

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

для научно-исследовательской

работы школьников 10-11

классов по теме:

«Изучение морфо-анатомических

механизмов адаптации

растений»

УЧЕНИКА (ЦЫ)

КЛАСС _____ - _____

Казанский федеральный университет

С. А. Дубровная, С. А. Ионова, Д. А. Багуманов

Рабочая тетрадь для научно-исследовательской работы школьников 10-11 классов по теме: «Изучение морфо-анатомических механизмов адаптации растений»

Казань 2025

Рецензенты:

Заведующая кафедрой психологии и социальной педагогики
Чувашского государственного педагогического университета им. И.
Я. Яковлева **И.П. Иванова**.

Учитель высшей квалификационной категории **О.П. Рузинова**

Дубровная С. А.

Рабочая тетрадь для научно-исследовательской работы школьников
10-11 классов по теме: «Изучение морфо-анатомических
механизмов адаптации растений»: Рабочая тетрадь / Дубровная С.А.,
Ионова С.А., Багуманов Д. А. – Казань. Изд-во, «Бриг», 2025 – 60 с.

Рабочая тетрадь для научно-исследовательской работы
школьников 10-11 классов по теме: «Изучение морфо-
анатомических механизмов адаптации растений» представляет
собой необходимый инструмент для оптимизации НИР. Задания и
вопросы помогут школьникам общеобразовательных школ
Российской Федерации проверить свои исследовательские
компетенции, познакомиться со структурой научной работы.
Полученные знания и навыки способствуют развитию критического
мышления, построению причинно-следственных связей в курсе
биологии.

Данное учебное пособие рекомендовано для школьников, студентов,
учителей общеобразовательных организаций.

Технический редактор О.И. Волков

Введение

Научно-исследовательская работа (далее НИР) – это процесс систематического исследования определённой проблемы или вопроса с использованием научных методов. НИР направлена на получение новых знаний, проверку существующих теорий или поиск путей решения практических задач.

Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть представлены на конференциях разного уровня, оформлены в виде статьи.

Как пользоваться тетрадью

Данная тетрадь состоит из двух частей:

- Теоретическая;
- Практическая.

В теоретической части дана краткая теория по тематике НИР, которая будет в последующем реализована.

В практической части даны последовательные **этапы** работы с **пояснениями** для правильного выполнения. После каждого объяснения отведены специальные места для заполнения.

К этапам, с которыми могут возникнуть трудности, будут также даны **подсказки**:

Подсказки будут выделены в специальные рамочки, как эта



Определенные моменты, на которые вы должны обратить внимание будут помечены этим знаком

Перед началом любой исследовательской работы необходимо ознакомиться с рядом правил:

Техника безопасности на природе:

1. Надевать плотную походную одежду;
2. Во время сбора не прикасаться руками к лицу (особенно к носу, рту и глазам) и открытым участкам кожи;
3. После сбора тщательно стряхнуть с одежды остатки растений и вымыть руки;
4. Собирать только знакомые растения;
5. Не собирать вдоль дорог, около промышленных предприятий, свалок, полей, на которых используются химические удобрения

С техникой безопасности ознакомлен и обязываюсь выполнять	_____ (подпись)
---	--------------------

Техника безопасности при работе в лаборатории:

1. Работа выполняется только в присутствии преподавателя;
2. Не трогать приборы, не относящиеся к выполняемой работе;
3. Изучить правила использования оборудования и ознакомиться с инструктажем, проводимым руководителем;
4. Соблюдать правила личной гигиены и эпидемиологические нормы при выполнении работы

С техникой безопасности ознакомлен и обязываюсь выполнять	_____ (подпись)
---	--------------------



Полная техника безопасности представлена в Приложении 1.

Теория. Для выживания в условиях изменяющихся условий различные растения выработали ряд приспособлений или адаптаций.

Адаптация растений – совокупность морфологических, анатомических, физиологических и поведенческих особенностей, позволяющих организмам выживать и размножаться в определённых условиях окружающей среды.

Морфо-анатомические адаптации – изменения в строении организма, которые помогают растениям приспосабливаться к условиям окружающей среды. Накопление вторичных метаболитов относят к морфофизиологическим адаптациям, что в свою очередь также влияет на анатомические адаптации.

Эфирные масла – летучие жидкие смеси органических веществ, вырабатываемые растениями и обуславливающие их запах. Эфирные масла представляют собой сложные многокомпонентные смеси биологически активных веществ, объединённых в общую группу по физическим признакам – летучести и маслообразной консистенции.

В настоящее время известно около 3 000 эфирномасличных растений, из них активно используются в медицинской и хозяйственной практике около 130. Содержание эфирного масла в растениях колеблется от сотых долей процента до 5 %, а в некоторых видах (бутонах гвоздичного дерева) до 20 %.

Роль эфирных масел:

- защита растений от болезней и вредителей (обладают антисептическим действием);
- защита подземных органов от насекомых и грызунов;

- в коре и древесине оказывают ранозаживляющее действие при повреждениях, действуя как антисептик;
- способствуют опылению – запах цветков служит для привлечения насекомых;
- осуществляют терморегуляцию, являются активными участниками обменных процессов;
- испаряясь, эфирные масла предохраняют растения от перегрева.

Секреторные (эксекреторные) ткани – структурные образования, способные активно выделять продукты метаболизма и капельную жидкость-воду из растений или выделять их в тканях.

Секреторные ткани	
Ткани внутренней секреции	Ткани внешней секреции
1. Секреторные вместилища	1. Желёзки
2. Схизогенные	2. Железистые волоски
3. Лизигенные	3. Гидатоды
4. Схизолизигенные	4. Нектарники
5. Млечники (млечные трубки)	

Желёзки отличаются от волосков отсутствием ножки или очень короткой ножкой и всегда многоклеточной головкой (Рис. 1, 2)

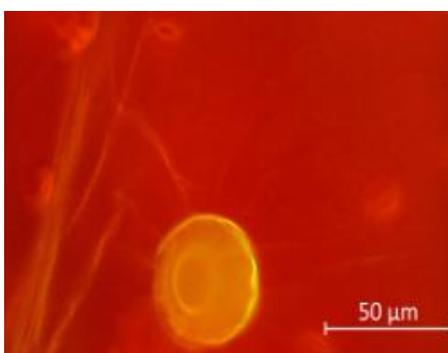


Рис. 1. Микроскопическое изображение пентантной железки душицы обыкновенной



Рис. 2. Микроскопическое изображение трихомы

Более подробно с информацией можно ознакомиться здесь:



Тема научно-исследовательской работы

Тема должна отражать **проблему, которая будет изучаться.**

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) встречается в республике Татарстан повсеместно. При этом районы республики отличаются почвенно-климатическими условиями, которые определяют разные адаптации растений к этим условиям.

