



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ  
РАДИАЦИИ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ОДНОДОЛЬНЫХ И  
ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.05 – «Педагогическое образование»  
Уровень образования – бакалавриат  
Профильная направленность «Биология. Физическая культура»

Проверка на объем заимствований:

99,5 % авторского текста

Работа допущена к защите

« 05 » июня 2018 г.

И. о. зав. кафедрой общей биологии  
и физиологии

[Подпись] / Байгужин П.А.

Выполнил(а):

Студент(ка) группы ОФ – 501/065-5-1

[Подпись] / Пойлова Л.И.

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, доцент

[Подпись] / Третьякова И.А.

Челябинск

2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. СВЕТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ .....	5
1.1. Спектральный состав света и его влияние на растения .....	6
1.2. Семена как латентный период развития .....	15
1.2.1. Морфология и анатомия семени .....	17
1.2.2. Физиолого-биохимические особенности семян .....	20
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	27
2.1. Объекты и методы исследования .....	27
ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН РАСТЕНИЙ .....	31
ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ .....	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	40
ВЫВОДЫ .....	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	43
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	49

## ВВЕДЕНИЕ

В аграрной науке из факторов жизни растений больший интерес уделяется питанию, водно-воздушному режиму и температурным нормам. Значимость солнечного света для роста и развития растений получило общее признание, однако, формирование растений находится в зависимости от естественной длины дня и ночи, света и темноты, а воздействовать на данные условия человек, даже при нынешней степени технической оснащенности, никак не способен. Но, тем не менее, на сегодняшний день тема воздействия физических факторов на семена растений является достаточно освященной. Многие ученые, такие как Трифонова М.Ф., Стародубцева И.П., поставив эксперименты в различных условиях, наблюдали увеличение скорости прорастания, всхожести, повышение иммунитета к различным заболеваниям, повышенную урожайность и так далее [12]. В настоящее время накоплено достаточное количество материала о положительном влиянии UF-излучения на растения сельхоз значимых культур.

Таким образом, предпосевная обработка семян однодольных и двудольных растений является актуальной, поскольку выявление стимулирующей ростовые процессы дозы излучения поведет за собой повышение продуктивности.

**Цель:** изучить влияние различных доз ультрафиолетового излучения на прорастание семян однодольных и двудольных растений.

Для реализации поставленной цели служат следующие **задачи:**

1. Проанализировать литературные источники по изучаемой проблеме.
2. Провести наблюдение за характером прорастания семян однодольных и двудольных растений в зависимости от дозы ультрафиолетового облучения.
3. Определить оптимальную дозу ультрафиолетового излучения, стимулирующую всхожесть семян.

4. Разработать факультативное занятие по биологии на тему: «Влияние ультрафиолетовой радиации на всхожесть семян однодольных и двудольных растений»

**Гипотеза исследования:** в результате применения ультрафиолетового излучения в семенах активизируются ростовые процессы, что окажет стимулирующее действие на их прорастание.

Для проверки гипотезы была разработана схема опыта и выбраны объекты исследования: кукуруза (*Zea*) сорт Государь, озимая пшеница (*Triticum*) сорт Галина, огурец (*Cucumis*) сорт Серпантин, томат (*Solanum*) сорт Матрешка, ячмень (*Hordeum*) сорт Одесский 100, перец сладкий (*Capsicum*) сорт Богатырь.

**Методы исследования:** анализ, синтез, сравнение, эксперимент.

В работе впервые проведен сравнительный анализ стимулирующего действия и адаптивной реакции ультрафиолетового излучения на семена однодольных и двудольных растений.

## ГЛАВА 1. СВЕТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Солнечный свет – это электромагнитное излучение, исходящее от Солнца. Благодаря Земной атмосфере, а так же частицам пыли, водным парам и молекулам газов воздуха, до нас не доходят вредоносные лучи и, отражаясь от облаков, меняется цвет излучений. Свет является основным источником жизненных процессов на Земле и может сыграть роль стимулирующего фактора для ростовых процессов растительных организмов. Образование органических веществ в зеленых растениях происходит в ходе фотосинтеза, который идет с преобразованием энергии квантов света. Но при прямом и длительном воздействии солнечной радиации на растение проявляется обратный эффект, который является смертельным фактором.

