



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ

**Влияние ультрафиолетового излучения на содержание пигментов  
в листьях перца**

**Выпускная квалификационная работа по направлению  
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

**Направленность программы бакалавриата**

**«Биология. Химия»**

**Форма обучения очная**

Проверка на объем заимствований:

62,91 % авторского текста  
Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована

«29» мая 2021 г.

и.о. зав. кафедрой Общей биологии  
и физиологии

Ефимова Н. В.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-501/068-5-1

Васильева Виктория Сергеевна Васильева

Научный руководитель:

д-р пед. наук, доцент

Похлебаев Сергей Михайлович

Челябинск  
2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ.....	7
1.1 Природа ультрафиолетового излучения.....	7
1.2 Особенности действия УФ-радиации на биологические объекты.....	11
1.3 Влияние УФ-излучения на содержание фотосинтетических пигментов.....	16
Выводы по первой главе.....	20
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	22
2.1 Организация исследования.....	22
2.2 Методы исследования.....	25
Выводы по второй главе.....	27
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЛИСТЬЯ ПЕРЦА.....	28
Выводы по третьей главе.....	33
ГЛАВА 4. СОДЕРЖАНИЕ, МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ВНЕУРОЧНОГО ЗАНЯТИЯ У УЧАЩИХСЯ 6 КЛАССА ПО ТЕМЕ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ РАСТЕНИЯ».....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Содержание пигментов.....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Экологические группы растений.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 План описания растения.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Внешнее строение листа.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Внутреннее строение листа растения.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Обнаружение пигментов листьев растений.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Характеристика экологических групп растений.....	56

ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Отчет обучающегося по проведённому исследованию.....	58
--	----

## ВВЕДЕНИЕ

Ультрафиолетовые лучи (УФ-лучи) занимают приблизительно 10 % солнечного спектра и являются непрерывно действующим фактором окружающей среды, который оказывает существенное влияние, в том числе и негативное, на физиологические процессы в растительных организмах. Биологические эффекты от действия УФ-радиации проявляются на всех уровнях организации живой материи – от молекулярного до биосферного [24]. Так, например, высокие дозы ультрафиолетового излучения приводят к нарушениям в структурной организации молекул ДНК, фотоинаktivации белков, нарушению транспортной функции клеточных мембран, разрушению фитогормонов и фотосинтезирующих пигментов (хлорофиллов *a* и *b*). Из-за серьезных нарушений важнейших механизмов биосинтеза ухудшается рост растений, снижается их продуктивность и устойчивость к другим негативным экологическим факторам [36]. Под действием ультрафиолетового излучения в растительной ткани протекают различные изменения. При этом физиологические эффекты, вызванные УФ-лучами связаны не только с такими показателями, как спектр или доза излучения. Во многом характер изменений будет зависеть от особенностей самого растения: его видовой или сортовой принадлежности [30].

Именно поэтому вопрос о воздействии разных участков ультрафиолетового спектра на рост и развитие растений представляется особенно важным. Как и рассмотрение характера воздействия УФ-лучей на растительные ткани [27].

Реакция и клеток растительного организма, и организмов в целом на условия окружающей среды зависит от дозы. Термин «доза» представляет собой произведение величины фактора на время его действия. Живые объекты и их ответное действие на возрастание дозы стресс-фактора не является однообразной. Считают, что общий характер реакции живой

системы передают либо двухфазные (правило Арндта-Шульца), либо трехфазные (парадоксальная зависимость) дозовые кривые. Двухфазная кривая обозначает то, что с ростом дозы агента предшествующий сначала действует как фактор, стимулирующий жизнедеятельность биологического объекта, а затем как повреждающий, вызывая угнетение жизненных функций и смерть организма как живой системы. Активизирующие дозы часто положительно воздействуют на рост и развитие растений (явление гормезиса), их принято называть малыми. Трехфазная кривая реагирования означает, что при дозах, меньше стимулирующих (малых), возможно и повреждение системы [40].

Изучение механизмов адаптации к различным стресс-факторам является в настоящее время одним из первых направлений экофизиологии. Одним из таких значимых стресс-факторов является ультрафиолет, который представляет собой часть электромагнитного излучения, попадающего на поверхность листа. В случае избыточной инсоляции эта область солнечного спектра представляет собой дополнительный деструктивный фактор, который усиливает повреждение фотосинтезирующего аппарата растения [36]. В современных условиях существования это особенно актуально, так как вследствие огромной антропогенной нагрузки на биосферу отмечено значительное нарушение озонового экрана, которое ведет к усиленному облучению жестким ультрафиолетом живых объектов [2]. В этой связи представляет интерес изучение влияния различных доз ультрафиолетового излучения на содержание фотосинтетических пигментов в листьях растения перца, а также выявление ответных реакций листьев перца на УФ-радиацию.

Цель исследования – изучить влияние ультрафиолетового излучения на содержание пигментов в листьях перца.

Для реализации поставленной цели служат следующие задачи:

1. Проанализировать литературные источники по изучаемой проблеме.

2. Выявить ответные реакции листьев перца на различные дозы УФ-радиации.

3. Изучить влияния различных доз ультрафиолетового излучения на содержание пигментов в листьях растения перца.

4. Разработать и апробировать внеурочное мероприятие по теме «Определение экологической группы растения» для учащихся средней школы.

Объект исследования: рассада перца (*Capsicum*) сорта «Богатырь».

Предмет исследования: ответные реакции листьев перца на действие ультрафиолетового излучения.

Гипотеза: предполагается, что в зависимости от длительности ультрафиолетового излучения, содержание фотосинтетических пигментов в листьях растения перца будет различно.

Практическая значимость: полученные результаты могут быть использованы в проектной и научной деятельности обучающихся на уроках биологии, данные исследования найдут применение при подготовке к курсам лекций по физиологии и анатомии растений, в школьном курсе, а также в практике садоводства.

# ГЛАВА 1. УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

## 1.1 Природа ультрафиолетового излучения

Ультрафиолетовые лучи представляют собой вид электромагнитного излучения, занимающий нишу сразу в трех волновых диапазонах от 100 нм до 400 нм (рисунок 1).

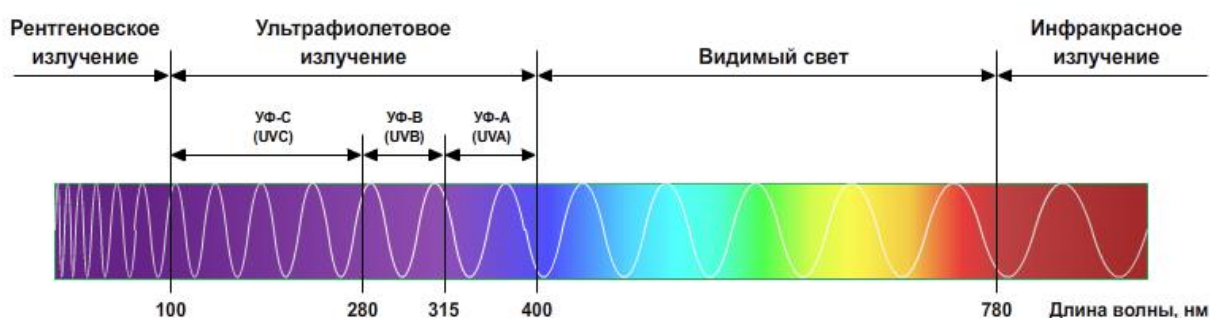


Рисунок 1 – Шкала электромагнитных излучений

УФ-лучи в зависимости от степени воздействия на клетки живых организмов, а также от длины волны делят на несколько категорий:

1. Длинноволновой диапазон (УФ-А). Длина волны составляет 315-400 нм. Это ближний спектр УФ излучения, который практически не поглощается газовой оболочкой и проникает до поверхности планеты, но не представляет опасности для живых организмов.

2. Средневолновой (эритемный) диапазон (УФ-В). Длина волны составляет 280-315 нм. Большая часть излучения поглощается в верхних слоях атмосферы. До поверхности планеты доходит примерно 10 % от всего объема.

3. Коротковолновой диапазон (УФ-С). Длина волны составляет 200-280 нм. Этот диапазон еще называют жестким, дальним или бактерицидным. Короткие волны с трудом преодолевают газовую оболочку и практически полностью поглощаются молекулами кислорода, озоновым шаром, а также водными парами [29].

Каждый диапазон оказывает различное воздействие на биологические организмы. При этом в естественной среде возможно взаимодействие организмов только с излучением длинноволнового диапазона и частично средневолнового [31].

Излучение с длиной волны от 200 нм до 280 нм обладают высокой энергией и способны видоизменять молекулы биологического происхождения либо полностью их разрушать. Входящие в состав молекул белки поглощают волны в пике 220-240 нм, нуклеиновые кислоты 260 нм. Возбуждение, передающееся органической материи от поглощенных волн, и является причиной изменений либо полного разрыва химических соединений. В итоге под действием коротковолнового излучения белки не способны выполнять свои функции, а нуклеиновые кислоты начинают мутировать. Также при прохождении водной среды короткие волны стимулируют фотолиз воды, в процессе которого высвобождаются активные радикалы и образуется перекись водорода, которая, в свою очередь, окисляет органические молекулы, в результате чего живые клетки отмирают [35].

Учитывая эти особенности коротковолновое излучение активно используют в бактерицидных целях. И хотя изначально предполагалось, что короткие волны пагубно влияют на растительные ткани, последние исследования в этой области показали, что непродолжительное воздействие короткими волнами на растительную клетку приводит к активации роста. При этом положительная динамика в развитии облученных растений может достигать 50 %. Однако унифицировать данное явление ученым пока не удастся. На каждое растение одна и та же доза облучения действует по-разному [30].

Эмпирическим путем удалось установить тот факт, что для каждого вида растений существует свой предел допустимой дозы облучения. Даже при незначительном превышении этого показателя стимулирующий эффект нивелировался, рост приостанавливался. Поэтому использовать



коротковолновые излучения в целях активации ростовых функций у растений в бытовых условиях практически невозможно.

Исследование средневолнового диапазона показало, что волны средней длины в больших дозах также оказывают на растения губительное действие. Однако, при сокращении воздействия средними волнами на испытываемые образцы до 20 мин в сутки удалось добиться положительных результатов. В частности, у многих видов растений появилась динамика роста и отмечалось ускоренное развитие [20].

Так, например, при дозированном облучении средними волнами рассады томатов, кусты получаются в два раза крупнее обычных. На 25 % увеличивается размер растений кукурузы, у таких культур, как хлопчатник и рис динамика роста составляет от 30 % до 50 %. У облучаемых растений раньше срока наступает период цветения, а масса плодов увеличивается [30].

Сильнее всего на облучение УФ-волнами среднего диапазона реагируют высокогорные растения. Однако даже при незначительном увеличении дозы облучения эти растения быстро теряли скорость роста, листья у них становились мельче, общее состояние резко ухудшалось и нередко заканчивалось гибелью ростка растений [19].