Для формулировки темы изучите особенности природы республики Татарстан (почвенная карта, климатическая карта) и составьте характеристику республики, заполнив таблицу (Приложение 2)

Например: «Влияние почвенно-климатических условий на адаптации растения»

Тема: _____

Актуальность

Актуальность необходима для обоснования важности изучения выбранной проблемы. Актуальность должна убедить учащихся, что ваше исследование – это значимая работа, которая принесет пользу.

Актуальность может строиться исходя из:

- Значимости лекарственных растений;
- Адаптации растений к окружающей среде;
- Региональных особенностях;
- Количественных показателей качества сырья.

Опорные вопросы:

1. Почему изучение лекарственных растений важно в наши дни? (Например: интерес к натуральным средствам, побочные эффекты синтетических лекарств, сохранение биоразнообразия);
2. Чем душица обыкновенная интересна как лекарственное растение?

3. Почему важно изучать адаптацию растений к окружающей среде?
4. Почему важно изучать растения из разных регионов? (Например: региональные особенности, влияние климата и почвы, выявление перспективных популяций).
5. Какие практические выводы можно сделать из вашей работы? (Например, получение качественного сырья).
6. Какие теоретические выводы можно сделать из вашей работы?
7. Какое место занимает ваша работа в ряду других исследований по этой теме? (Нужно посмотреть, что уже сделано, и что нового привносит ваше исследование.)

Мои заметки....

Объект исследования



Рис. 3. Внешний вид *Origanum vulgare*

Объект: _____

Семейство	
Род	
Вид	
Жизненная форма	

Зарисовать схематично жизненную форму изучаемого объекта

Предмет исследования

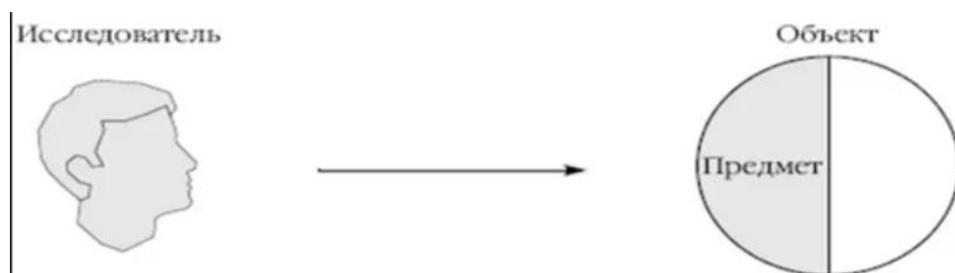
Предмет представляет собой определенные части объекта, его свойства или качества.

Исследования показывают, что повышение количества эфирных масел в растениях свидетельствует об их приспособлении к условиям окружающей среды. Эти масла накапливаются в специальных клетках, называемых железками.

Вопрос: что будет являться показателем накопления эфирного масла?

Предмет: _____

Объект всегда шире, чем предмет. При НИР рассматривается определенная часть объекта или его характеристика. Т.е. в разных работах может быть один и тот же объект, но разные предметы



Цель

Через определение цели работы должны отражаться ожидаемые результаты (каким будет решение проблемы или какое новое знание мы сможем получить)

Цель: _____

■ При формулировке цели не стоит использовать глаголы. Лучше использовать существительные: «создание», «оформление», «разработка» и т.д.

Опорные вопросы для определения цели:

1. Что мы хотим узнать о душице обыкновенной в Татарстане?
2. Как этот признак может быть связан с адаптацией? (Влияет ли количество железок на устойчивость растения к различным условиям?)
3. В каких регионах мы будем собирать сырье? (Конкретные районы Татарстана с различными условиями)
4. Какое влияние (факторы среды) мы рассматриваем, как влияющие на рост и развитие душицы?

Гипотеза – это предположение исследователя о возможном пути решения поставленной проблемы, который подлежит последующей проверке.



Гипотеза должна быть проверяемой, конкретной и отражать связь между изучаемыми переменными

Как сформулировать гипотезу?

Шаг 1: определите зависимую и независимую переменные.

Независимая переменная – это то, что мы изменяем или рассматриваем как фактор, влияющий на что-то другое. (Разные регионы - разные экологические условия: освещенность, увлажнение, температура и т.д.). Зависимая переменная – это то, что мы измеряем, чтобы увидеть, как на нее влияет независимая переменная (количество железок на листьях душицы обыкновенной).

Шаг 2: Сформулируйте предположение о связи между переменными.

Подумайте: как разные условия в регионах Татарстана могут повлиять на число железок на листьях душицы?

Опорные вопросы:

1. Какие основные экологические различия между регионами Татарстана могут повлиять на растения душицы?
2. Какую функцию выполняют железки на листьях душицы? Как эти функции могут быть связаны с адаптацией к различным условиям окружающей среды?
3. Могут ли растения душицы, произрастающие в более засушливых или солнечных районах, иметь больше железок на листьях, чем растения, произрастающие во влажных и тенистых районах? Почему?

Работа с материалом



Перед работой необходимо ознакомиться с соответствующей техникой безопасности, представленной в начале рабочей тетради

В природе с каждого места обитания отбираются случайным образом не менее 20 растений средневозрастного онтогенетического состояния.

Более подробную информацию об онтогенезе Душицы см. «Онтогенетический атлас лекарственных растений»:



После изучения теоретической части вопроса, определении целей и задач следует приступить к сбору материала для экспериментальной части работы.

Сбор материала:

Для выкапывания растений используется специальная копалка. Обычно это небольшой узкий и острый совок. Не следует использовать для выкапывания растений нож: его лезвие легко сломать, оно быстро тупится, кроме того, им можно порезаться.

Лист бумаги, в который собирают или кладут растение для временного хранения, называется рубашкой. В простейшем случае это сложенные вдвое листы непроклеенной бумаги или газеты. газетной или тонкой оберточной бумаги.

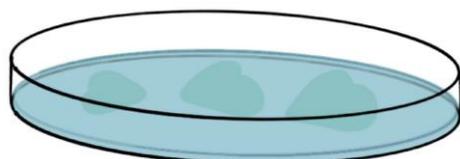
Нельзя использовать негигроскопичные сильно проклеенные сорта бумаги, в которых в жару растения могут запариться еще папке. Для жестких и колючих растений целесообразно заготовить специальные рубашки из тонкого картона. В этом случае соседние растения в папке не повредятся или повредятся незначительно.