В спектральном составе лучистой энергии существует два поля: коротковолновое излучение (длина волны 0,28 мкм–4,0 мкм) и длинноволновое излучение (длина волны 4–40 мкм). В состав первого поля входят:

- часть энергии Солнечного света с почти параллельными лучами. Иначе, прямая радиация;
- рассеянная радиация света. Достигает биосферу Земли после прохождения лучей через атмосферу и отражения от облаков [48].

Атмосфера Земли играет очень важную защитную и фильтрующую функции. При попадании солнечной радиации в атмосферу Земли процентное содержание инфракрасного спектра составляет 43%, видимой части 52% и ультрафиолетовой 5%. Но при прохождении этих же лучей через азот, кислород и прочие газы, входящие в состав атмосферы, процентное соотношение радиации, достигающее поверхность Земли меняется. Теперь оно составляет у видимой части 40%, инфракрасное излучение – 59% и ультрафиолетовая часть всего 1 процент [16]. Отмечено, что чем ближе к тропосфере, тем уровень радиации выше и наоборот. Уровень радиации снижается по мере приближения к земной поверхности. Объясня-

ется это тем, что чем выше от уровня моря, тем меньше воздушная прослойка, следовательно, меньше препятствий для излучения. Так же на уровень «излучающего душа» влияют погода, солнцестояние над горизонтом, уровень осадков и другое [20]. Все части солнечного спектра отличаются друг от друга по длине волны (или как мы ее воспринимаем – цвет), которая обуславливает биологическое действие радиации. Для растений действие разных участков спектра является отличным. Так, например, при длительном действии на растения огурца синим (400–500 нм), зеленым, желтым (500–600 нм) и красным светом (600–700), действие последнего окажется губительным и растительный организм постепенно увянет. Но при этом, если действовать этим же красным светом на растения томата, то результат будет совершенно противоположным – наблюдается усиленный рост и лучшее развитие всего организма [23, 25]. В зеленой части спектра установлена способность к глубокому проникновению лучей, то есть зеленый и желтый цвета лучше проникают в толстые стебли растений, что способствует лучшему протеканию процесса фотосинтеза. Из-за той же проникающей способности зеленой спектральной линии зеленый свет лучше проникает к листьям растений нижних ярусов, а так же к проросткам семян [20]. Физиологическая реакция растения на действие разного волнового солнечного излучения является результатом действия всего спектрального состава, в основе которого лежат фотохимические реакции и поглощенная квантовая энергия. Они в свою очередь обоснованы активностью квантов света [11].

### **1.1. Спектральный состав света и его влияние на растения**

#### *Инфракрасное излучение*

Длина волны варьируется от 0,74 мкм до 2000 мкм. Тело, температура которого выше нуля градусов излучает инфракрасное излучение. Чем выше температура тела, тем большей интенсивностью излучения оно обладает. Оно оказывает тепловое действие. Инфракрасное излучение хоро-

шо проникает сквозь одежду, кожу и др. Так же, обладает способностью нагревать молекулы воды, которая содержится в организме человека и животных. Для растений же данный вид излучения имеет огромное значение в явлении транспирации. Вода двигается по растению и испаряется через различные органы – стебли, листья, цветки для выведения из организма излишек тепла. Так же, тепловая радиация участвует во вхождении углекислого газа посредством устьиц в растения. Инфракрасное излучение участвует в нагревании биосферы, но отрицательным эффектом является возможное перегревание организма [31].

### Видимое излучение

Видимое излучение, или просто свет имеет длину волны от 380 нм до 780 нм, соответственно от фиолетового спектра до красного. Благодаря строению глаз, а в особенности сетчатки, человек и животное способны воспринимать цветовую гамму света. На долю видимого света приходится около 50% всего излучения. Лучистая энергия участвует в таких важных процессах, как фотосинтез (основной источник энергии), фотопериодизм, а так же при видимом свете у растений происходит образование такого пигмента, как хлорофилл [48].