Исходя из этого можно предположить, что периодическое и кратковременное облучение растений (особенно высокогорных видов) УФ-лучами среднего диапазона способно оказывать положительное, стимулирующее воздействие. Но при этом стоит учитывать, что превышение необходимой для данного вида дозы излучения может пагубно сказаться на развитии соцветий и растений в целом.

Длинноволновые излучения с длиной волны 350-400 нм не оказывают негативного воздействия ни на один вид растений. Напротив, длительное облучение приводит к положительной динамике в развитии. Особенно это актуально для высокогорных видов. Заметно увеличивается синтез углеводов, алкалоидов и эфирных масел. Число плодовых почек, заложенных в памяти растения, также возрастает.

Данные этих исследований имеют практическую ценность и могут быть применены при выращивании растений, как короткого, так и длинного дня с применением досветки. В умеренном количестве длинноволновое облучения является необходимым фактором для нормального роста и развития всех наземных видов растительности. Длинные волны способны проникать через покровные слои листьев и воздействовать на проходящие в тканях процессы жизнедеятельности.

Несмотря на то, что длинные волны практически не поглощаются атмосферой земли, длинноволновое УФ-излучение требуется растения в небольшом количестве. Дозированное облучение благотворно сказывается на обменных процессах и процессах роста, способствует сглаживанию фотопериодических реакций. При увеличении силы кратных облучений стимулирующий эффект теряется. Однако долговременное воздействие длинными волнами оказывает положительный эффект на высокогорные виды растений [30].

Основным источником УФ-лучей на нашей планете является Солнце. При этом интенсивность излучения, а также количество лучей способных достигнуть поверхности планеты зависит от таких факторов, как:

- плотность озонового слоя,
- значения азимута,
- высота солнца над уровнем моря,
- интенсивность облачного покрова,
- атмосферное рассеивание,
- степень отражения от поверхности (земля, вода) [29].

Из всего спектра УФ-волн, земной поверхности достигает только незначительная часть длинноволнового излучения (длина волны больше 0,29 мкм). Все остальные волны поглощаются компонентами атмосферы. При этом большая доля при поглощении солнечной радиации приходится на: озон (высоты 20-40 км), кислород, водород, азот (высоты 30-200 км) и некоторые другие компоненты [34].

Источником УФ-излучения может стать любой объект, температура которого составляет 3000 К и выше. При этом с ростом температуры тела, в излучаемом этим телом спектре возрастает и интенсивность ультрафиолетовых волн. Таким образом, любая высокотемпературная плазма может стать источников УФ-волн линейного и непрерывного спектров.

Кроме того, мощными источниками ультрафиолетового излучения считаются импульсные и газоразрядные лампы. В числе техногенных источников УФ-лучей свыше 70 различных лазерных систем. Металлургическая промышленность, плавильные агрегаты которой работают на базе электронных и плазменных потоков и предназначены для получения тугоплавких высокотемпературных сплавов также входят в список источников ультрафиолетового излучения.

Ультрафиолетовые лучи испускаются разрядными лампами, которые генерируют излучение в результате электрического разряда. Диапазон излучаемых этими лампами УФ-волн составляет 205-315 нм. Примерами разрядных ламп, в спектре которых есть ультрафиолетовое излучение, являются ксеноновые импульсные лампы, а также ртутные лампы, как низкого, так и высокого давления [24].

## 1.2 Особенности действия УФ-радиации на биологические объекты

Ультрафиолетовые лучи активно взаимодействуют с тканями растений. При поглощении ультрафиолетового излучения клетками покровных тканей, активируются процессы, приводящие к изменениям внутри молекул биополимеров. Активация происходящих изменений в большей степени связана с поглощением квантов излучения, образованием свободных радикалов воды.

Ультрафиолетовые лучи приводят к смене активности ферментов и гормонов, оказывают влияние на процесс синтеза пигментов, затрагивают процессы фотосинтеза и фотопериодической реакции в клетках растений. В связи с чем избыточное облучение способно нанести вред растениям. У

представителей наземной флоры выработались определенные методы защиты, такие как: механизм восстановления поврежденных тканей или склонность к накоплению пигментов определенного типа [27].

При этом нужно понимать, что свет, приходящий от Солнца, как и свет, получаемый посредством работы специализированной лампы, предназначенной для выращивания растений в условиях ограниченной естественной освещенности, не является однородным. Это сложное сопряжение электромагнитных волн, имеющих разную длину и равномерно переходящих, друг в друга. Такое сопряжение называется спектром света, а составляющие спектра света называют спектральными частями. Взаимодействие света с растениями происходит по всей длине спектра. Белый свет, или видимая часть спектра, представляет собой фотосинтетическую активную радиацию (ФАР). Каждый участок спектра света играет строго отведенную ему роль в процессе роста и развития растений [24].

Ультрафиолетовые волны длиной до 280 нм оказывают на растения губительное влияние. Всего за 10-15 мин нахождения растения под действием волн короткой длины приводит к реструктуризации растительных белков и гибели клеток. Среди видимых симптомов поражения растения УФ-волнами короткого диапазона: появление бурых пятен, пожелтение листовой пластины, скручивание молодых побегов, отмирание точек роста.

Лучи средневолнового диапазона с длиной волны от 280 до 315 нм также оказывают на растения негативное действие, которое можно сравнить с действием пониженных температур. Однако непродолжительное нахождение растений под лучами среднего спектра не приводит к гибели, а, напротив, оказывает эффект закалки. В результате растения приобретают повышенную устойчивость к низким температурам.

Ультрафиолетовые лучи с длиной волны от 315 нм до 380 нм (длинноволновой диапазон) необходимы растениям для нормальной

жизнедеятельности. Воздействие на растения длинноволновым излучением позволяет нормализовать рост, предотвратить излишнее вытягивание побегов и стеблей, увеличить содержание в растительной ткани витамина С и других полезных веществ [6].

Однако при наблюдении за опытными образцами, как в естественной, так и искусственно созданной среде, у ряда растений было обнаружено стрессовое состояние, которое вероятнее всего было спровоцировано повышенным содержанием ионизирующего или УФ-излучения. Одним из важнейших аспектов изучения облучения биологического материала является его способность воздействия на генетический аппарат клеток растений. Кроме того, разные типы излучений в процессе взаимодействия затрагивают такие жизненно важные для растений процессы, как: фотосинтез, синтез белка, дыхание, ионный баланс, рост и т.д. [29].

При лучевом поражении клетки важную роль играют возникающие при этом продукты окисления ненасыщенных жирных кислот, а также биосубстратов, которые обладают токсичными свойствами – радиотоксины. Водорастворимые и липоидные радиотоксины, полученные в результате облучения растительных клеток, вступают во взаимодействие с генетическими структурами, в результате чего формируется лучевое поражение клетки. Радиотоксины могут реагировать с ДНК и воздействовать на внутренние мембраны клеток, что приводит к появлению различных мутаций. Воздействие на мембраны митохондрий приводит к появлению сбоев в работе окислительно-восстановительных реакций, связанных с запасом энергии в митохондриях. Подразумевается, что липоидные радиотоксины функционируют в основном на мембраны, а хиноидные радиотоксины реагируют с ДНК ядра, приводя к возникновению нарушений информации, содержащейся в ДНК. Под влиянием излучения на генетический материал, вызывающий разрыв хромосом и появление фрагментов, а также перекомбинации, из-за

которых возникают хромосомные перестройки. При более сильном воздействии радиоактивного излучения митозы прекращаются, а ядро получает тяжелые повреждения [6].

Основным средством защиты растений от облучения являются репарационные процессы, в том числе: репарация генетических распоряжающихся систем и восстановление отдельных структур клетки. Низкая проводящая способность клетки, обуславливающая высокую сопротивляемость воздействию УФ-излучений, вероятно является следствием абсорбции радиации покровными (эпидермальными) клетками, а также объясняется морфологическим строением растений, позволяющим защитить чувствительные клетки и действием механизмов фоторепарации.

Наиболее важное значение в плане защиты клеток представляет способность накапливать в вакуоле клетки флавоноиды, удерживающие значительную часть УФ-радиации. Лучше всего с задачей поглощения УФ-лучей справляются молекулы растительного белка, что и приводит к получению ими сильных повреждений [10].

Кроме того, хорошими поглотителями УФ-излучения выступают эндогенные фитогормоны. Благодаря их действию у растений, попадающих под УФ-лучи, наблюдается дисбаланс в развитии и росте. В частности, отмечают чрезмерно быстрый рост органов, непропорциональное соотношение надземного побега и корневой системы, прослеживается тенденция к формированию компактных растений [22].

УФ-излучения с длиной волны до 510 нм, а также синее излучение поглощается в растениях пигментом криптохромом. Поглощение излучений, имеющих длину волны более 510 нм происходит по всей поверхности и сопровождается повышением температуры. Лучше всего данные процессы можно проиллюстрировать на примере молодых всходов:

1. Верхние листья поглощают (и отражают) в основном свет видимой коротковолновой части спектра.

2. Нижним ярусам листвы достаются преимущественно длинные волны УФ-излучения. Благодаря этому нижние листья, ограниченные в процессах фотосинтеза, получают возможность активировать дыхательные процессы.

3. Воздействие данного типа излучения на стебли растений приводит к их вытягиванию, причиной которого служит удлинение междоузлий. Также на фоне непропорционального роста образуется рыхлая ткань с крупными клетками, которая наиболее подвержена действию УФ-излучения. Чаще всего такую ситуацию можно наблюдать при сильно загущенных посадках [30].

На фоне возрастающей интенсивности УФ-излучения, и увеличения его влияния на процессы, протекающие в биосфере, возникает необходимость анализа цитофизиологических видоизменений в растениях, которые под действием данного фактора входят в переходную стадию развития. УФ-излучения с длиной волны от 275 нм до 315 нм затрагивает все уровни биоорганизации растений: энергетический, сигнальный, регуляторный. Ультрафиолетовое излучение модифицирует воздействие на растение прочих факторов экологии. При этом воздействие излучения часто принимает аддитивный характер. Чувствительность растений к солнечной УФ-радиации во многом зависит от эко- и генотипа самого растения, а также этапа онтогенеза [29].

Среди последствий, которые оставляет повышение дозы облучения растений УФ-волнами, наиболее весомым можно назвать нарушение репродуктивной функции. Покровы гаметофитов активно поглощают ультрафиолетовое излучение. Например, только стенки пыльника способны поглотить до 98 % УФ-излучения. Однако при увеличении дозы облучения ультрафиолетом начинают проявляться его негативные свойства:

- 1) угнетается функция роста и развития;
- 2) проявляются генотоксические эффекты на меристему;

- 3) снижается процесс выработки пыльцы, что приводит к нарушению процесса опыления;
- 4) снижается семенная продуктивность растений [30].