Подготовка материала

Для микроскопического изучения отобранный растительный материал необходимо **предварительно просветлить**:

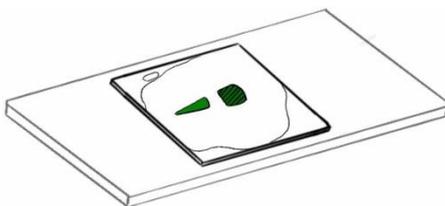
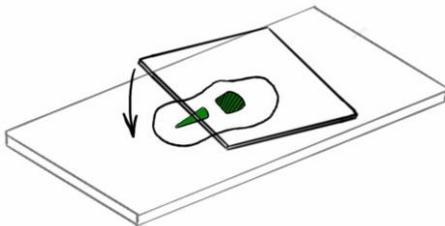
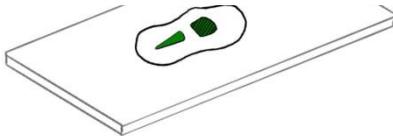
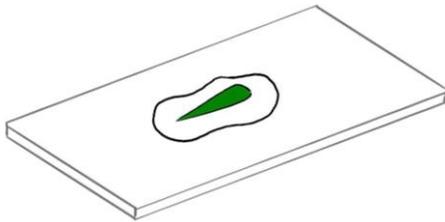
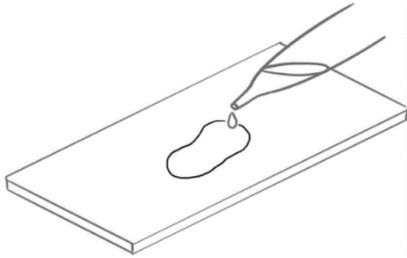
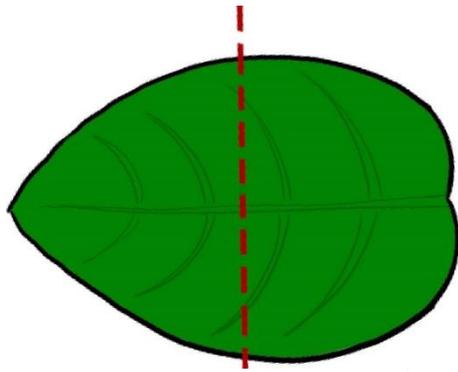
Возьмите листья верхней части побега;

1. Для сохранения целостности объекта обучения поместить от 3 до 5 листочков в колбу или пробирку, залить 5%-раствором гидроксида натрия (NaOH) так, чтобы листья были полностью погружены в раствор.



Если вы поместите больше 5 листочков, то при обработке они деформируются.

2. Поместить пробирку в водяную баню и, после того, как вода в водяной бане закипит, пробирку с образцами извлечь.
3. Осторожно слить жидкость из пробирки;
4. Листочки аккуратно расправьте в чашке Петри, в которую предварительно налита дистиллированная вода на дне (1-2 мм)



5. Скальпелем отделите часть листа, как показано на рисунке

Далее для **приготовления микропрепарата:**

1. Просветленный растительный объект поместите на предметное стекло в каплю раствора- 33% раствор глицерина;

Последовательность работы указана на рисунках

2. Разделить части скальпелем или препаровальными иглами на две части, одну из них перевернуть;

3. Расправить кусочки листа от складок и загибов;

4. Накрыть объект покровным стеклом

Каждый препарат рассматривать **сначала при малом увеличении** для общей ориентировки, а для детального анализа – при **большом увеличении**.

Вычисления

Чтобы рассчитать увеличение микроскопа, нужно перемножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

Информация об увеличениях обычно указана на корпусах объектива и окуляра. Увеличение обозначается в виде цифры и знака умножения (\times), например, $5\times$, $10\times$, $100\times$

Например, если на окуляре стоит цифра 8, а на объективе — 20, то кратность увеличения будет составлять $8 \times 20 = 160$.

Плотность железистых структур определяется как количество железистых образований на единицу площади растения. Корреляционный анализ выявляет взаимосвязь между количеством желез и уровнем эфирного масла в растении.

Для нахождения коэффициента корреляции можно воспользоваться **специализированными программами:**



Оформление результатов

В связи с небольшим объёмом выборки, в работе использовались непараметрические методы анализа.

Для описания данных применялись:

Mediana – среднее значение набора чисел.

Min-max – минимальное и максимальное значение

Lower-Upper Quatile – Интерквартильный размах (Lower–Upper quartile)

Для сравнения между группами использовали (**P**) **U-критерий**

Манна–Уитни – надёжный метод при малом объёме данных и отсутствии нормального распределения.

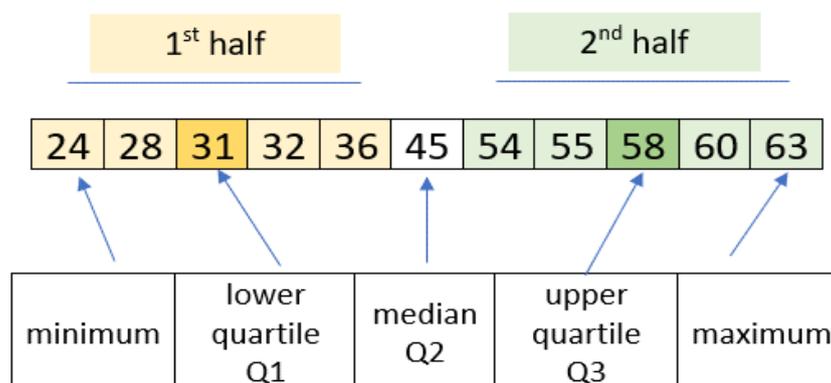


Таблица 1. Морфо-анатомические показатели растений

Показатели	Mediana	Min-мах	Lower- Upper Quatile	P
Число железок				
Листья верхней части растения				
Листья нижней части растения				

Таблица 2. _____

Показатели	Mediana	Min-мах	Lower- Upper Quatile	P
Число трихом				

Выводы

По каждой задаче формулируется вывод.

Выводы должны содержать конкретные данные, полученные в ходе исследования.

В выводах необходимо отразить практическую значимость работы.

Работа №2

Теория.

Для выживания в различных экологических условиях растения вырабатывают не только морфологические и анатомические приспособления, но и физиологические механизмы адаптации. Один из таких механизмов – регуляция содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов), которые участвуют в процессах фотосинтеза.