### Ультрафиолетовое излучение

Излучение, занимающее диапазон от 10–400 нм. Данный вид лучистой энергии имеет самую высокую фотохимическую активность, по причине чего ультрафиолетовое излучение может, как активировать различные химические реакции, так и угнетать рост и развитие растений [16]. Например, при умеренной дозировке ультрафиолетовой радиации кванты света способны стимулировать рост и развитие растительных клеток, в связи с чем активируются процесс синтеза биологических соединений, которые в свою очередь отвечают за содержание в организме витаминов и минералов. При этом лучи длиной 0,29 мкм оказывают смертельное действие для растения [18]. Ультрафиолетовое излучение характеризуется разделением на вакуумную, или дальнюю, область с длиной волны 200–10 нм и ближнюю

область, которая имеет волны длиной от 400–200 нм. Вакуумные лучи поглощаются воздухом. Ближние в свою очередь условно разделяют на короткие (200–290 нм), средние (290–350 нм) и длинные (350–400 нм). Короткие ультрафиолетовые и лучи, при прохождении атмосферы и озонового слоя, полностью поглощаются и не доходят до земной поверхности. Часть средневолновых лучей также не проходят озоновый барьер [48].

#### *Короткое ультрафиолетовое излучение*

Являются самыми высокоэнергичными, так как волны способны разрывать химические связи биомолекул – белков и нуклеиновых кислот. Такая реакция ведет к полной гибели организма по причине мутации и невыполнения функций тех же белков и нуклеиновых кислот [34]. В процессе фотосинтеза молекула воды распадается, происходит фотодиссоциация, и в итоге происходит образование перекиси водорода, которая окисляет клетку. Итог такой реакции – отмирание живой клетки. Но такому негативному воздействию есть применение в медицине и других областях, где требуется стерильность. Бактерицидный эффект применяют для обработки инструментов, поверхностей, а так же в местах питания и т. д [36].

Положительного эффекта при облучении растения короткими волнами ультрафиолета можно добиться при низких дозах. Имеется множество экспериментов, где всхожесть и рост в целом увеличивался примерно на 50%, при этом общая энергия прорастания гораздо превышает не облученные растения, что является актуальной темой для промышленности [15]. Но проблема заключается в том, что для каждого вида растений доза является уникальной, а превышение или же понижение дозы может привести как к отсутствию эффекта, так и к угнетающему действию [12].

#### *Среднее ультрафиолетовое излучение*

Для человека данное излучение может быть как опасным (290–310 нм), так и безвредным (310–350 нм) [14]. Для растений средние волны так же не несут опасности, при условии нахождения организма под лучами



короткое время. В противном случае – гибель. Но при облучении растений в умеренных дозах наблюдается положительный эффект. Усиливается выработка гиббереллинов, или гормонов роста, синтез каротиноидов и как следствие усиленный рост, раннее цветение, большая плодовитость, увеличенная масса плодов и другое [25]. Большое значение имеет происхождение и место обитания растений, чем выше от уровня моря – тем более сильным наблюдается эффект. Для высокогорных растений облучение короткими волнами может приводить к усилению роста до 100%. [31].

#### *Длинное ультрафиолетовое излучение*

Безвреден для растений. При долговременном облучении наблюдается положительный эффект – повышается синтез антоцианов и каротиноидов, сглаживает фотопериодические реакции, активизирует ростовые процессы, стимулирует обмен веществ и многое другое. Мало поглощается атмосферой и попадает на листья и земной покров в целом. Особенно хорошо влияет на высокогорные культуры. Необходим всем растениям для протекания многих химических реакций в минимальных дозах [9].

#### *Действие ультрафиолетового излучения на растения*

Ультрафиолетовые лучи могут выступать стимулирующим фактором, так и угнетающим. Волны длиной волны менее 280 нм (короткое ультрафиолетовое излучение) при действии на растение лишь до 20 минут вызывает значительные повреждения на молекулярном уровне (разрыв связей, денатурация белков и т. д), что приводит к видимым внешним признакам гибели организма – покраснение и побурение листьев, отмирание тканей и точек роста [12]. Длинные ультрафиолетовые лучи оказывают стимулирующий эффект – ускоряет рост, оказывает влияние на вытягивание стебля, способствует выработке некоторых витаминов. Средние по длине волны лучи радиации улучшают иммунную систему растительного организма и, как следствие, устойчивость к болезням и действию низких температурных режимов [30].

