала, обработка; оформление результатов
Презентационный	Октябрь, 2022 г.	Защита проекта

2. Материал и методы исследований

Проект выполнялся в 2021-2022 годах в весенне-осенний период. Материал – цветки растений, произрастающие на территории детского экологического центра (Алтайский край, город Барнаул, ул. Парковая, д. 7, <https://akdec.ru/>). Площадь территории центра составляет 3,3 га. Учебно-опытный участок включает отделы: цветочно-декоративный, овощной, дендрарий, плодово-ягодный сад, ботанический, производственный, коллекционный (полевых и лекарственных растений).

Эталонные постоянные микропрепараты изготавливали путем заливки пыльцы синтетической монтирующей средой. Систематическое положение растений определяли по справочникам-определителям [И. М. Красноборов, 2003 и др.]. Препараты сопровождали этикетками и оформляли в коллекцию.

Растения фотографировали при помощи камеры смартфона Redmi 7A. Микрофотографии получены при помощи биологического тринокулярного микроскопа Микромед-3 вар.3-20 с видеоокуляром TourCam 5,1 MP.

Измерения пыльцы проводили при помощи морфометрической программы ScorePhoto. Определяли следующие показатели: на увеличении x400 - вид пыльцевого зерна, полярность, форма, категория размера, характер апертуры; на увеличении x1000 – скульптура, в некоторых случаях – вид и характер апертуры [2]. Размер пыльцы определяли, как среднее значение между максимальным и минимальным диаметром зерна или между двумя диаметрами (в случае округлой формы). Категория размера определялась в зависимости от максимального значения диаметра зерна (Erdtman G., 1943).

Использованы классические биологические методы: наблюдение, описание, сравнение, классификация, метод приготовления постоянного микропрепарата, микроскопирование с морфометрией.

Виртуальный атлас оформлен на платформе для создания веб-сайтов от Google - Google Sites.

3. Практическая часть

3.1 Результаты

Результатом проектной работы стали:

- коллекция эталонных микропрепаратов;
- виртуальный атлас «Атлас пыльцы растений» (рис. 1).



Рис. 1 Сайт проекта «Атлас пыльцы растений»

Микропрепараты являются препаратами постоянного типа (длительного хранения) и могут быть использованы при необходимости в работе. Виртуальный атлас представлен 141-м видом растений из 46-ти семейств (табл. 2).

Таблица 2 – Распределение видов растений по семействам

№ п/п	Семейство	Видов в семействе
1	Адоксовые (<i>Adoxaceae</i>)	2
2	Амариллисовые (<i>Amaryllidaceae</i>)	5
3	Ароидные (<i>Araceae</i>)	1
4	Астровые (<i>Asteraceae</i>)	13
5	Бальзаминовые (<i>Balsaminaceae</i>)	1
6	Барбарисовые (<i>Berberidaceae</i>)	1
7	Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	10
8	Буковые (<i>Fagaceae</i>)	1
9	Бурачниковые (<i>Boraginaceae</i>)	1
10	Вербеновые (<i>Verbenaceae</i>)	1

№ п/п	Семейство	Видов в семействе
11	Вересковые (<i>Ericaceae</i>)	1
12	Вьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>)	1
13	Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i>)	3
14	Гераниевые (<i>Geraniaceae</i>)	2
15	Гортензиевые (<i>Hydrangeaceae</i>)	2
16	Гречишные (<i>Polygonaceae</i>)	1
17	Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>)	1
18	Зверобойные (<i>Hypericaceae</i>)	1
19	Зонтичные (<i>Apiaceae</i>)	2
20	Ирисовые (<i>Iridaceae</i>)	3
21	Камнеломковые (<i>Saxifragaceae</i>)	4
22	Канновые (<i>Cannaceae</i>)	1
23	Кипрейные (<i>Onagraceae</i>)	3
24	Колокольчиковые (<i>Campanulaceae</i>)	1
25	Крестоцветные (<i>Cruciferae</i>)	5
26	Лилейные (<i>Liliaceae</i>)	1
27	Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i>)	7
28	Маковые (<i>Asteraceae</i>)	2
29	Мальвовые (<i>Malvaceae</i>)	5
30	Мареновые (<i>Rubiaceae</i>)	1
31	Маслиновые (<i>Oleaceae</i>)	3
32	Молочайные (<i>Euphorbiaceae</i>)	4
33	Настурциевые (<i>Tropaeolaceae</i>)	1
34	Паслёновые (<i>Solanaceae</i>)	3
35	Пионовые (<i>Paeoniaceae</i>)	1
36	Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i>)	4
37	Примуловые (<i>Primulaceae</i>)	1
38	Розовые (<i>Rosaceae</i>)	19
39	Сапидовые (<i>Sapindaceae</i>)	1
40	Синюховые (<i>Polemonaceae</i>)	2
41	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)	1
42	Спаржевые (<i>Asparagaceae</i>)	5
43	Тамарисковые (<i>Tamaricaceae</i>)	1
44	Тыквенные (<i>Cucurbitaceae</i>)	3
45	Фиалковые (<i>Violaceae</i>)	1
46	Яснотковые (<i>Lamiaceae</i>)	8