 Фотосинтетические пигменты – это вещества, поглощающие свет и обеспечивающие превращение световой энергии в химическую. Основные пигменты у высших растений:

- Хлорофилл а – основной пигмент, без которого фотосинтез невозможен.
- Хлорофилл b – вспомогательный пигмент, расширяет спектр поглощаемого света.
- Каротиноиды – защищают клетки от избыточного света (фотозащита), участвуют в светоэнергетических процессах.

Изменения в содержании этих пигментов позволяют растению:

- адаптироваться к различной освещённости;
- компенсировать стресс (жара, засуха);
- регулировать эффективность фотосинтеза в разных условиях.

Оценить, насколько хорошо чувствует себя растение в конкретной среде, можно через понятие **виталитета** – жизнеспособности. Под виталитетом понимают общее состояние

особи: её размеры, развитие, устойчивость, способность к росту и размножению.

Некоторые внешние и внутренние признаки (например, высота растения, число листьев, толщина побега, размер корней и др.) могут указывать на степень жизнеспособности – то есть **насколько успешно растение приспособилось к условиям окружающей среды.**

Такой подход позволяет не только описывать растения, но и **оценивать состояние всей популяции**, особенно если необходимо выявить признаки её процветания или, наоборот, угнетения.

Тема научно-исследовательской работы

Тема должна отражать проблему, которая будет изучаться.

Володушка золотистая (*Bupleiurum auréum* Fisch. ex Hoffm.) является многолетним травянистым растением, рода Володушки, семейства Зонтичные. Свою известность получил благодаря большому количеству содержащих БАВ, в число которых входит аскорбиновая кислота, каротины, сапонины, флавоноиды, дубильные вещества и т. д.

Она растёт как на территории Европы, так и в Сибири. Для не характерен разорванный - дизъюнктивный ареал.

Володушка любит умеренно влажные условия, поэтому её относят к мезофитам — растениям, которым нужна средняя влажность, не слишком сухо и не слишком сыро. На территории нашей республики володушка встречается редко – в основном на опушках и полянах лесов, особенно в лиственных и смешанных лесах. Здесь проходит западная граница её распространения. Вид встречается редко.

Для формулировки темы изучите особенности природы республики Татарстан (почвенная карта, климатическая карта) и составьте характеристику республики, заполнив таблицу (Приложение 2)

Например, «Роль фотосинтезирующих пигментов в процессе адаптации растений», «Виталитетная структура природных популяций вида»

Тема: _____

Актуальность

Актуальность необходима для обоснования важности изучения выбранной проблемы. Актуальность должна убедить учащихся, что ваше исследование – это значимая работа, которая принесет пользу.

Актуальность может строиться исходя из:

- Значимости володушки золотистой;
- Адаптации растений к окружающей среде;
- Региональных особенностях;
- Количественных показателей пигментов.

Опорные вопросы:

1. Почему все чаще и чаще упоминаются лекарственные свойства растений? (Например: интерес к натуральным средствам, побочные эффекты синтетических лекарств, сохранение биоразнообразия);
2. Чем володушка интересна как лекарственное растение?
3. Почему важно изучать вид на границе ареал?
4. Почему важно изучать адаптацию растений?
5. Почему важно изучать растения из разных регионов? (Например: региональные особенности, влияние климата и почвы, выявление перспективных популяций).
6. Какие практические выводы можно сделать из вашей работы? (Например, получение качественного сырья для будущей селекционной работы).
7. Какие теоретические выводы можно сделать из вашей работы?
8. Какое место занимает ваша работа в ряду других исследований по этой теме?

Объект исследования



Рис. 4. Внешний вид Virgleurum aureum

Объект: _____

Семейство	
Род	
Вид	
Жизненная форма	

Зарисовать схематично соцветие изучаемого объекта

Предмет исследования

Предмет представляет собой определенные части объекта, его свойства или качества.

Исследования показывают, что у растений из разных районов может наблюдаться различное содержание фотосинтетических пигментов. Эти различия выявляются при сравнении особей, произрастающих в различных природных условиях – с разной освещённостью, влажностью и типами почв.

Вопрос: о чем будут свидетельствовать эти изменения?

Предмет: _____

Цель

Через определение цели работы должны отражаться ожидаемые результаты (*каким будет решение проблемы или какое новое знание мы сможем получить*)

Цель: _____

При формулировке цели не стоит использовать глаголы. Лучше использовать существительные: «создание», «оформление», «разработка» и т.д.

Опорные вопросы для определения цели:

1. Что мы хотим узнать о володушке золотистой в Татарстане?
Чем поможет данное исследование?
2. Как этот признак может быть связан с адаптацией? (Влияет ли количество фотосинтетических пигментов на устойчивость растения к различным условиям?)
3. В каких регионах мы будем собирать сырье? (Конкретные районы Татарстана с различными условиями)
4. Какое влияние (факторы среды) мы рассматриваем, как влияющие на рост и развитие?

Гипотеза – это предположение исследователя о возможном пути решения поставленной проблемы, который подлежит последующей проверке.



Гипотеза должна быть проверяемой, конкретной и отражать связь между изучаемыми переменными

Опорные вопросы:

1. Какие основные экологические различия между регионами Татарстана могут повлиять на растения володушки?
2. Какую функцию выполняют фотосинтетические пигменты? Как эти функции могут быть связаны с адаптацией к различным условиям окружающей среды?
3. Могут ли растения володушки, произрастающие в различных средах обитаниях, иметь различное количественное соотношение фотосинтетических пигментов? Почему?

Работа с материалом



Перед работой необходимо ознакомиться с соответствующей техникой безопасности, представленной в начале рабочей тетради

В природе с каждого места обитания отбираются случайным образом не менее 20 растений средневозрастного онтогенетического состояния.

Более подробную информацию об онтогенезе Володушки см. «Онтогенетический атлас лекарственных растений»:



После изучения теоретической части вопроса, определении целей и задач следует приступить к сбору материала для экспериментальной части работы.

Подготовка материала.

Перед осуществлением лабораторной работы необходимо ознакомиться с соответствующей техникой безопасности, представленной в начале рабочей тетради



Этап 1. Подготовка сырья

Выбери 2–3 свежих зелёных листа растения (без повреждений).

Измельчи листья ножницами или аккуратно порви руками.