Кратковременное облучение связано с активацией восстановительных процессов. Поэтому можно говорить о том, что зависимость процента митоза от дозы полученного облучения имеет нелинейный характер. То есть, в зависимости от полученной дозы облучения любая клетка может восстановиться и нивелировать последствия повреждений, полученных в результате действия УФ-радиации и снова активировать сложный процесс деления. Наиболее сильно это проявляется в реакции репликации, которая запускается при малейшем снижении силы облучения [6].

### 1.3 Влияние УФ-излучения на содержание фотосинтетических пигментов

Основной жизненный процесс растений – фотосинтез – экологически весьма лабилен. В результате адаптации ассимиляционной деятельности растений к условиям среды (порой экстремальным) достигается интенсивность продукционных процессов и уровень биологической продуктивности, необходимые для успешного выживания и конкурентоспособности видов растений и для стабильного существования экосистемы в целом [5].

Наиболее выразительной характеристикой адаптации фотосинтетического аппарата растений к солнечным лучам является содержание пигментов в зеленых листьях. На тесную связь между количеством пигментов в листьях и световым режимом местообитания указывал еще в начале века в своих классических работах В. Н. Любименко [23].

Частичное разрушение озонового экрана может привести к существенному повышению проникновения через атмосферу богатой



энергией УФ-радиации. Одной из адаптационно-защитной реакции при действии УФ-лучей является способность к резкому изменению уровня содержания пигментов [7].

Первые результаты исследований по выявлению действия УФ-радиации на пигменты свидетельствуют об очень сильной их устойчивости в пластидах. Однако последующие работы, в которых изучалась флуоресценция хлорофилла в пластидах при УФ-облучении выявили высокую чувствительность молекул хлорофилла к действию этого фактора [26].

Наибольшей чувствительностью в разрушении хлорофилла обладают УФ-лучи с длиной волны короче 350 нм, причем как для зеленых водорослей, так и для высших растений решающее значение имеют условия их культивирования, в особенности температура. Данные многих авторов свидетельствуют, что реакция различных растений и пигментных систем в них крайне разнообразны. Из фотосинтезирующих пигментов хлорофилл *b* и ксантофиллы разрушаются меньше, чем хлорофилл *a* и каротиноиды.

Выделяют четыре типа устойчивости хлорофилла к действию ультрафиолета: стабильный (3 % разрушение хлорофилла, наземные растения), чувствительный (12 %), сильно чувствительный (30 %) и крайне чувствительный, главным образом водные растения. Однако следует учитывать, что широкие различия в степенях устойчивости хлорофилла к разрушению, связаны с особенностями физиологического состояния листьев растений. Это подтверждается данными, согласно которым в хлоропластах светочувствительных типов находится лабильное вещество, фотохимическое изменение которого, окисление или разрушение, определяет тип реакции растения [15].

По мнению исследователей, ни теория экрана (роль эпидермиса), ни защитная роль каротиноидов или концентрационная теория (роль концентрации хлорофилла) не являются достаточными для объяснения

имеющихся типов реакции, если не признать ведущей роли физиолого-биохимических особенностей исследуемых растений. Не отрицая роли морфологических структур листа в устойчивости пигментных систем, следует иметь в виду, что эпидермис листьев растений и оболочки семян в достаточной мере проницаемы для средне – и длинноволнового УФ-излучения [9].

Повреждаемость пигментов листьев определяется как мощностью УФ-облучения, так и температурой, при которой оно проводится. Так при оптимальных дозах УФ-облучения в условиях пониженной температуры (+5 °С) содержание хлорофилла увеличивается на 6-24 %, а уровень каротина – в 2,5 раза. Характер пигментных изменений, вызванных УФ-облучением, во многом зависит и от тех пострadiационных условий, в которых находятся облученные растения. Облученные листья, помещенные в темноту при пониженных температурах, остаются живыми на протяжении 6 дней. При УФ-облучении в малых дозах уменьшается количество хлорофилла, но листья остаются живыми в течение 6-8 недель после облучения [18].

Примеры анатомо-морфологических и физиологических защитных реакций растительного организма к УФ как стресс-фактору представлены ниже. Во-первых, необходимо обратить внимание на интегральные процессы, такие как: функции мембран, энергетику, рост, соотношение реакций синтеза и распада. Таким образом, можно заметить, что увеличивается проницаемость мембран в результате изменения молекулярного состава их компонентов, происходит:

- обратимый выход ионов калия из клетки;
- увеличивается концентрация кальция в цитоплазме (выходит из вакуоли, ЭПР, митохондрий);
- мембрана деполяризуется;
- усиливаются процессы распада биополимеров;
- тормозится в отличие от животных гормональный обмен;

– синтезируются такие биомедиаторы, как ацетилхолин, катехоламин, гистамин, серотонин, взаимодействующие с фитогормонами.

С участием медиаторов – ацетилхолина и биогенных аминов – генерируются биоэлектрические импульсы. Что касается торможения синтеза белка и изменения конформации белковых молекул следует отметить, что происходит:

- дезинтеграция полисом;
- информационные РНК «дострессовых» белков гидролизуются или взаимодействуют с особыми белками, образуя «стрессовые гранулы» в цитоплазме;
- тормозятся процессы транскрипции и репликации;
- синтезируется ряд стрессовых белков.

Наблюдающаяся активация сборки элементов цитоскелета приводит к увеличению вязкости цитоплазмы. Вследствие изменений структуры белков и липидов тилакоидных мембран уменьшается интенсивность фотосинтеза. Также происходит ингибирование дыхания, снижение уровня АТФ. Активируются свободнорадикальные процессы [8].

Все перечисленные изменения взаимосвязаны и служат пусковым звеном для включения цепи последующих обменных реакций, назначение которых состоит не только в восстановлении исходного состояния клетки, но и в активации обмена веществ.

Во-вторых, инициируются защитные реакции, также в значительной степени неспецифичные, способствующие более интенсивному синтезу белка и нуклеиновых кислот. За счет образования стрессовых белков изоферментов:

- усиливается «мощность» ферментных систем;
- происходит стабилизация мембран, в результате чего восстанавливается ионный транспорт;
- повышаются активность функционирования митохондрий, хлоропластов и соответственно уровень энергообеспечения;

- снижается генерация активных форм кислорода и тормозится ПОЛ;
- возрастает роль компенсаторных шунтовых механизмов (усиливается активность пентозофосфатного пути дыхания как поставщика восстановителя и пентоз, необходимых для синтезов (в частности, нуклеиновых кислот)).

В-третьих, имеется и другой путь для преодоления стрессовых воздействий – изменение обмена веществ, т. е. возникновение метаболических приспособлений, которые требуют больших энергетических затрат, так как связаны с включением репараторных (восстановительных) механизмов, направленных на предотвращение или исправление повреждения. Ввод в действие такого комплекса защитных реакций способствует поддержанию и удлинению фазы адаптации [8].

И, как итог, происходит разрушение клеточных структур:

- деструкция ядра, распад гран в хлоропластах, уменьшение количества крист в митохондриях;
- образование дополнительных вакуолей;
- сдвиги физико-химического состояния цитоплазмы.

Нарушение ультраструктуры основных энергетических генераторов – митохондрий и хлоропластов приводит к энергетическому истощению клетки, что и влечет за собой сдвиги физико-химического состояния цитоплазмы [26].

#### Выводы по первой главе

Изучение причин и механизмов устойчивости растительного организма к различным повреждающим агентам среды обитания и адаптация растений к условиям окружающей среды доказывает, что потребность к сохранению гомеостаза – важнейшее отличие живого.

Ультрафиолетовое излучение – это электромагнитное излучение, спектр которого сосредоточен между видимым и рентгеновским излучениями. В зависимости от длины волны и биологического воздействия, ультрафиолетовые лучи делят на три группы: длинноволновые, средневолновые, коротковолновые. В больших дозах УФ-излучения любого диапазона способны нанести растениям ущерб. В связи с этим многие растения имеют специфические «службы» защиты.

Наибольшей чувствительностью в разрушении хлорофилла обладают УФ-лучи с длиной волны короче 350 нм, причем как для зеленых водорослей, так и для высших растений. Более выразительной характеристикой адаптации фотосинтетического аппарата растений к солнечным лучам является содержание пигментов в зеленых листьях, а одной из адаптационно-защитных реакций при действии УФ-лучей является способность к резкому изменению уровня содержания пигментов.

## ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Организация исследования

Исследование проводилось на кафедре Общей биологии и физиологии естественно-технологического факультета ЮУрГГПУ.

В качестве объекта исследования была выбрана рассада перца (*Capsicum*) сорта «Богатырь», семейства Пасленовые (*Solanaceae*).

Перец (*Capsicum*) растение получило от лат. *Capsa* – сумка, по форме плода. Перец представляет собой многолетний полукустарник, который в культуре используется как однолетнее растение (рисунок 2).

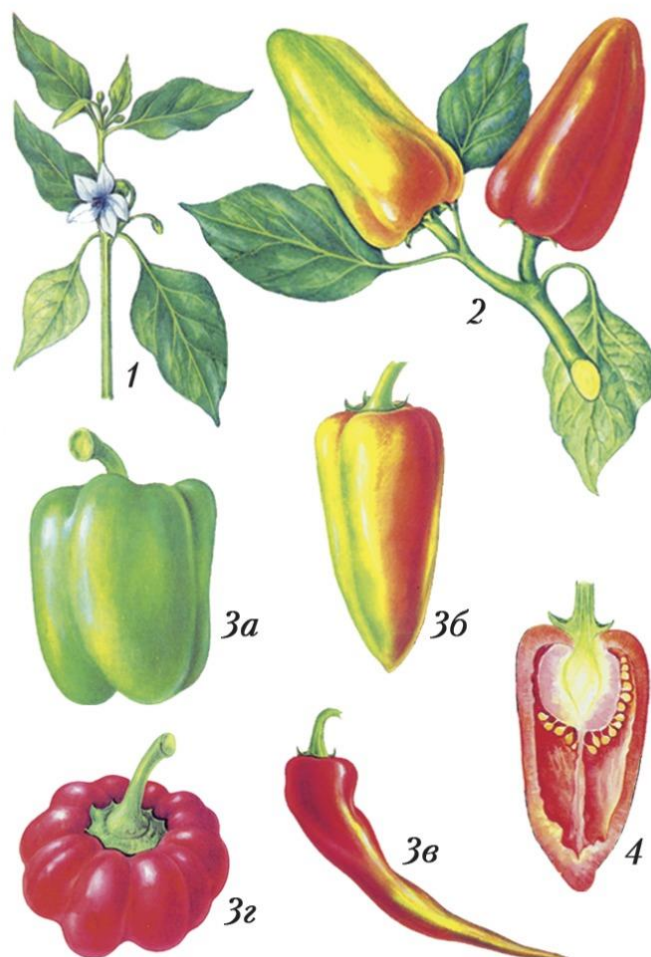


Рисунок 2 – Перец овощной (*Capsicum annuum*)

1– цветущий побег, 2 – плодоносящий побег, 3 – плод (а – кубовидный, б – конический, в – хоботовидный, г – плоскоокруглый), 4 – продольный разрез плода

В тропических странах, кроме однолетнего перца, возделывают многолетние полукустарниковые виды пряного – перуанский,

колумбийский Чако, или птичий, опушенный. Эти виды перца используются, как правило, лишь местным населением [12].