Наиболее многочисленными в видовом отношении семейства: Розовые (*Rosaceae*) – 13,5 %, Астровые (*Asteraceae*) – 9,2 %, Бобовые (*Fabaceae*) – 7,1 % видов.

Для каждого семейства характерны отличительные признаки пыльцевых зерен. Так, пыльца растений семейства Астровые (*Asteraceae*) отличается преимущественно шиповатой скульптурой и сфероидальной формой зерен. Пыльца растений семейства Амариллисовые (*Amaryllidaceae*) преимущественно зернистой скульптуры и удлинненно-эллипсоидальной формы. В семействе Бобовые (*Fabaceae*) форма пыльцы растений варьирует, а поверхность зерен зернистая.

В собранной коллекции растений преобладает пыльца средней категории размера – 57,4 % (рис. 2).

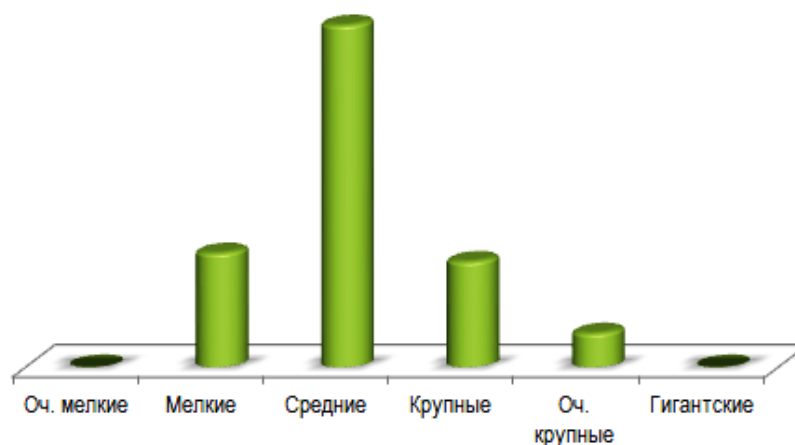


Рис. 2 Распределение пыльцы по категориям размеров

В равных долях встречается мелкая (19,1 %) и крупная (17,7 %) пыльца. Отмечено, что в каждом семействе встречается категория размера, которая преобладает. В частности, в семействах Крестоцветные (*Cruciferae*) и Лютиковые (*Ranunculaceae*) преобладает пыльца средних размеров, а мелкая встречается в единичных случаях. Пыльца растений семейства Спаржевые (*Asparagaceae*) так же преимущественно среднего размера, но при этом, несколько видов имеют зерна крупной категории размера.

В большей степени пыльцевые зерна имеют зернистую скульптуру (58,2 %). Шиповатая и сетчатая скульптура встречается в 15,6 % и 12,8 % случаев, соответственно (рис. 3).