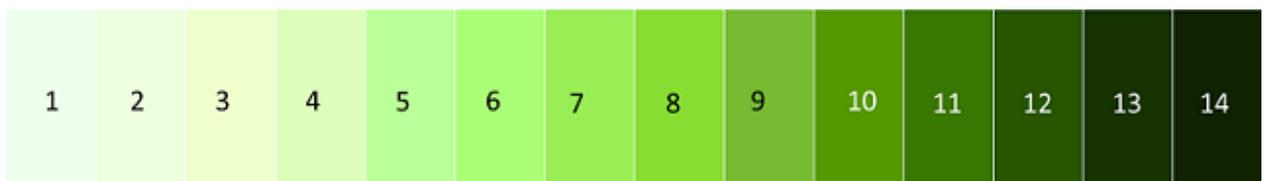
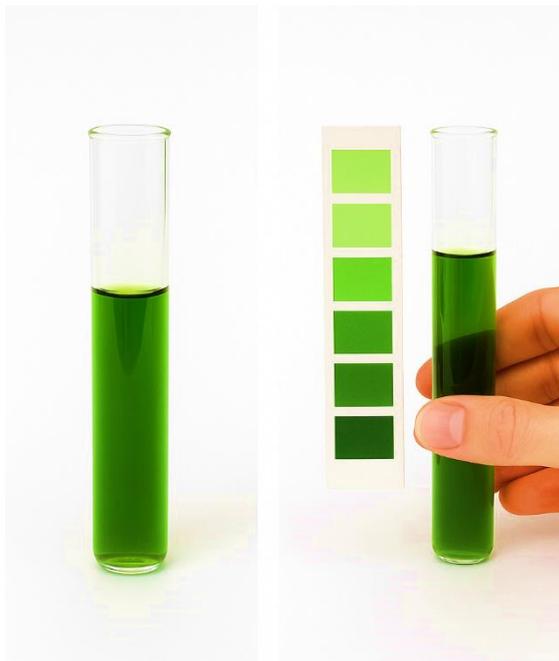
Этап 2. Извлечение пигментов

1. Помести измельчённые листья в ступку.
2. Добавь 2–3 мл этилового спирта/ацетона.
3. Растирай листья в течение 3–5 минут до появления ярко-зелёной массы.
4. Добавь ещё 3 мл спирта/ацетона и снова аккуратно перемешай.
5. Процеди полученную массу через фильтр (марлю, бумажный фильтр) в пробирку.

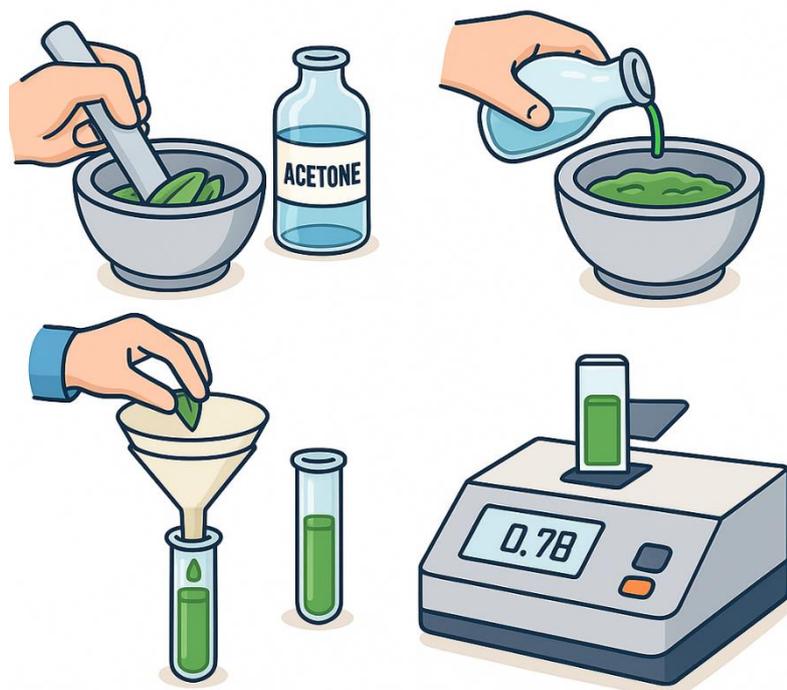
Этап 3. Оценка цвета экстракта

1. Дай раствору отстояться 2–3 минуты.
2. Рассмотрите цвет полученной жидкости на белом фоне.

При желании – сравните с цветовой шкалой оттенков зелёного (можно использовать приложение на телефоне).



Методика 1. Определение содержания фотосинтетических пигментов методом спектрофотометрии



Более подробную информацию о методике спектрофотометрии можно узнать:



1. Подготовка кюветы

Заполни чистую кювету раствором.

Подготовь вторую кювету с чистым растворителем (ацетон или спирт) – это будет контроль (бланк).



2. Работа со спектрофотометром

Включи прибор и выбери нужную длину волны:

- Хлорофилл а – 663 нм
- Хлорофилл b – 644 нм
- Каротиноиды – 452,5 нм

Откалибруй прибор на кювете с чистым растворителем.

Измерь оптическую плотность раствора на нужных длинах волн и запиши результаты.

3. Расчёт концентраций

для 100%-го ацетона (по Хольму-Ветштейну):

$$C_{\text{хл.а}} = 9,784 D_{662} - 0,990 D_{644};$$

$$C_{\text{хл.б}} = 21,426 D_{644} - 4,650 D_{662};$$

$$C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б} = 5,134 D_{662} + 20,436 D_{664};$$

$$C_{\text{кар.}} = 4,695 D_{440,5} - 0,268 C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б}$$

для 85%-го ацетона (по Реббелену):

$$C_{\text{хл.а}} = 10,3 D_{663} - 0,918 D_{644};$$

$$C_{\text{хл.б}} = 19,7 D_{644} - 3,87 D_{663};$$

$$C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б} = 6,4 D_{663} + 18,8 D_{664};$$

$$C_{\text{кар.}} = 4,75 D_{452,5} - 0,226 C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б}$$

для 80%-го ацетона (по Вернону):

$$C_{\text{хл.а}} = 11,63 D_{665} - 2,39 D_{649};$$

$$C_{\text{хл.б}} = 20,11 D_{649} - 5,18 D_{665};$$

$$C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б} = 6,45 D_{665} + 17,7 D_{649};$$

для 96%-го раствора этанола:

$$C_{\text{хл.а}} = 13,70 D_{665} - 5,76 D_{649};$$

$$C_{\text{хл.б}} = 25,80 D_{649} - 7,60 D_{665};$$

$$C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б} = 6,10 D_{665} + 20,04 D_{649} = 25,1 D_{654};$$

для этилового эфира:

$$C_{\text{хл.а}} = 9,93D_{660} - 0,78 D_{642,5};$$

$$C_{\text{хл.б}} = 17,6 D_{642,5} - 2,81D_{660};$$

$$C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б} = 7,12D_{660} + 16,8D_{642,5};$$

где $C_{\text{хл.а}}$, $C_{\text{хл.б}}$, $C_{\text{хл.а}} + \text{хл.б}$ и $C_{\text{кар.}}$ – соответственно концентрации хлорофиллов а, б, их суммы и каротиноидов, мг/л; **D** – экспериментально полученные величины оптической плотности при соответствующих длинах волн.