#### *Действие ультрафиолетового излучения на клеточном уровне*

При состоянии покоя семени все физиологические процессы в клетке затормаживаются, активность ферментов достигает нижнего экстремума, метаболизм и считывание генетической информации в зародыше практически прекращаются. Таким образом, останавливается рост и развитие зародыша, и семена находятся в стадии ожидания благоприятных для прорастания условий. При наличии оптимальных стимулирующих факторов, а именно влаги, температуры, кислорода, света и т.д., происходит активация ферментов и начинается активный рост клеток и окислительные процессы [41]. В настоящее время особую роль в активации роста семян отводят именно окислительным реакциям, в частности гликолизу, циклу трикарбоновых кислот и пентозофосфатному пути. Особая роль в реакциях биологического окисления отведена ферментам, и, главная из них энзимам, которые катализируют реакции, настроенные на перенос электронов между молекулами. Такие ферменты называют оксидоредуктазы [30]. При облучении сухих семян ультрафиолетовыми лучами количество и активность этих ферментов резко возрастает, что и ведет к разгону метаболизма в семени и, как следствие, быстрому росту и развитию растения. Установлено, что именно окислительные реакции и активность ферментативного комплекса ведут к выходу семени из состояния покоя, а многочисленные эксперименты подтверждают, что ультрафиолетовая радиация воздействует на ферменты, и как частное, на биологическое окисление [36]. Следует отметить тот факт, что лишь малые дозы облучения на ранних сроках прорастания семян сказываются положительным эффектом. При длительном воздействии всхожесть может понизиться, или же вообще не произойти.

Под действием радиации в клетках растений происходят многочисленные процессы, связанные с образованием низкомолекулярных биореагентов (радиотоксинов), которые взаимодействуют с биологической мембраной и другими структурными компонентами. Повышенное содержание малонового диальдегида (MDA), взаимодействующего с мембранами кле-

ток, ведет к изменению окислительных процессов в мембранах, следовательно, и в метаболизме [43]. Биореагенты способны нарушать последовательность считывания информации DNK, что несет в себе мутагенный эффект. При взаимодействии лучевых соединений с мембраной митохондрий, нарушаются окислительные процессы в клетках [36]. Существуют 2 вида радиотоксинов: липоидные и хиноидные соединения. Первые действуют в основном на мембранные структуры, вторые же направлены на воздействие с информационным комплексом, или DNK [54]. Ионизирующие лучи действуют на химический состав DNK, вызывая поломку хромосом, а также повреждают процесс считывания генетической информации. Эти реакции ведут либо к появлению нового признака, либо к появлению неполноценного организма или потомства, либо к гибели организма.

Устойчивость растений к радиации устанавливается на всех уровнях организации. На клеточном уровне при повреждениях генома, основную роль устранения поломок играет ферментативный комплекс темновой репарации [58]. В ходе этого процесса поврежденный участок в DNK заменяется нормальным нуклеотидом. Ионизированные клетки способны образовывать свободные радикалы, в ответ на это, клетка вырабатывает специальные соединения – радиопротекторы, которые блокируют или гасят образовавшиеся радикалы [16].

#### *Действие ультрафиолетового излучения на организменном уровне*

Солнечное излучение влияет на многие физиологические процессы, происходящие в организме растений. От спектрального состава света напрямую зависит степень разрушающего или стимулирующего действия ионизирующих лучей. Часть ультрафиолетового спектра в диапазоне 310–760 нм способна поглощаться пигментами растений [31]. Коротковолновые лучи способны губительно влиять на организм растения, но вместе с этим, в небольших дозах разрушает белки, которые поглощают основную массу потока излучения. Пигменты захватывают определенный спектр фотонов излучения, отражая неиспользуемый спектр, перенимают энергию квантов и

передают ее по молекулярной цепи. Таким образом, энергия передается до реакционного центра, где происходят процессы диссоциации воды и дальнейшее ее преобразования в продукты для физиологических реакций [45].