Корневая система растения, сильно разветвленная с ясно выраженным, но ограниченным по глубине проникновения в почву главным корнем. Боковые корни благодаря сильному ветвлению придают корневой системе мочковатый вид. Придаточные корни появляются в небольшом количестве и лишь в том случае, если молодые растения глубоко заделаны в почву, создав оптимальный режим почвенного питания в этой зоне. Интенсивность нарастания массы корней значительно изменяется в зависимости от возраста растений. Относительно слабая активность прироста проявляется до закладки генеративных органов цветка. Затем наступает период своеобразной вспышки в росте корней, который продолжается до начала плодообразования. Восстановительная способность корневой системы у перца выражена слабо [12].

Стебель в начале вегетации мягкий, сочный, а к периоду созревания плодов у основания древеснеет и часто становится опробковевшим. Главный стебель у многих сортов перца разветвляется у основания, образуя пасынки. Цветки и плоды образуются в местах разветвления стебля, поэтому чем лучше условия для развития растений, тем лучше они будут ветвиться и тем выше продуктивность. Прищипка главного стебля перед бутонизацией устраняет апикальное доминирование, активизирует рост боковых побегов, на которых образуется много дружно созревающих плодов.

Листья простые, цельные и черешковые. Расположение на побеге очередное, иногда встречается мутовчатое и супротивное. Преобладающие формы листовой пластинки – яйцевидная (различных модификаций) и ланцетовидная. В период плодоношения и к концу вегетации появляются листья с наиболее короткими черешками [14].

Цветки колесовидной формы, одиночные, парные или собраны пучками, венчик белый, желтый, фиолетовый или белый с фиолетовыми

пятнами. При образовании плодов появление новых цветков замедляется, после снятия плодов вновь усиливается. Перец является факультативным самоопылителем, т. е. растениям присущи признаки, характеризующие их приспособленность и к самоопылению, и к перекрестному опылению [12].

Плод – ложная трехгнездная ягода, крупные, кубовидной и/или конусовидной формы, очень обогащены витамином С и аминокислотами. Вначале плоды имеют зеленый оттенок, позже, в период биологической зрелости, приобретает красную окраску

Семена по форме плоские, полукруглые, слегка изогнутые, цвет окраски кожуры семян желтый или бледно-желтый, содержат запас питательных веществ (эндосперм) [28].

Перец – влаголюбивое растение. Он предъявляет высокие требования к влажности почвы и воздуха. Это вызвано ограниченным распространением корневой системы. Переувлажнение вызывает снижение кислорода в почве и активность роста корневой системы. Недостаток влаги приводит к осыпанию цветков и уменьшению количества репродуктивных органов [3; 25].

Как было отмечено ранее УФ-радиация 250-320 нм для многих растений является стрессовым фактором. Поэтому даже при незначительном уменьшении стратосферного озонового слоя можно ожидать относительно большого биологического фактора УФ-излучения выраженного в изменении видового состава и продуктивности растений.

В настоящее время продолжается разрушение озонового слоя под действием антропогенных факторов. В этой связи изучение влияния УФ-радиации на живые организмы, в том числе и растительные, являются весьма актуальным как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Для изучения влияния различных доз ультрафиолета на устойчивость листьев перца и содержание фотосинтетических пигментов была разработана следующая схема опыта:



- 1 вариант – контроль (облучение лучами видимого спектра);
- 2 вариант – облучение УФ-лучами в течение 1 мин;
- 3 вариант – облучение УФ-лучами в течение 5 мин;
- 4 вариант – облучение УФ-лучами в течение 10 мин.

В качестве источника ультрафиолетовой радиации использовали бактерицидную лампу БУВ-30П с максимумом излучения 253,7 нм, помещенную в установку с отражателем из алюминиевой фольги [16]. Расстояние между лампой и облучаемыми объектами составляло 10 см (рисунок 3).

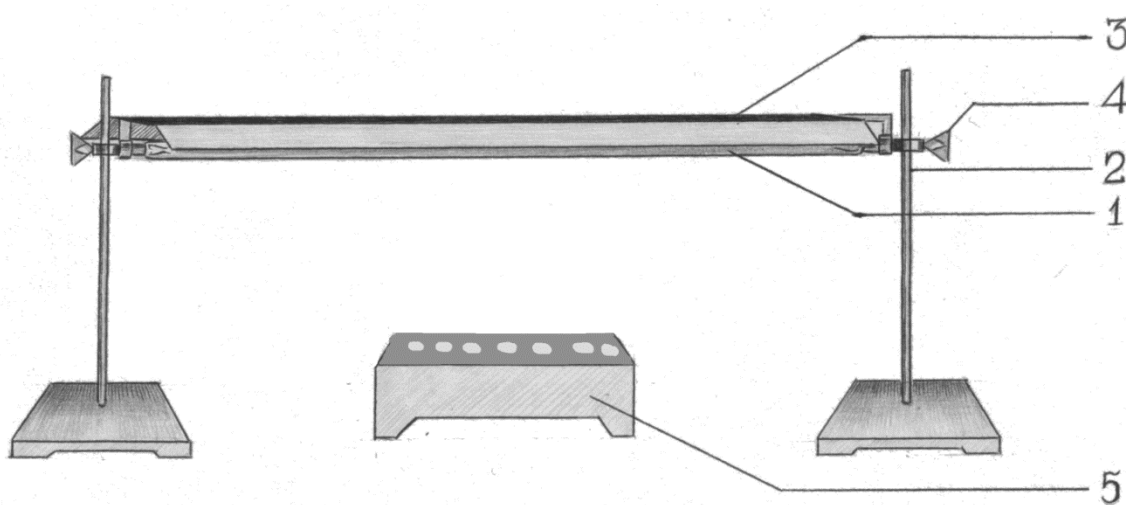


Рисунок 3 – Установка для облучения растений ультрафиолетовыми лучами

1 – бактерицидная лампа, 2 – штатив, 3 – экран из алюминиевой фольги, 4 – винт, фиксирующий лампу в штативе, 5 – штатив, на котором размещена рассада исследуемого растения

В качестве контроля использовали листья исследуемых растений, освещенные лучами видимого света. В дальнейшем проводились наблюдения за характером повреждений в течение 7 дней с момента облучения.

## 2.2 Методы исследования

Интенсивность фотосинтеза напрямую зависит от концентрации (содержания) фотосинтетических пигментов (основных и дополнительных), содержание которых определялось с использованием

спектрофотометра СФ-26, по методике, описанной В. Ф. Гавриленко и М. Е. Ладыгиной [4]. Содержание пигментов выражается в миллиграммах на единицу сырой или сухой массы (на 1 г), процентах сырой (сухой) массы и единицу площади листьев (дм<sup>2</sup>).

С помощью спектрофотометрического анализа определяется содержание пигментов листа. По оптической плотности определяется концентрация пигментов. Оптическую плотность экстракта измеряют при определенных длин волн в кювете с толщиной слоя 1,0 см.

Концентрацию хлорофиллов *a* и *b* в ацетоновых экстрактах рассчитывали по формуле Мак-Кини (1), а каротиноидов по формуле Ветштейна (2):

$$C_{\text{хл.}a} = 12,70 \cdot D_{663} - 2,69 \cdot D_{645} \quad (1)$$

$$C_{\text{хл.}b} = 22,9 \cdot D_{645} - 4,6 \cdot D_{663}$$

$$C_{\text{хл.}a+\text{хл.}b} = 8,02 \cdot D_{663} + 20,2 \cdot D_{645}$$

где  $C_{\text{хл.}a}$  – концентрация хлорофилла *a*, мг/л;

$C_{\text{хл.}b}$  – концентрация хлорофилла *b*, мг/л;

$C_{\text{хл.}a+\text{хл.}b}$  – концентрация хлорофилла *a* и *b*, мг/л;

$D_{663}$  – оптическая плотность раствора при длине волны 663, нм;

$D_{645}$  – оптическая плотность раствора при длине волны 645, нм.

$$C_{\text{кар}} = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268 \cdot C_{\text{хл.}a+\text{хл.}b} \quad (2)$$

где  $C_{\text{кар}}$  – концентрация каротиноидов, мг/л;

$D_{440,5}$  – оптическая плотность раствора при длине волны 440,5, нм;

$C_{\text{хл.}a+\text{хл.}b}$  – концентрация хлорофилла *a* и *b*, мг/л.

Содержание пигмента в растительном материале (мг/г сырого веса) рассчитывали по формуле (3):

$$A = \frac{C \cdot V}{P \cdot 1000} \quad (3)$$

где  $A$  – содержание пигмента в растительном материале, мг/г сырого веса;

$C$  – концентрация пигмента, мг/л;

$V$  – объем вытяжки пигмента, мл;

P – навеска растительного материала, г.

Все опыты на содержание основных и дополнительных пигментов проведены в трёх кратких аналитических повторностях. Для подсчета достоверности данных был проведен статистический анализ с использованием U-критерия Манна-Уитни, применяемый для оценки различий между двумя независимыми выборками по уровню какого-либо признака, измеренного количественно. Позволяет выявлять различия в значении параметра между малыми выборками.

#### Выводы по второй главе

В данной главе представлены особенности организации исследования и его методы. Для определения действия различных доз ультрафиолетового излучения на содержание пигментов в листьях перца использовалась методика В. Ф. Гавриленко и М. Е. Ладыгиной. Содержание пигментов в листьях определялось спектрофотометрическим анализом. Метод наблюдения использовали для оценки степени повреждения листьев перца на различные дозы УФ-радиации. В качестве достоверности полученных данных в результате исследования был использован U-критерий Манна-Уитни.

### ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЛИСТЬЯ ПЕРЦА

Одним из важнейших абиотических факторов в жизни растений является свет. Выявлено, что коротковолновая часть, которая занимает 7 % от общей солнечной радиации, имеет наибольшее значение для физиологических процессов.