Анализ и вывод

Сравни концентрации пигментов в разных образцах.

Сделай выводы о фотосинтетической активности и адаптации растений. Данные занеси в таблицу.

Таблица 3. Количество фотосинтетических пигментов

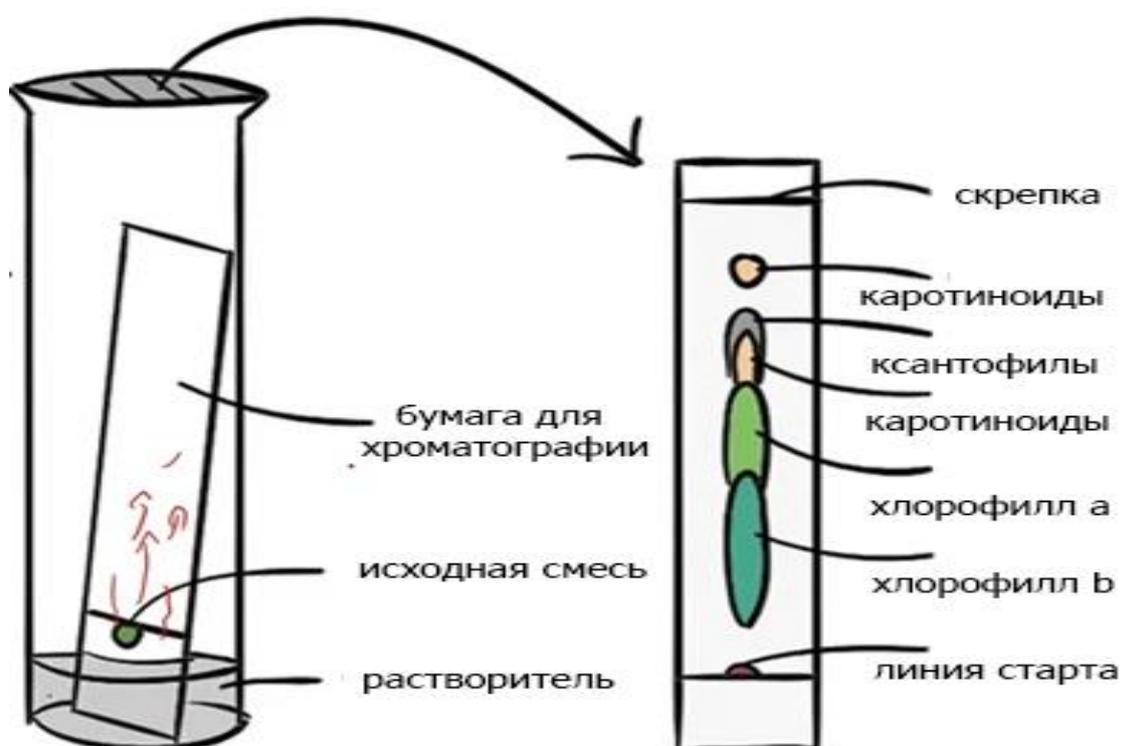
№	Навеска листьев, мг	Объем вытяжки, мл	Оптическая плотность			Содержание пигментов, % массы сырых листьев			
			D663	D644	D452,5	Хлорофилл а	Хлорофилл б	Хлорофилл а и б	Каротиноиды

Этап 4. Методика 2. Разделение пигментов (по Краусу)

1. В другую пробирку отлей 2–3 мл экстракта.
2. Добавь 3 мл бензина и 2–3 капли воды.
3. Закрой пробирку и аккуратно встряхни.
4. Подожди 3 минуты, пока не произойдёт разделение на слои.
5. Наблюдай и зарисуй границы и цвета слоёв.

Вопросы:

1. Опиши цвет экстракта после фильтрации.
2. Какой цвет преобладал после разделения пигментов?
3. Какие выводы можно сделать о составе пигментов в листьях?



Вычисления

Таблица 4. Морфо-анатомические показатели растений

№ п/п	Исследуемое растение	Цвет пигментного пятна	Расстояние от стартовой линии до центра пятна (мм)	Расстояние фронта растворителя (мм)	Вычисление $R_f = \frac{d_{\text{пятна}}}{d_{\text{растворителя}}}$	Предполагаемый пигмент
1	Володушка N-района	Желто-оранжевый	25	50	0,5	каротиноид
2						
3						

* R_f =расстояние фронта растворителя/расстояние от старта до центра пятна

Таблица 5. Условная полуколичественная оценка содержания пигментов методом Крауса

Исследуемое растение	Пигмент	Цвет пятна	Диаметр пятна (мм)	Интенсивность окраски (в баллах 1–5)	Условная оценка содержания пигмента
Володушка	Хлорофилл а	Голубовато-зелёный	8	4	Высокое
	Хлорофилл b	Оливково-зелёный			
	Каротиноиды	Жёлто-оранжевый			

Интерпретация результатов:

Диаметр пятна – измеряется линейкой.

Интенсивность окраски – субъективная, но можно задавать шкалу:

- 1 – очень слабая
- 2 – слабая
- 3 – умеренная
- 4 – яркая
- 5 – очень яркая, насыщенная

Условная оценка содержания – подбирается по совокупности диаметра и яркости:

Маленькое пятно и слабая окраска – низкое содержание

Большое пятно и яркая окраска – высокое содержание

💡 Такой подход можно использовать в школьной лабораторной работе для формирования **представления о пигментном составе растений и развития наблюдательности**. По методу Крауса можно только примерно (качественно или полуколичественно) судить о количестве пигмента.

Оформление результатов исследования

Таблица 6. Морфо-анатомические показатели растений

Показатели Объекты	Mediana	Min-мах	Lower- Upper Quatile	P
Содержание хлорофилла а				
Листья растения	2,4	1,8-3	2-2,8	0,05

Таблица 7. _____

Показатели	Mediana	Min-мах	Lower- Upper Quatile	P
Содержание хлорофилла b				

Таблица 8. _____

Показатели	Mediana	Min-мах	Lower- Upper Quatile	P
Содержание каротиноидов				

Что такое виталитет?