Основные максимумы поглощения пребывают в красной и синеволетовой, а минимум в желто-зеленой области диапазона. Ультрафиолетовые лучи в наибольшей степени поглощаются белковыми молекулами, что способно послужить причиной к их значительным повреждениям. Еще двумя значительными хромофорами, поглощающими ультрафиолетовые лучи, считаются эндогенные фитогормоны [54]. Вследствие им ультрафиолетовые лучи оказывают большое влияние на процессы развития и роста – прослеживается непропорциональный рост органов, несоблюдение соответствия в росте побега и корня, формирование растений с компактным (альпийским) габитусом. Часть синего и ультрафиолетового излучения с длиной волны не более 510 нм поглощается малоизученным пигментом криптохромом. Синий свет поглощается хлорофиллом и каротиноидами, красный – хлорофиллом, красный и дальний красный – фитохромом. Облучение с наибольшей длиной волны поглощается всей поверхностью растения, а не специальными пигментами, вследствие чего увеличивается его температура. Это возможно наблюдать в посеве: верхние ярусы листьев улавливают и отражают в большей степени свет видимой коротковолновой части спектра; длинноволновое излучение в основном проникает к нижним листьям, что на фоне угнетенной фото-синтетической деятельности существенно активизирует их дыхание. Стебли под воздействием данного излучения вытягиваются, вследствие удлинения междоузлий формируется рыхлая ткань с крупными клетками, свободно повреждающаяся при ультрафиолетовом излучении, что зачастую совершается при посадке выращенной с загущением и переросшей рассады [58].

#### *Воздействие ультрафиолета на популяционном уровне*

С увеличением интенсивности ультрафиолетового излучения и его воздействия на процессы, происходящие в биосфере, появляется потреб-

ность оценки цитофизиологических изменений в растениях, что индуцируются данным фактором [9]. Влияние ультрафиолетового излучения на растения в диапазоне 275–315 нм включает все уровни биоорганизации, в том числе энергетическую, сигнальную и регуляторную функции. Ультрафиолет трансформирует влияние иных факторов экологии, действуя зачастую аддитивно. Восприимчивость высших растений к солнечной ультрафиолетовой радиации значительно находится в зависимости от экотипа и генотипа, этапа онтогенеза. Таким образом, из 300 исследуемых генотипов растений примерно 66% являются чувствительными, 26% – среднечувствительными и только 8% – нечувствительными к ультрафиолетовому излучению. Устойчивость к воздействию ультрафиолетовому излучения в засушливых условиях произрастания способен подвергаться воздействию отбора и прогрессировать в уже дующих поколениях растений. У видов, произрастающих в условиях высокого фона ультрафиолетового излучения – тропических широтах и альпийском поясе с повышением уровня ультрафиолета увеличивается и толерантность к его влиянию. Одно из наиболее весомых последствий повышения уровня ультрафиолетового облучения – это повреждение репродуктивной функции растений. Генеративные ткани репродуктивных органов – археспориальная и спорогенная ткани пыльников и семязачек, мужской и женский гаметофит надежно защищены покровами с ультрафиолетом поглощающими свойствами, в частности, околоцветником, тканями пыльника и пестика. По некоторым данным, стенка пыльника поглощает до 98% ультрафиолетового излучения. Вместе с тем известно, что дополнительное облучение ультрафиолетом может угнетать рост и развитие растений, оказывать генотоксические эффекты на меристему, воздействовать на опыление, уменьшать число производимой пыльцы и семенную продуктивность растений [30]. Непродолжительное облучение сопровождается рядом восстановительных процессов, по этой причине кривые зависимости процента митоза от дозы времени и облучения, уже после его влияния содержит нелинейный характер. Таким образом, в