От действия УФ-радиации могут происходить такие процессы, как деструкция и инактивация витаминов, антиоксидантов, других биологически активных соединений, включая фитогормоны, прежде всего индолилуксусную кислоту [34]. Растения отвечают на повышение интенсивности УФ-радиации уменьшением биомассы, площади листовой поверхности, появлением некрозов (ожогов) на листьях, нарушением корреляции между ростом надземных и подземных органов, ослаблением апикального доминирования, угнетением развития генеративных органов, может серьезно нарушаться работа фотосинтетического аппарата [2]. В отличие от других стрессоров, ультрафиолетовое излучение действует вначале на поверхностный слой клеток, после чего наблюдается сильное рассеивание его в толще ткани и поглощение большим числом биологических соединений (предполагается, что сильная степень воздействия может проявиться в виде ожога эпидермиса) [39]. Степень воздействия ультрафиолетового излучения на листья перца можно проследить по проявлению на листьях ожога эпидермы (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние УФ-излучения на степень повреждения листьев перца (*Capsicum*) сорта «Богатырь»

Объект исследования	Время облучения, мин	Степень повреждения, %						
		1 <sup>ые</sup> сутки	2 <sup>ые</sup> сутки	3 <sup>ьи</sup> сутки	4 <sup>ые</sup> сутки	5 <sup>ые</sup> сутки	6 <sup>ые</sup> сутки	7 <sup>ые</sup> сутки
Перец сладкий ( <i>Capsicum annuum</i> ) сорт «Богатырь»	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,0	0	0	0	0	5-10	10-15	10-15
	5,0	0	5-10	15-20	30-40	30-40	50-60	70-80
	10,0	5-10	15-20	30-40	30-40	50-60	70-80	70-80

У объекта исследования в контрольной группе в течение семи дней повреждений не наблюдается. Повреждения стали проявляться на пятые сутки после облучения листьев в течение одной минуты и на седьмые сутки степень повреждения составила 10-15 %. Повреждения проявлялись в виде некрозов (ожогов) – появление белых пятен и скручивании листьев.

После воздействия ультрафиолетового излучения на листья перца сорта «Богатырь» в течение пяти и десяти минут наблюдались повреждения со вторых и первых суток соответственно и составляли 5-10 %. С каждым днем степень повреждения листьев увеличивалась и к концу эксперимента наблюдались 70-80 % ожогов листовой поверхности.

Таким образом, исходя из полученных в результате исследования данных можно заключить, что динамика появления ожогов на листьях перца увеличивается с повышением времени облучения листьев УФ-лучами.

Продуктивность растительного организма определяется напряженностью физиолого-биохимических процессов, которые в свою очередь регулируются как внешними, так и внутренними факторами. Ведущая роль среди внутренних факторов принадлежит процессу фотосинтеза, непрерывно связанному с многочисленными реакциями энергетического и пластического обмена.

Эволюция фотосинтеза во многом предопределила не только высокий уровень организации растений, но и всех других организмов на Земле. Появление различных модификаций световых и темновых реакций явились одним из ответов на изменяющиеся условия внешней среды и позволили занять растительным организмам различные экологические ниши.

В результате адаптации ассимиляционной деятельности растений к условиям среды (порой экстремальным) достигается интенсивность продукционных процессов и уровень биологической продуктивности, необходимые для успешного выживания и конкурентоспособности видов растений и для стабильного существования экосистемы в целом.

Наиболее выразительной характеристикой адаптации фотосинтетического аппарата растений к солнечным лучам является содержание пигментов в зеленых листьях.

Частичное разрушение озонового экрана может привести к существенному повышению проникновения через атмосферу богатой энергией УФ-радиации. Одной из адаптационно-защитной реакции при действии ультрафиолетовых лучей является способность к резкому изменению уровня содержания пигментов.

В данной квалификационной работе рассмотрено влияние УФ-излучения на содержание хлорофилла *a* и *b* и каротиноидов. Содержание пигментов определяли, на 7-й день после облучения ультрафиолетом. К этому времени листья перца сорта «Богатырь» погибли после облучения в течение 5 и 10 минут.

Содержание пигментов в листьях растения перца, после действия различных доз ультрафиолетового излучения отражено в приложении 1.

Результаты исследования влияния ультрафиолетового излучения на содержание пигментов в листьях перца представлены на рисунке 4 (с учетом различия данных достоверности при  $p \leq 0,05$  по сравнению с контролем, обозначенных звездочкой).

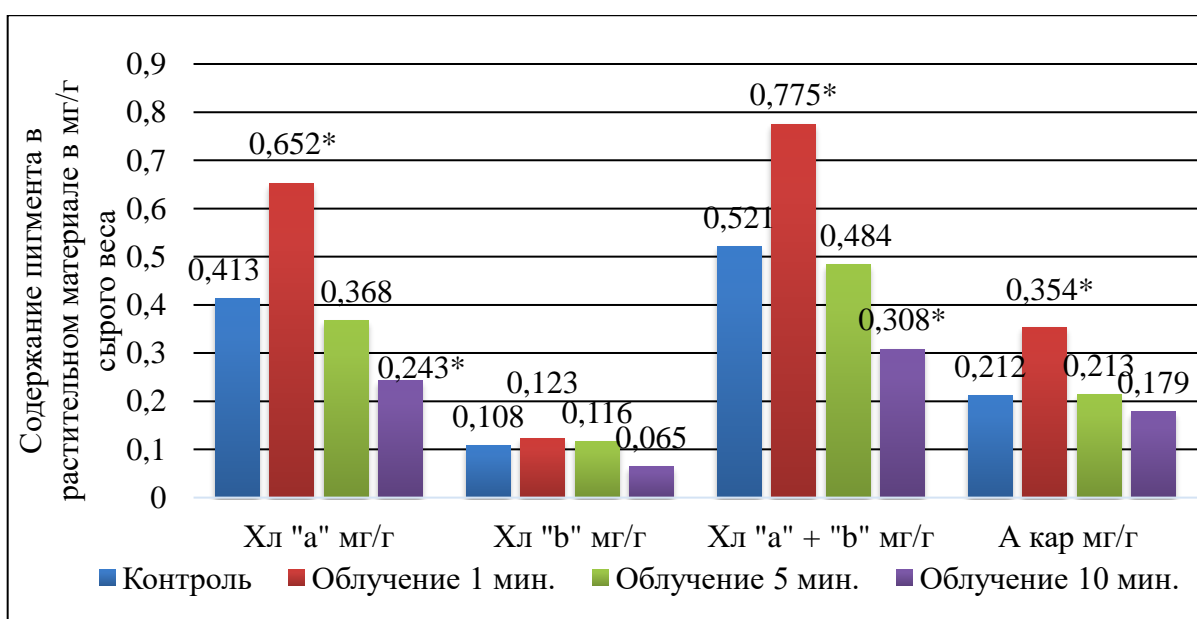


Рисунок 4 – Действие различных доз ультрафиолетового излучения на содержание пигментов в листьях перца (*Capsicum*) сорта «Богатырь»

Данные исследования указывают на то, что изучаемый объект имеет неодинаковое исходное содержание как основных, так и дополнительных пигментов, а это в свою очередь влияет на изменение пигментного состава после воздействия УФ-излучения, а именно:

– минимальные дозы УФ-излучения (1 мин) достоверно повышают содержания хлорофилла *a*, что согласуется с данными А. П. Дубова, согласно которым даже при кратковременном воздействии УФ-радиации может стимулироваться как образование протохлорофилла, так и его переход в хлорофилл;

– по мере нарастания дозы происходило снижение содержания пигментов у исследуемого объекта;

– при максимальной дозе облучения (10 мин) происходило достоверно значимое уменьшение содержания хлорофилла *a* по сравнению с контролем.

Таким образом, полученные нами данные позволяют заключить, что общий характер реакции живой системы представляет собой двухфазную кривую, согласно которой с ростом дозы агента предшествующий сначала действует как фактор, стимулирующий жизнедеятельность биологического объекта, а затем как повреждающий, вызывая угнетение жизненных функций организма.

Следует отметить, что результаты эксперимента указывают на большое значение в устойчивости растений к УФ-радиации таких дополнительных пигментов как каротиноидов (происходит достоверное увеличение при облучении 1 мин), которые локализуются в мембранах хлоропласта и выполняют не только светособирающую функцию, но и фотозащитную функцию.

Поглощают пигменты каротиноиды свет в сине-фиолетовой области (350-500 нм), где хлорофиллы поглощают мало, они являются дополнительными сборщиками световой энергии. Так же каротиноиды, в частности  $\beta$ -каротин, является самым распространённым метаболитом

живых организмов, участвующих в системе защиты клеток от воздействия абиотических факторов среды.

Функции каротиноидов в фотосинтезе обсуждается уже много лет, но однозначного решения этой проблемы, как оказалось, не существует. Всегда остается открытым вопрос: зачем фотосинтетической системе такой богатый набор каротиноидов. Одна функция  $\beta$ -каротиноидов – защитная, то есть предохранение хлорофиллов свет собирающей антенны ФС II от фотодеструкции, была известна еще на первых этапах исследования фотосинтеза,  $\beta$ -каротиноиды выполняют также роль структурного компонента кислород выделяющей системы, соединяющей P680 и марганцевый комплекс. Этот же каротиноид служит проводником электронов от выше указанного комплекса к P680 – участие в переносе электрона и определенная локализация в кислород выделяющей системе требует высокой степени ориентации  $\beta$ -каротиноидов в структуре хлоропластов. По данным работ Д. О. Сапожникова  $\beta$ -каротиноиды распределены не беспорядочно на внешней поверхности мембраны, а доменами, или функциональными единицами. Участие в трансформации энергии и защитную функцию связывают с триплетным состоянием каротиноидов. При этом энергия триплетного возбужденного состояния хлорофилла превращается в теплоту (рисунок 5).

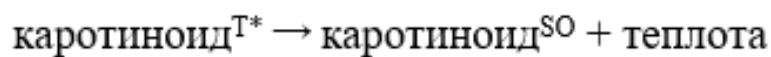
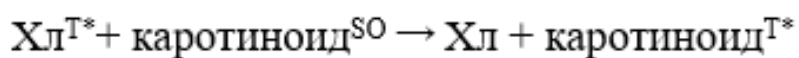


Рисунок 5 – Превращение энергии триплетного возбужденного состояния хлорофилла в теплоту

Кроме этого, каротиноиды взаимодействуют с возбужденным (синглетным) кислородом, который не специфически окисляет многие органические вещества, могут переводить его в основное состояние (рисунок 6).



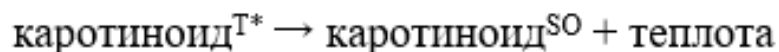
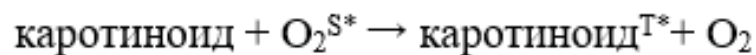


Рисунок 6 – Взаимодействие каротиноида с синглетным кислородом и переход его в основное состояние

Выводы по третьей главе

Степень воздействия ультрафиолетового излучения на листья перца можно проследить по проявлению на листьях ожога в виде белых пятен. Листья перца сорта «Богатырь» к концу пострадиационной неделе имеют больше повреждений при максимальной дозе излучения (10 мин).

Полученные данные свидетельствуют, что минимальные дозы УФ-излучения (1 мин) оказывают стимулирующее действие – повышают содержания как основных, так и дополнительных пигментов, а по мере увеличения дозы происходит уменьшения содержания пигментов у изучаемого объекта, что может привести к полному их разрушению. Также выявлено большое значение в устойчивости растений к УФ-радиации таких дополнительных пигментов как каротиноидов, которые выполняют не только светособирающую функцию, но и фотозащитную функцию.