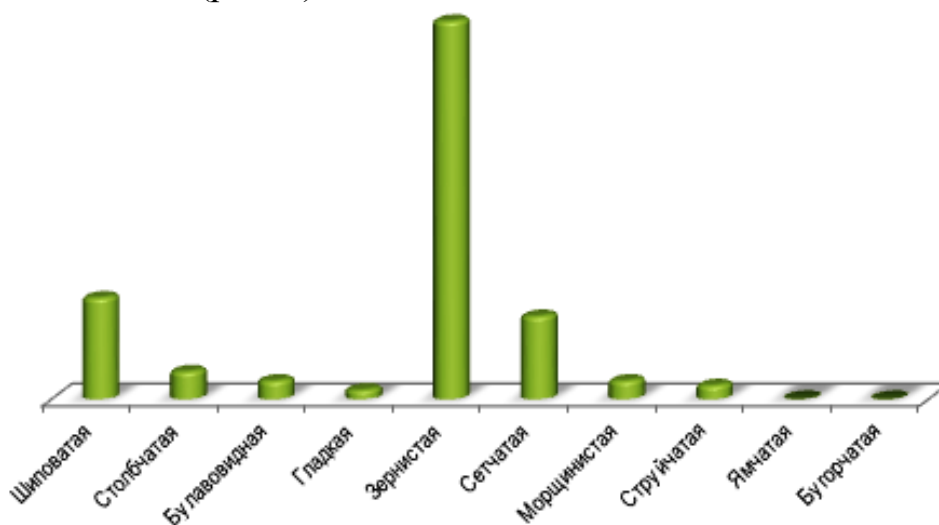


Рис. 3 Распределение пылицы по признакам скульптуры

Выявлено, что даже в пределах одного рода растений скульптура пыльцевых зерен может варьировать. Род Молочай (*Euphorbia*) включает виды растений с сетчатой, шиповатой и морщинистой скульптурой пыльцы. Виды Шалфей мускатный (*Salvia sclarea*) и Шалфей лекарственный (*Salvia officinālis*), относящиеся к роду *Salvia*, имеют сетчатую и зернистую скульптуру пыльцы, соответственно.

Среди всех категорий форм пыльцевых зерен встречаются только три (рис. 4).

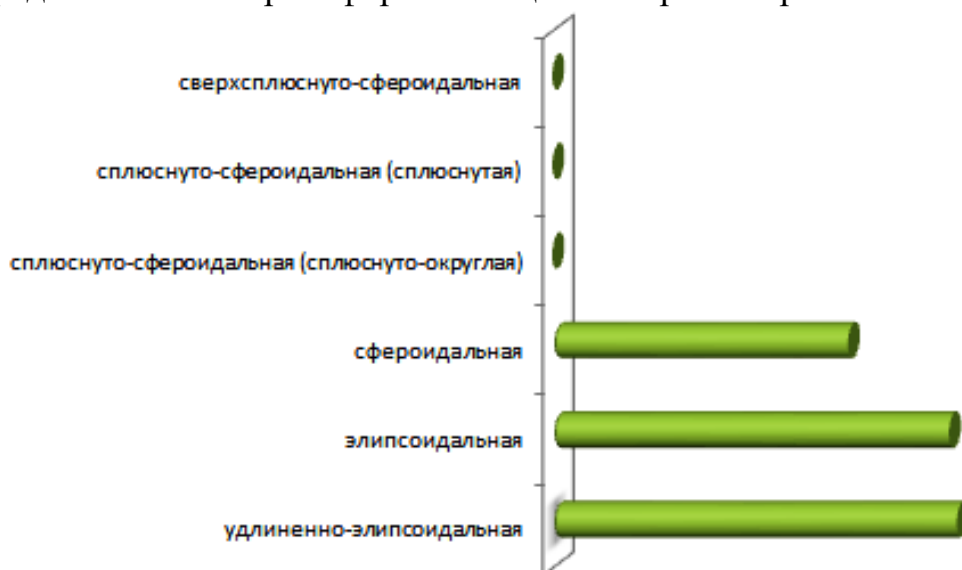


Рис. 4 Распределение пыльцевых зерен по форме

В равной степени встречаются эллипсоидальные (36,2 %) и удлинённо-эллипсоидальные (36,9 %) пыльцевые зерна. Для семейств так же характерно преобладание той или иной формы зерен. В семействе Яснотковые (*Lamiaceae*) преобладает эллипсоидальная форма, а сфероидальная встречается в единичном случае. В семействе Тыквенные (*Cucurbitaceae*) преобладает сфероидальная форма, а эллипсоидальная встречается редко. Удлинённо-эллипсоидальная форма пыльцы характерна для растений семейства Розовые (*Rosaceae*). Эллипсоидальная и сферическая форма встречается в единичных случаях.