Чтобы понять, насколько хорошо себя чувствуют растения в какой-либо популяции (группе особей одного вида), можно измерить у них морфологические признаки – например, высоту, число листьев, длину побега и т.д, часто используют интегральный показатель – биомасса побега. На основании показателей определяют виталитетную структуру популяции.

Что и сколько нужно измерять?

Это зависит от целей работы. Иногда достаточно измерить всего 2–3 признака, а в других случаях – больше. Общепринятым считается, что размер выборки должен быть не менее 30 экземпляров. Если растения редкие или охраняемые, их не выкапывают и не повреждают — измеряют только то, что можно увидеть и измерить непосредственно в природе, в этом случае объем выборки может быть уменьшен.

Виталитет – это «жизнеспособность» растения: насколько оно крупное, развитое и сильное по сравнению с другими в популяции. По соотношению в популяций растений различного уровня виталитета определяют виталитетную структуру популяции

Более подробно про виталитетную структуру популяции:



После измерения всех особей, их распределяют по трём группам:

- **А (высокий виталитет)** – самые крепкие и развитые растения;
- **В (средний виталитет)** – нормальные, типичные растения;
- **С (низкий виталитет)** – слабые, плохо развитые особи.

Границы средней группы В определяют с помощью формулы:

$X_{\text{ср}} \pm \sigma$ где

$X_{\text{ср}}$ – среднее значение признака,

σ – стандартное отклонение.

Рассчитать среднее значение и его стандартное отклонение можно по ссылке:

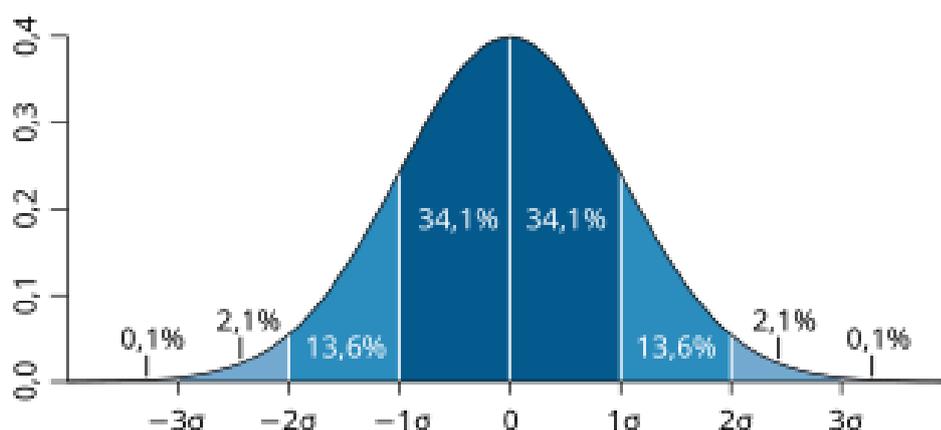


Рис. 5. Нормальное распределение

Как оценить состояние всей популяции?

Вводятся специальные формулы:

1. Виталитетный тип ценопопуляций определяется с использованием критерия Q:

процветающие ценопопуляции – $(Q = 1/2(a+b) > c$;

равновесные ценопопуляции – $(Q = 1/2(a+b) = c$;

депрессивные ценопопуляции – $(Q = 1/2(a+b) < c$.

2. Индекс IQ:

$$IQ = A + B/2C$$

- Если $IQ > 1$, популяция развивается хорошо
- Если $IQ < 1$, популяция в угнетённом состоянии

Местообитание	Доля особей по классам виталитета			IQ = $(a+b)/2c$	Q	Виталитетный тип ценопопуляции
	a	b	c			
Пример: Алексеевский район	2	5	7	0,5	3,5	Процветающий

Чем дальше от 1, тем сильнее отклонение – в плюс или минус

Таблица 9. Виталитетная структура популяции

Такой подход помогает не только описывать, но и оценивать состояние природных популяций. Это особенно важно при охране редких видов и при изучении влияния условий среды.

Защита НИР

Требования к оформлению презентации

При подготовке презентации для защиты НИР стоит обратить внимание на следующие требования:

- Презентация должна включать титульный слайд, информационные слайды (основную часть) и заключительные слайды (выводы, итоги, список литературы и т. д.);
- На одном слайде рекомендуется располагать не более трёх определений или выводов и не более трёх-пяти предложений;
- Единый стиль оформления;
- Последовательность изложения;
- Использование наглядных элементов;
- Рекомендуется использовать светлый цвет для фона и тёмный цвет для текста.

Защита НИР

Примерный план выступления

Во время защиты обучающийся должен презентовать:

1. Тема и краткое описание проблемы (сути) проекта;
2. Актуальность проекта;
3. Цель, задачи;
4. Ход реализации проекта;
5. Полученные данные/вычисления и их значение;
6. Общие выводы или заключение, где будут даны рекомендации и перспективы.

Требования к процедуре проведения защиты

- Длительность: доклад – не более 7 минут, ответы на вопросы – не более 5 минут;
- Состав экспертной комиссии насчитывает от 3 до 5 человек. В комиссии должны присутствовать: представитель администрации, педагог по соответствующему направлению;
- Экспертная комиссия оценивает уровень индивидуального проекта в соответствии с критериями (Таблицы 2, 3);
- Получивший оценку «низкий уровень», возвращается обучающемуся на доработку.

Подробно про оформление и примерные критерии оценки:



Приложения

Приложение 1. Техника безопасности

Перед началом работы:

- Внимательно изучить содержание и порядок выполнения работы;
- Подготовить к работе рабочее место, убрать посторонние предметы;
- Проверить исправность оборудования, инструмента, целостность лабораторной посуды.

Во время работы:

- Без его разрешения учителя не выполнять самостоятельно никаких работ;
- При использовании режущих и колющих инструментов (скальпелей, ножниц, препаровальных игл и др.) брать их только за ручки, не направлять их заострённые части на себя и на своих товарищей, класть их на рабочее место заострёнными концами от себя;
- При работе со спиртовкой: беречь одежду и волосы от воспламенения, не зажигать одну спиртовку от другой, не извлекать из горящей спиртовки горелку с фитилём, не сдувать пламя спиртовки ртом, а гасить его, накрывая специальным колпачком;
- При нагревании жидкости в пробирке или колбе использовать специальные держатели (штативы), отверстие пробирки или горлышко колбы не направлять на себя и на своих товарищей, не наклоняться над сосудами и не заглядывать в них;
- Во время лабораторной работы запрещается вставать с рабочего места и подходить к другому рабочему месту, принимать пищу и напитки;
- Без разрешения учителя биологии запрещается производить любые опыты и смешивать реактивы.