## **ГЛАВА 4. СОДЕРЖАНИЕ, МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ВНЕУРОЧНОГО ЗАНЯТИЯ У УЧАЩИХСЯ 6 КЛАССА ПО ТЕМЕ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ РАСТЕНИЯ»**

Место данного занятия в системе внеурочной деятельности: занятие способствует обобщению понятий глав «Органы цветковых растений» и «Основные процессы жизнедеятельности растений», а также способствует развитию умений работы с печатными и наглядными материалами, проведению лабораторного эксперимента.

Цель занятия: формирование различных видов универсальных учебных действий (УУД) через создание предметной среды при изучении экологических групп растений, обеспечивающей реализацию системно-деятельностного подхода при изучении нового материала, а также обобщении и закреплении изученного.

Задачи:

1. Обучающие: создать условия для формирования знаний о понятии экологические группы растений.

2. Развивающие: создать условия для развития у обучающихся исследовательских качеств: логического мышления, умений прогнозировать, сравнивать, анализировать, обобщать и делать выводы. Продолжить формирование навыков работы с лабораторным оборудованием, а также умения ставить простой опыт. На примерах практической значимости знаний о понятии экологические группы растений показать обучающимся использование этой информации в различных сферах жизни общества.

3. Воспитывающие: воспитание культуры труда (аккуратное ведение рабочей тетради), терпеливости, ценности научных открытий и их значимости в мире, а также формирование умений учащихся работать в парах.

Планируемые результаты:

1. Личностные: принятие социальной роли обучающегося, развитие мотивов учебной деятельности и формирование личностного смысла обучения, социальных и межличностных отношений.

2. Метапредметные:

– познавательные: умение определять понятия, устанавливать аналогии, строить логические рассуждения и делать выводы, производить поиск информации, анализировать и оценивать её достоверность;

– коммуникативные: готовность получать необходимую информацию, отстаивать свою точку зрения в диалоге, выдвигать гипотезу, доказательства, продуктивно взаимодействовать со своими партнерами, владеть письменной речью;

– регулятивные: умение планировать и регулировать свою деятельность, самостоятельно планировать пути достижения цели, владение основами самоконтроля и самооценки.

3. Предметные: различать по внешнему виду, схемам и описаниям реальные биологические объекты или их изображения, выявлять отличительные признаки биологических объектов; сравнивать биологические объекты (растения), процессы жизнедеятельности; делать выводы и умозаключения на основе сравнения.

Используемая технология: проблемное обучение.

Опорные понятия, термины: лист, листовая пластинка, черешок, прилистники, кожица, эпидермис, мякоть листа, столбчатая ткань, губчатая ткань, устьице, устьичная щель, замыкающие клетки, фотосинтез, испарение, газообмен.

Дидактический материал: раздаточный материал в виде карточек, инструкции для проведения лабораторного эксперимента.

I. Организационный момент. Приветствие с классом.

Учитель: «Здравствуйте, ребята! Давайте приступим к нашему занятию».

Обучающиеся приветствуют учителя.

Ведущие УУД: регулятивные универсальные учебные действия (РУУД), коммуникативные универсальные учебные действия (КУУД).

II. Постановка целей и задач занятия. Мотивация учебной деятельности.

Учитель: «Перед вами на экране отображен видеоряд, на основе которого необходимо выделить общие признаки растений разных экологических групп. Итак, давайте посмотрим какие приспособления приобретают растения в течение жизни, обитая в разных местах обитания».

Открытые места обитания (сосна, береза, злаки, кактус, яблоня, виноград, томат): цвет побегов светло-зеленый, листья небольшие, плотные с блестящей кожицей, могут быть покрыты восковым налетом или опушением.

Растения, растущие по пологом леса, в глубинах расщелинах и других местах (мхи, кислица, майник, папоротники): листовые пластины крупные, тонкие.

Растения, свободно произрастающие как в тенистых местообитаниях, так и на открытых участках с большим количеством прямого солнечного света (огурец, кабачок, щавель): широкие, тонкие и мягкие листья, по форме они плоские и гладкие, для них характерно горизонтальное расположение листовой, обычно вытянутые и имеют удлинённый стебель.

Водные растения (кувшинка, калужница болотная, рогоз): большие и тонкие листья, поверхность листа покрыта глянцевой кожицей, длинные стебли.

Сухие места обитания – степи, полупустыни и пустыни (алоэ, верблюжья колючка, кактусы, агава): листья имеют толстую плотную кожицу, опушение или превращены в колючки.

Места достаточного увлажнения (клевер, ромашка, ландыш, медуница, сирень, кукуруза, пшеница): ветвящиеся корни, широкие, плоские и зеленые листья разнообразной формы.

Учитель: «Давайте представим, что мы с вами являемся группой ученых, которые работают в научной лаборатории растений. Мы должны предоставить образцы растений на выставку «Экологические группы растений». Но так случилось, что новенький лаборант перепутал все этикетки. Нам необходимо восстановить образцы. А чтобы это сделать, давайте вспомним информацию об экологических группах».

Работа со схемой «Экологические группы растений» (приложение 2).

Учитель: «Итак, давайте сформулируем цель нашего сегодняшнего занятия».

Обучающиеся: «На основе исследования определить экологическую группу изучаемого растения».

Ведущие УУД: познавательные универсальные учебные действия (ПУУД), РУУД, КУУД.

III. Изучение нового материала.

Учитель: «Все правильно. Для отнесения растения к определенной экологической группе необходимо использовать план описания».

Работа с планом описания растения (приложение 3). Рассмотрение и объяснение каждого пункта плана.

Учитель: «Теперь я вам предлагаю выполнить несколько заданий. Также вам будет предложена лабораторная работа по качественному обнаружению пигментов в листьях ваших исследуемых растений».

Пигменты – это такие органические соединения, присутствие которых обеспечивает окраску клеток и тканей растений.

Биологические пигменты делятся на следующие группы:

1. Каротиноиды:

- каротин (желто-оранжевый),
- гематокром (красный),

- ксантофилл (желтый),
- ликопин (красный, красно-оранжевый),
- лютеин (желтый).

Содержатся в растениях, устойчивых к пониженным температурам. Когда хлорофилл исчерпывается в холодное время года, листья приобретают заметную желтую или оранжевую окраску за счёт действия пигмента каротиноида. Каротиноиды защищают растения от пагубного действия солнечного света, принимая УФ-излучения солнца на себя, трансформируя в энергию и передавая ее хлорофиллу.

2. Антоцианы – придают растениям окраску в диапазоне от розовой, красной, сиреневой, до синей и темно-фиолетовой. Усиленное образование антоцианов в клетках растения происходит при снижениях температур окружающей среды, при остановках синтеза хлорофилла, при интенсивном освещении УФ-лучами, при недостатке фосфора. При этом окраска листьев растений изменяется от зелёных до красных и синих цветов.

3. Фитохром – голубой растительный пигмент белкового строения, контролирует процессы цветения и прорастания семян.

4. Антохлор – пигмент желтого цвета. Встречается в клетках кожицы лепестков первоцвета (баранчики, примула), льнянки, желтого мака, георгины, в плодах лимонов и других растениях.

5. Антофеин – редко встречающийся пигмент темного цвета. Вызывает окраску пятен на крыльях венчика у русских бобов (*Faba vulgaris*).

6. Хлорофилл – зеленый пигмент, обуславливающий зеленую окраску хлоропластов растений. При его участии осуществляется процесс фотосинтеза [21].

Кроме того, пигменты растений можно классифицировать по соответствующим цветам (таблица 2).

Таблица 2 – Группы пигментов по цветам

Цвет	Название	Роль в жизни растения
Белый	Бетулин	Накапливается в клетках коры молодых деревьев, венчиках цветов
Розовый, сиреневый, синий, фиолетовый	Антоцианы	Окрашивает плоды, семена, венчики цветов
Желтый	Каротиноиды, флавоны, флавонолы, халконы, ауроны.	Находятся в вакуолях эпидермиса. Окрашивают плоды, листья
Черный	Меланины, антоцины	Окрашивают цветы и плоды в темно-синий цвет
Коричневый	Верцетины	Окрашивают древесину, листья (чай)
Зеленый	Хлорофилл	Окраска листьев в зеленый цвет. Фотосинтез

Перед началом работы я бы хотела вам напомнить, что со всеми веществами вы работаете аккуратно, не пробуете их на вкус и запах, если что-то попало на ваши руки, то быстро смываете это обильным потоком воды. Девочкам необходимо будет убрать волосы.

Можете приступать к заданиям, предлагаю начать вам с лабораторной работы. У вас есть 20-25 мин на выполнение всех заданий и ответы на вопросы».

Учащимся предлагается раздаточный материал в виде карточек с заданиями:

1. Описать морфологию листа (приложение 4).
2. Описать анатомическое строение листовой пластинки (приложение 5).
3. Выполнить лабораторную работу «Обнаружение пигментов листьев растений» (приложение 6).

Также для облегчения вашей работы вы можете пользоваться справочным материалом» (приложение 7).

Обучающиеся выполняют предложенные задания.

Ведущие УУД: личностные универсальные учебные действия (ЛУУД), ПУУД, КУУД, РУУД.

#### IV. Первичное закрепление.

Обучающимся необходимо оформить результаты своей работы в форме предложенного шаблона (приложение 8).

Ведущие УУД: ПУУД, РУУД, КУУД.

V. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция.

Учитель: «Ребята, сейчас я вам предлагают предоставить результаты вашей работы».

Обучающиеся предоставляют отчеты по заданиям и отвечают на поставленные вопросы.

Учитель: «Ребята, спасибо большое вам за проделанную работу! Какие выводы вы можете сделать по результатам вашей работы в парах?»

Ведущие УУД: ПУУД, РУУД, КУУД.

Апробация данного внеурочного мероприятия проводилась на базе МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска» среди учащихся 6-х классов в ходе конкурса «Лучшее метапредметное занятие».

В итоге внеурочного занятия были достигнуты все цели в полном объеме, обучающиеся с легкостью выполняли поставленные перед ними задачи.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе была изучена и проанализирована научно-методическая и научная литература по проблеме исследования, на основе которой была установлено, что ультрафиолетовое излучение включает три спектра лучей, причем коротковолновое излучение является самым опасным для растений. Даже непродолжительное нахождение под коротковолновыми лучами приводит к отмиранию точек роста, скручиванию листьев, а также разрушению белковых соединений, которое заканчивается гибелью растений. Средневолновое излучение, составляющее порядка 10 % от всего спектра в небольших дозах, оказывает положительный эффект: способствует повышению холодостойкости и закаливанию, а также в небольших дозах даже необходимо растениям для нормального роста и развития. При этом максимальную пользу из средневолнового излучения извлекают высокогорные растения. После средневолнового облучения растения лучше переносят перепады температуры и способны плодоносить даже в неблагоприятных условиях. Длинноволновое облучение может принести вред растительной клетке только при очень больших дозах.