Таким образом, пыльца представленных растений преимущественно средней категории размера, чаще имеет зернистый рельеф и в равной степени эллипсоидальной или удлинённо-эллипсоидальной формы. В пределах каждого семейства растений пыльцевые зерна имеют преобладающие отличительные морфологические признаки.

Результат проекта

1. Оформлено более 400 фотографий растений, из которых 157 выпущены в свободный доступ.

2. Оформлено более 1000 микрофотографий, из которых свыше 600 выпущены в свободный доступ.

3. Для всех видов пыльцы дана морфологическая характеристика.

4. Коллекция микропрепаратов включает 141 вид растений из 46 семейств.

5. Создан веб-сайт проекта

<https://sites.google.com/view/elenaashenbr/главная-страница>

Список литературы

1. Бурмистров, А. Н. Медоносные растения и их пыльца / А. Н. Бурмистров, В. А. Никитина. – Текст : электронный. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 192 с. – URL: https://myrchel.ru/wp-content/uploads/2020/05/burmistrov_nikitina_-_medonosnye_rastenia_i_ikh_pyltsa_site_myrchel_ru.pdf (дата обращения : 19.08.2022).
2. Григорьева, В. В. Морфология пыльцы : Учебно-методическое пособие / В. В. Григорьева, Д. А. Брицкий, О. А. Гаврилова, А. Н. Иванова. – СПб : Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 39 с. – Текст : непосредственный.
3. Дзюба, О. Ф. Изучение пыльцы из поверхностных проб для оценки качества окружающей среды / О. Ф. Дзюба. – Текст : электронный // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2006. – № 1. – С. 1-18. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-pyltsy-iz-poverhnostnyh-prob-dlya-otsenki-kachestva-okruzhayuschey-sredy/viewer> (дата обращения : 19.08.2022).
4. Рылова, Т. Б. О возможности использования спорово-пыльцевого анализа в экспертных исследованиях объектов растительного происхождения / Т. Б. Рылова. – Текст : электронный // Вестник археологии, антропологии и этнографии. – 2016. – № 2 (40). – С. 121-126. – URL: [http://sudexpertiza.by/assets/files/2\(40\)/121-126.pdf](http://sudexpertiza.by/assets/files/2(40)/121-126.pdf) (дата обращения : 20.08.2022).
5. Рябогина, Н. Е. Палинологические и палеопочвенные исследования на археологических памятниках: анализ возможностей и методика работ / Н. Е. Рябогина, А. С. Якимов. – Текст : электронный // Вестник археологии, антропологии и этнографии. – 2010. – № 2 (13). – С. 186-200. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/palinologicheskie-i-paleopochvennye-issledovaniya-na-arheologicheskikh-pamyatnikah-analiz-vozmozhnostey-i-metodika-rabot/viewer> (дата обращения : 20.08.2022).

6. Савельева, Л. А. Атлас фотографий растений и пыльцы дельты реки Лены / Л. А. Савельева, Е. А. Рашке, Д. В. Титова. – Текст : электронный. – СПб., 2013. – 114 с. – URL: <http://relief.spbu.ru/Publ/LenaDeltaSPbSU.pdf> (дата обращения : 19.08.2022).

7. Сафарова, С. А. Спорово-пыльцевой анализ: применение / С. А. Сафарова. – Текст : электронный // Природа. – 2014. – № 10. – С. 47-51. – URL:

https://popovgeo.sfedu.ru/sites/default/files/library/%D0%A1%D0%B0%D1%84%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE-

[%D0%BF%D1%8B%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7.pdf](https://popovgeo.sfedu.ru/sites/default/files/library/%D0%A1%D0%B0%D1%84%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D1%8B%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9%20%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7.pdf)

(дата обращения : 18.08.2022).

8. Цаценко, Л. В. Пыльцевой анализ в селекции растений / Л. В. Цаценко, А. С. Синельникова. – Текст : электронный // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 77 (03). – С. 1-11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pyltsevoy-analiz-v-selektsii-rasteniy/viewer> (дата обращения : 19.08.2022).