В аварийных ситуациях:

- При плохом самочувствии или при получении травмы сообщить об этом учителю;
- Разбитое стекло убирать только щёткой и совком;
- Разлитые и рассыпанные химикаты не убирать самостоятельно;

По окончании занятий:

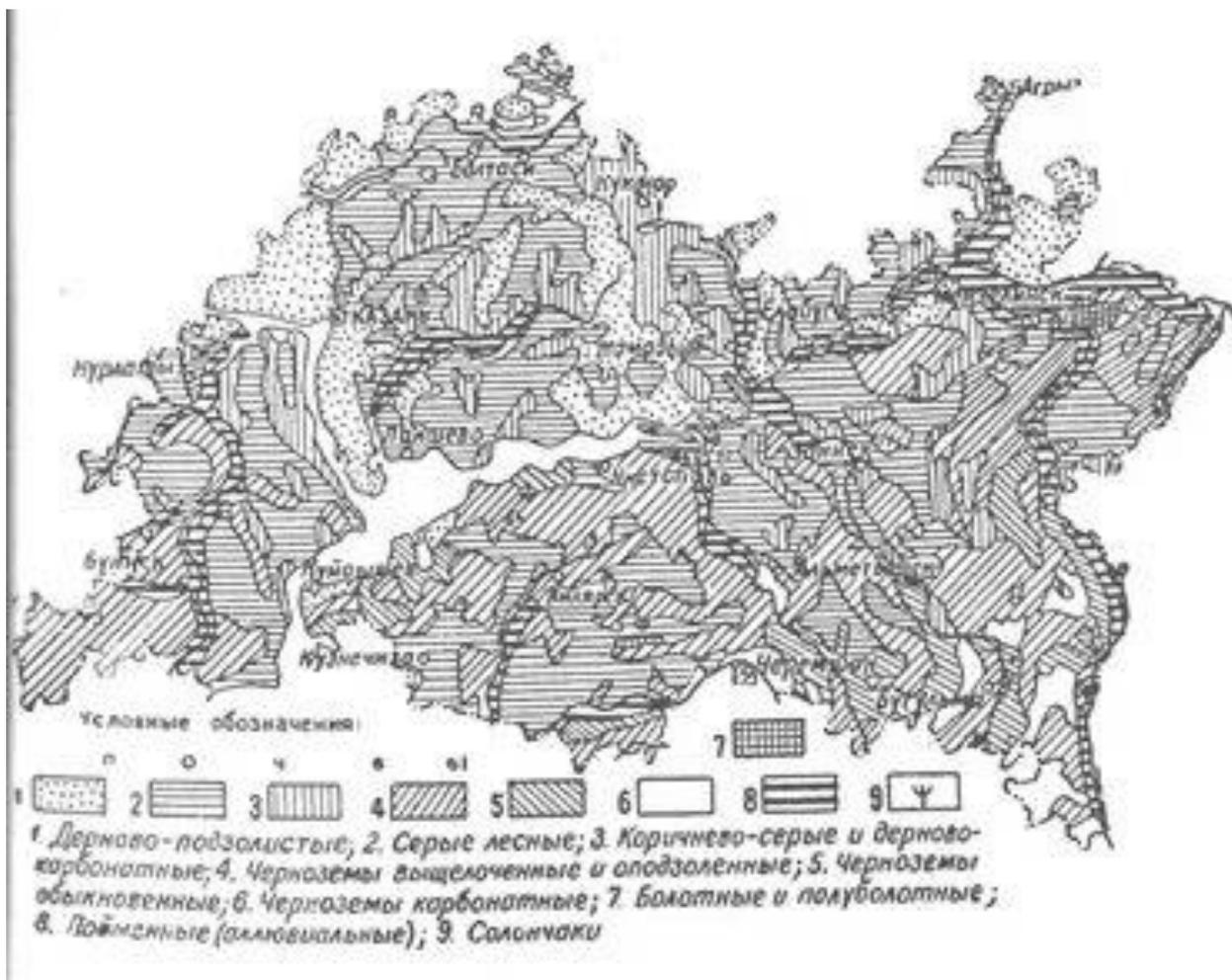
- Привести в порядок своё рабочее место;
- Снять рабочую одежду;
- Не выносить из кабинета ничего без указания учителя;
- Вымыть лицо и руки с мылом.

С техникой безопасности ознакомлен и обязываюсь выполнять	<hr/> — (подпись)
---	-------------------------

Приложение 2. Характеристика районов Республики Татарстан

	Характеристика
Лесная зона	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Лесостепная зона	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Приложение 4 Почвенная карта Республики Татарстан



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоус, О. Г., Малюкова Л. С., Козлова Н. В. Влияние минеральных удобрений на пигментный состав листьев растений чая в условиях субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2011. – №. 44. – С. 135-143.
2. Бирюкова, Н. М. и др. Исследование содержания и состава флавоноидов и фенолкарбоновых кислот растений рода *Vupleurum* L., культивированных в Беларуси // Вестник фармации. – 2011. – №. 4 (54). – С. 23-30.
3. Богослов, А. В. и др. Виталитетная структура популяций *Colchicum bulbocodium* subsp. *versicolor* (*Colchicaceae*, *Liliopsida*) в условиях Нижнего Поволжья // Поволжский экологический журнал. – 2021. – №. 2. – С. 127-145.
4. Воробьев, В. Н. и др. Практикум по физиологии растений: учебно-методическое пособие // Казань: Казанский университет. – 2013. – С. 43-44.
5. Дымова, О. В. Пигментный комплекс растений в условиях таежной зоны европейского северо-востока (организация и функционирование): автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / О. В. Дымова. – Уфа, 2019. – 44 с.
6. Жилиев, Г. Г. Жизнеспособность популяций растений / Г. Г. Жилиев. Львов: Национальная Академия Наук, 2005. – 304 с.
7. Злобин, Ю. А., Принципы и методы изучения ценологических популяций растений: Учебно-методическое пособие / Ю. А. Злобин. – Казань: Издательство Казанского университета. – 1989. – 145 с.
8. Конюшко, В.С. Методика обучения биологии: Учебное пособие / В.С. Конюшко, С.Е. Павлюченко, С.В. Чубаро. – Лен.: Книжный Дом, 2005. – 256 с.
9. Пономарева, И.Н. Общая методика обучения биологии: Учебное пособие для студентов педагогических вузов / И.Н. Пономарева, В.П. Соломин, Г.Д. Сидельникова; под редакцией И.Н. Пономаревой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с.