УФ-излучение для растений в любом случае является стрессом, так как приводит к определенным изменениям. При этом сами изменения будут являться результатом таких факторов, как: строение ткани, генотип, стадия развития, длительность облучения, длина волны. Увеличение дозы коротковолновых УФ-лучей в солнечном спектре, вследствие истощения озонового слоя, может привести к экологической катастрофе.

В процессе выполнения квалификационной работы были выполнены все поставленные задачи. Опытным путем установлено, что:

1. Степень повреждения листьев перца увеличивается при более длительном облучении.

2. Минимальные дозы ультрафиолетового излучения оказывают стимулирующее действие – повышают содержания фотосинтетических пигментов.

3. Повышение дозы коротковолнового ультрафиолетового излучения однозначно оказывает негативное влияние – происходит уменьшения содержания пигментов у изучаемого объекта, что может привести к полному их разрушению.

4. Выявлено значение в устойчивости растений к УФ-радиации таких дополнительных пигментов как каротиноидов, которые локализируются в мембранах хлоропласта и выполняют не только светособирающую функцию, но и фотозащитную функцию.

5. Разработано и апробировано внеурочное мероприятие по теме «Определение экологической группы растения» для учащихся средней школы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматический расчет U-критерия Манна-Уитни (математические методы обработки данных) : сайт. – URL: <https://www.psychol-ok.ru/statistics/mann-whitney/> (дата обращения: 25.03.2021).
2. Агеев Б. Г. Биоиндикация стратосферного озона / Б. Г. Агеев, В. В. Баженова, А. В. Бенькова, В. В. Зуев. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2006. – 228 с. – ISBN 5-7692-0879-1.
3. Биологические основы сельского хозяйства : учеб. для вузов, обучающихся по специальности 032400 «Биология» / И. М. Ващенко, В. Г. Лошаков, Б. А. Ягодин. – Москва : Академия, 2004. – 544 с. – ISBN 5-7695-1334-9.
4. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по физиологии растений : учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов / В. Ф. Гавриленко, М. Е. Ладыгина, Л. М. Хандобина. – Москва : Высшая школа, 1975. – 392 с.
5. Горышина Т. К. Экология растений : учеб. пособие / Т. К. Горышина. – Москва : Высшая школа, 1979. – 368 с.
6. Гуляев Г. В. Генетика / Г. В. Гуляев. – Москва : Книга по Требованию, 2013. – 352 с. – ISBN 978-5-458-29211-5.
7. Гурский А. В. Влияние ультрафиолетовой радиации на высшие растения / А. В. Гурский Л. Ф. Остапович, Ю. Р. Соколов. – Москва : Издательство Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, 1961. – 148 с.
8. Дубров А. П. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения / А. П. Дубров. – Москва : Наука, 1968. – 250 с.
9. Дубров А. П. Действие ультрафиолетовой радиации на растения / А. П. Дубров. – Москва : Изд. Академии наук СССР, 1963. – 115 с.

10. Дымова О. В. Состояние пигментного аппарата растений живучки ползучей в связи с адаптацией к световым условиям произрастания / О. В. Дымова, Т. К. Головки // Физиология растений. – 2007. – № 1. – С. 47–43.

11. Дымова О. В. Фотосинтетические пигменты: функционирование, экология, биологическая активность / О. В. Дымова, Т. К. Головки // Известия уфимского научного центра российской академии наук. – 2018. – № 4. – С. 5–16.

12. Жизнь растений. Т 5. Цветковые растения / ред. А. Л. Тахтаджяна [и др.]. – Москва : Книга по требованию, 2013. – 576 с. – ISBN 978-5-458-27133-2.

13. Жужа Е. Д. Разработка визуальных и спектрофотометрических методов определения содержания каротиноидов и степени зрелости плодов томата : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.03 / Жужа Евгения Дмитриевна. – Санкт-Петербург, 2013. – 151 с.

14. Зайчикова С. Г. Ботаника : учебник / С. Г. Зайчикова, Е. И. Баранов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 288 с. – ISBN 978-5-9704-1928-1.

15. Канаш Е. В. Изменение продуктивности и содержания пигментов у растений фасоли при ультрафиолетовом стрессе / Е. В. Канаш // Фотосинтез и продуктивность растений / ред. В. А. Кумакова. – Саратов : [б. и.], 1990. – С. 89–94.

16. Канаш Е. В. Фотосинтез и продуктивность растений : учеб. пособие / Е. В. Канаш. – ВАСХНИЛ. Всерос. отд. – НИИ С.Х. Юго-Востока. – Саратов : [б. и.], 1990. – С. 86–89.

17. Карпенко И. Г. Физико-химические методы анализа : рабочая тетрадь / И. Г. Карпенко, Н. М. Лисун. – Челябинск : Изд-во Южно-Урал. гос. гуманитар.-пед. ун-та, 2017. – 89 с. – ISBN 978-5-906908-48-3.

18. Кахнович Л. В. Пигментный фонд хлоропластов в зависимости от спектрального состава света / Л. В. Кахнович, М. Г. Гриц. – Москва : [б. и.], 1976. – 466 с.
19. Кравец Е. А. Влияние УФ-Б облучения на репродуктивную функцию растений *Hordeum vulgare L.* / Е. А. Кравец, Д. М. Гродзинский, Н. И. Гуша // Цитология и генетика. – 2008. – № 5. – С. 9–16.
20. Креславский В. Д. Предоблучение отделенных листьев шпината красным светом повышает устойчивость фотосинтетического аппарата к УФ-радиации / В. Д. Креславский, М. С. Христин, Н. И. Шабнова, В. Ю. Любимов // Физиология растений. – 2012. – № 6. – С. 723–729.
21. Лебедева Т. С. Пигменты растительного мира / Т. С. Лебедева, К. М. Сытник. – Киев : Наукова думка, 1986. – 83 с.
22. Логвинова Е. Е. Исследование групп биологически активных веществ плодов рябины черноплодной различных сортов : автореф. дис. ... канд. фарм. наук : 14.04.02 / Логвинова Елизавета Евгеньевна. – Москва, 2017. – 162 с.
23. Любименко В. Н. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире : учебник / В. Н. Ладыгин. – Москва : Сельхозгиз, 1935. – 320 с.
24. Медведев С. С. Физиология растений : учебник для студ. и асп. биол. фак. унтов, пед. и с.-х. вузов / С. С. Медведев. – Санкт-Петербург : БВХ-Петербург, 2012. – 512 с. – ISBN 978-5-9775-0716-5.
25. Миркин Б. М. Высшие растения : краткий курс систематики с основами науки о растительности : учебник / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. А. Мулдашев. – Москва : Логос, 2001. – 264 с. – ISBN 5-94010-041-4.
26. Огоева Е. К. Анатомические изменения структуры листьев растений под действием естественной УФ радиации / Е. К. Огоева, О. А. Акназаров // Изв. АН Тадж ССР, Отд. биол. наук. 1988. – № 3, С. 58–62.
27. Одилбеков К. Влияние предпосевной обработки семян УФ-лучами разной длины волны на ростовые процессы, уровень гормонов и

продуктивность растений / К. Одилбеков, О. А. Акназаров // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2007. – № 2. – С. 165–170.

28. Основы сельского хозяйства : учеб. пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов / под ред. : П. М. Фокеева. – Москва : Просвещение, 1976. – 431 с.

29. Панкратова Е. М. Практикум по физиологии растений с основами биологической химии / Е. М. Панкратова. – Санкт-Петербург: Квадро, 2017. – 176 с.

30. Соколова Т. А. Декоративное растениеводство: Цветоводство / Т. А. Соколова. – Москва : Академия, 2010. – 432 с.

31. Тертышная Ю. В. Воздействие ультрафиолетового излучения на всхожесть и ростовые процессы семян пшеницы / Ю. В. Тертышная, Н. С. Левина, О. В. Елизарова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 2. – С. 31–36.

32. Физиология растений : лабораторный практикум для студентов биологического факультета / А. П. Кудряшов, Т. И. Дитченко, О. В. Молчан, И. И. Смолич, О. Г. Яковец. – Минск : БГУ, 2011. – 76 с. – ISBN 978-985-518-501-8.

33. Физиология растений : учеб.-метод. пособие / И. С. Киселева, М. Г. Малева, Г. Г. Борисова, Н. В. Чукина, А. С. Тугбаева. – Екатеринбург : Уральский университет, 2018. – 120 с. – ISBN 978-5-7996-2416-3.

34. Хаханина Т. И. Химия окружающей среды : учебник для академического бакалавриата / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, Л. С. Суханова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2016. – 215 с.

35. Чубарова Н. Е. Ультрафиолетовая радиация у земной поверхности : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.30 / Чубарова Наталья Евгеньевна. – Москва, 2007. – 48 с.

36. Шорников Д. Г. Влияние ультрафиолетового излучения на фотосинтетическую активность генотипов земляники и актинидии / Денис Шорников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2014. – № 5. – С. 1373–1376.

37. Юрин В. М. Физиология растений : учеб. пособие / В. М. Юрин. – Минск : БГУ, 2012. – 455 с. – ISBN 978-985-518-292-5.

38. Экологические группы растений (справочные таблицы) : сайт. – URL: [https://vk.com/doc227011217\\_600200486?hash=2355bfcf606a2f5444&dl=d3f9612c9a8f2ee05e](https://vk.com/doc227011217_600200486?hash=2355bfcf606a2f5444&dl=d3f9612c9a8f2ee05e) (дата обращения: 03.12.2020).

39. Юрченко Е. Г. Аналитическая оценка внешних проявлений стресс-реакции и специализированной адаптации виноградных растений при повреждающем воздействии УФ-радиации / Е. Г. Юрченко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – № 13. – С. 111–119.

40. Якушкина Н. И. Физиология растений : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 «Биология» / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – Москва : Владос, 2005. – 463 с. – ISBN 5-691-01353-X.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Содержание пигментов

Таблица 1.1 – Влияние ультрафиолетового излучения на содержание пигментов в листьях перца (*Capsicum*) сорта «Богатырь» ( $M \pm m$ )

Объект исследования	Время облучения, мин	Хл <i>a</i> мг/г с.в.	Хл <i>b</i> мг/г с.в.	Хл <i>a + b</i> мг/г с.в.	A <sub>кар</sub> мг/г с.в.
Перец сладкий ( <i>Capsicum annuum</i> ) сорт «Богатырь»	контроль	0,413 ± 0,07	0,108 ± 0,06	0,521 ± 0,07	0,212 ± 0,07
	1,0	0,652 ± 0,09*	0,123 ± 0,11	0,775 ± 0,09*	0,354 ± 0,12*
	5,0	0,368 ± 0,02	0,116 ± 0,02	0,484 ± 0,04	0,213 ± 0,09
	10,0	0,243 ± 0,05*	0,065 ± 0,01	0,308 ± 0,02*	0,179 ± 0,08

Примечание – \* различия данных достоверны при  $p \leq 0.05$  по сравнению с контролем



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Экологические группы растений



Рисунок 2.1 – Схема для определения экологической группы растения

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### План описания растения

#### 1. Внешнее строение:

##### 1.1. Особенности листовой пластинки:

1.1.1. Окраска листовой пластины (ярко-зеленые, темно-зеленые, бледно-зеленые).

1.1.2. Размер/ширина (большие, мелкие).

1.1.3. Наличие: опушения, воскового налета, волосков и т.д.

1.1.4. Толщина листа (тонкая, широкая).

2. Анатомическое строение: особенности строения губчатой и столбчатой ткани (рыхлая, плотная, количество устьиц).

3. Физиологические процессы: фотосинтез: пигменты растения (исследовательская работа).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### Внешнее строение листа

Цель работы: описать особенности внешнего строения листовой пластинки.

Оборудование: листья, лупа.

Ход работы:

1. Рассмотрите внешнее строение листа (рисунок 4.1).



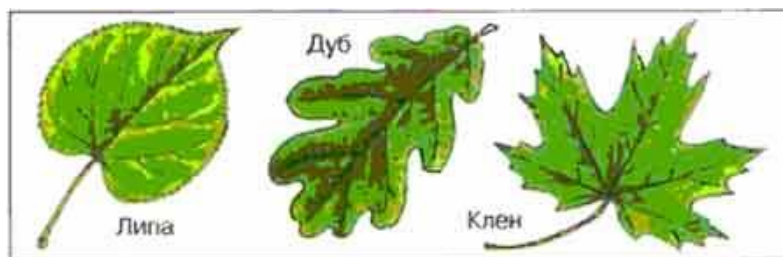
Рисунок 4.1 – Внешнее строение листа

2. Найдите листовую пластинку – расширенную часть листа. Найдите черешок – узкую стеблевидную часть листа, которой листовая пластинка соединяется со стеблем. Найдите основание листа – часть, которой черешок прикрепляется к стеблю. На листовой пластинке найдите жилки – проводящие сосуды листа.

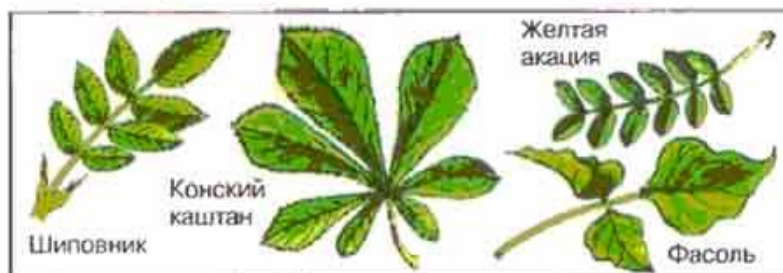
3. Определите простой лист или сложный. Определите тип жилкования (рисунок 4.2).

4. Определите:

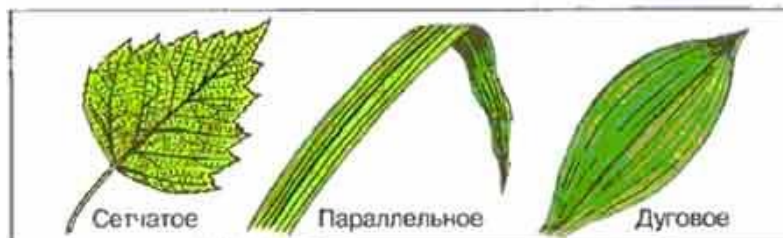
- окраску,
- размер,
- толщину,
- опушение/восковой налет/волоски.



80. Листья простые



81. Листья сложные



82. Жилкование листьев

Рисунок 4.2 – Тип листа и его жилкование

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Внутреннее строение листа растения

Цель работы: выяснить внутреннее строение листа растения, взаимосвязь строения листа и клеток тканей с выполняемой функцией.

Материалы и оборудование: фотографии внутреннего строения листьев.

Ход работы:

1. Рассмотрите предложенные фотографии микропрепаратов поперечного среза листьев (рисунок 5.1).

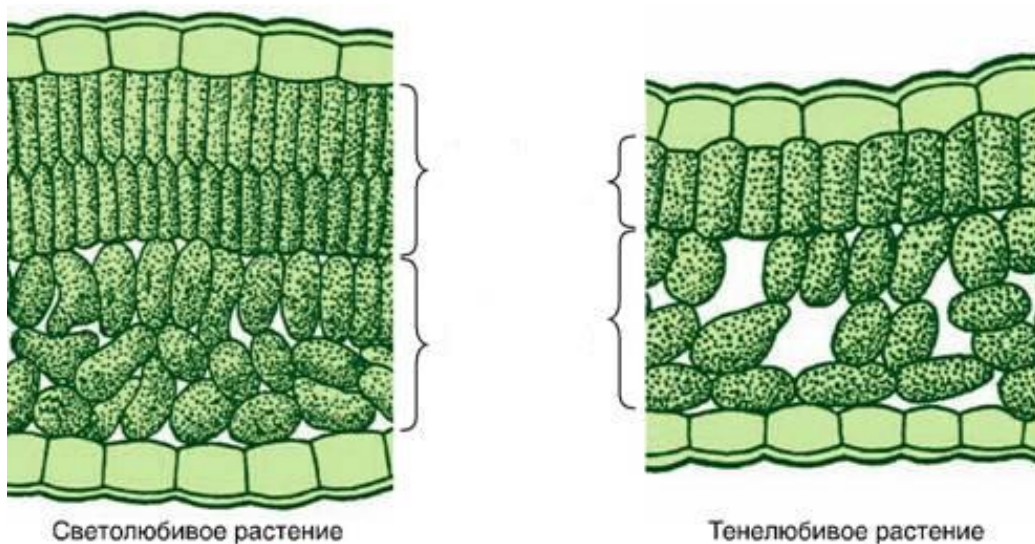


Рисунок 5.1 – Микропрепараты поперечного среза листьев

2. Найдите клетки верхнего и нижнего эпидермиса.
3. Найдите клетки губчатой и столбчатой паренхимы. Опишите особенности расположения клеток.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### Обнаружение пигментов листьев растений

Цель работы: обнаружение пигментов листьев растений.

Задачи работы:

1. Получить спиртовую вытяжку из зеленых листьев.
2. Установить закономерность распределения пигментов по методу бумажной хроматографии.

Опыт № 1. Получение спиртовой вытяжки смеси пигментов

Материалы и оборудование: свежие листья какого-либо зеленого растения, этиловый спирт, вода, ступка фарфоровая с пестиком, пробирка, мерная пробирка, воронка, фильтровальная бумага, штатив, ножницы.

Ход работы:

1. Свежие листья измельчить ножницами и поместить в фарфоровую ступку.
2. Растереть в фарфоровой ступке листья постепенно приливая этиловый спирт (10 мл). Накрыть бумагой и дать настояться.
3. Приготовить складчатый фильтр, смочить водой и поместить в воронку.
4. Полученную спиртовую вытяжку отфильтровать. Для этого стеклянную палочку поставить в воронку под углом и осторожно слить настоявшийся раствор спиртовой вытяжки смеси пигментов на складчатый фильтр.
5. Полученную спиртовую вытяжку смеси пигментов оставить для опыта № 2.

Вывод: \_\_\_\_\_

Опыт № 2. Разделение пигментов методом бумажной хроматографии

Материалы и оборудование: спиртовая вытяжка пигментов, химический стаканчик, фильтровальная бумага, ножницы, стеклянная палочка.

Ход работы:

1. Отрезать полоску фильтровальной бумаги длиной 10 сантиметров и шириной 1,5 сантиметров.

2. Погрузить полоску одним концом в химический стакан спиртовой вытяжки хлорофилла (бумагу в стакане с вытяжкой оставить на 10-15 мин), затем аккуратно достать и просушить.

3. Подклеить полоску фильтровальной бумаги в тетрадь, отметив и обозначив расположение слоев пигментов.

Наблюдения: \_\_\_\_\_

Вывод: \_\_\_\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### Характеристики экологических групп растений

Таблица 7.1 – Справочная таблица содержит экологические группы растений и их характеристики по отношению к воде, к свету, к температуре

Фактор	Экологическая группа растений	Характеристика группы	Пример растений
1	2	3	4
Свет	Гелиофиты (Светолюбивые растения)	– растения открытых мест обитания; – листья мелкие и плотные, с толстой кожицей, светло-зеленые, имеют большое количество устьиц; – листья часто имеют восковую кутикулу или опушение; – хорошо развиты механические ткани и корневая система	степные и луговые травы, сосна, береза, бегония, герань, каланхоэ и другие
	Сциогелиофиты (Теневыносливые растения)	– хорошо растут на свету, но выносят и затенение	липа, дуб, лесные травы, сенполия
	Сциофиты (Тенелюбивые растения)	– хорошо растут только в затененных местах (ветреница, вороний глаз, папоротники); – листья темно-зеленые, крупные и тонкие, располагаются горизонтально; – плохо развиты проводящие и механические ткани	водоросли, лесные мхи, лишайники, плауны, папоротники, аспидистра, монстера, хлорофитум, традесканция, орхидея, фикус
Вода	Гидрофиты (растения водных мест обитания)	– погружены в воду полностью или большей своей частью; – корневая система развита слабо или отсутствует; – слабо развиты механические ткани; – имеется воздухоносная ткань	лотос, водокрас, сусак, папирус, пистия, талия, эйхорния
	Мезофиты (Растения достаточно увлажненных мест обитания)	– растения достаточно (но не избыточно) увлажненных мест обитания; – мезофиты составляют наибольшую экологическую группу наземных растений	полевица, тимофеевка, ромашка, клевер, золотарник, ландыш, медуница, бук, сирень, лещина
	Ксерофиты (растения сухих мест обитания)	– хорошо развита корневая система, многие запасают воду (в листьях, стеблях, корнях); – листья с толстой кожицей или опушением, устьиц мало, восковой налет	флора пустынь и полупустынь: кактус, агавы, алоэ, саксаул, песчаная акация и другие



Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4
Температура	Мегатермофиты	– жаростойкие и теплолюбивые растения; – могут переносить высокие температуры; – среда обитания - жаркий и сухой климат пустынь и степей (являются также ксерофитами)	пальмы
	Мезотермофиты	– теплолюбивые растения, но не жаростойкие; – это растения влажного тропического климата; – не выносят перепадов температуры	орех обманчивый
	Микротермофиты	– холодостойкие растения, не требовательны к теплу; – растения умеренного и арктического климата	ель сибирская, также тундровые и высокогорные растения
	Гекистотермофиты	– очень холодостойкие растения	лишайники

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

### Отчет обучающегося по проведённому исследованию

Вид растения (название): _____	
Морфологическая характеристика	
Анатомическая характеристика	
Состав пигментов	
Вывод: изучаемое растение относится к экологической группе _____	

Рисунок 8.1 – Карточка исследования экологической группы растения