зависимости от дозы облучения, каждая клетка, имеет возможность ликвидировать нанесенное ей повреждение ультрафиолетовой радиацией и вновь привести в действие не простой механизм деления. В особенности это выражается в реакциях возобновления при изменении силы облучения, если растяжения периода облучения содействует процессу репликации [31]. Более восприимчивы клетки к ультрафиолетовой радиации в промежуток подготовки к делению и в начальной фазе деления. В случае если формирование митотического аппарата закончилось, в таком случае процесс деления клетки завершается естественно (при относительно маленьких дозах) и клетка восприимчива к повторному делению [36]. Все подобные процессы усложняются с наличием кислорода, особенно атомарного кислорода. Под воздействием ультрафиолетовых лучей биосреда ионизируется, появляются свободные радикалы, прослеживаются разнообразные патологические изменения в белковых структурах мембран. Известно, что более восприимчивым объектом к ультрафиолету считается ядро клетки [45]. Ведущая роль в эффектах воздействия ультрафиолетовой радиации на популяцию предотвращается нарушению процессов окислительного обмена в цитоплазме, если образуются вещества, проходящие в ядра клеток и тормозящие синтез ДНК. Определенно, кроме того, что в митохондриях весьма восприимчивы к облучению рибонуклеопротеиды. Реакция одноклеточных организмов и органелл клеток не считается конечным звеном в общей реакции целостного организма на жесткое у облучение. В заключительном случае разброс в мощности и дозах облучения способен являться до такой степени огромен, что сложно поддается воображению. Так как биологические объекты в собственном формировании непосредственно объединены с информационными процессами, то имеет место не только мощность и доза влияния, однако готовность биосистемы к восприятию управляющего сигнала.

### ***Устойчивость растений к ультрафиолетовому излучению***

Ультрафиолетовое излучение является сильнейшим стресс-фактором, действующим на организмы в пределах нашей биосферы.

Под воздействие ультрафиолетового излучения изменяются физиологические и биохимические процессы растительной клетки. Изменения зависят от строения ткани растения, стадии его развития и генотипа. Сказывается на изменениях в растении длительность его облучения и длина волны ультрафиолетового излучения. Так под влиянием коротковолнового излучения в растительной клетке поражается ДНК, средневолновое излучение разрушает белки (но в незначительных количествах оно необходимо растениям), длинноволновое же излучение опасно для клеток растений только в больших дозах [58].

Атмосфера Земли задерживает разные виды ультрафиолетового излучения, но истончение озонового экрана приводит к тому, что до поверхности Земли может доходить большая концентрация радиации. Растения выработали биохимические защитные механизмы от воздействия больших доз ультрафиолетового излучения: они вырабатывают флавоноидные пигменты и другие фенольные соединения, являющиеся его протекторами: флавоноиды, антоцианы и др. Эти вещества накапливаются в эпидермисе клетки и блокируют до 99% ультрафиолетового излучения. Ультрафиолетовое излучение не проникает через оконное стекло, рассеивается тканью, оно не превышает допустимых величин в тени. Поэтому если вы выращиваете хойи в саду или на открытом балконе, вам достаточно разместить их в тени деревьев или затенить шторой [23].

## **1.2 Семена как латентный период развития**

Очень важным компонентом из жизни любого организма на Земле является структура, благодаря которой непрерывный процесс жизненного цикла будет проходить из поколения в поколение. Растение – это биологический многоклеточный организм с различными жизненными формами, в совокупности составляющий Царство. В растениях происходят множество процессов, связанных с жизнедеятельностью организма. Растения всасывают натрий, фосфор, водород, кальций и другие макро- и микроэлементы

из почвы вместе с водой. Вода в свою очередь также поступает в растения через корневую систему или листья. Все поступающие извне элементы очень значимы для растительного организма. Благодаря им строятся особые соединения, необходимые для протекания многих реакций, в том числе окислительно–восстановительные. Структурные свойства выполняют такие элементы, как азот и сера, их содержание в растениях обусловлено поглощением молекул из атмосферы и почвы. Так же велика роль химических элементов в процессах активации ферментативных реакций, или же в состав самих ферментов. Макроэлементы, в частности фосфор, входит в состав главного соединения, отвечающего за передачу наследственной информации из поколения в поколение – в состав ДНК и РНК, а так же в состав нуклеотидов, отвечающих за энергетическую функцию в организме (аденозинтрифосфат, никотинамидадениндинуклеотидфосфат). Сера входит в состав соединений, участвующих в обмене веществ, а так же в состав некоторых нуклеотидов. Клеточные оболочки растений несут в своем составе такой макроэлемент, как кальций. Он также способен повышать вязкость мембранной структуры, что очень важно в функции проницаемости. В состав одного из главных пигментов растений, а именно в хлорофилл, входит магний. Он также выполняет связывающую функцию [1].

Рост и развитие растений очень индивидуальный процесс. У разных классов растений рост и развитие проходит в разные временные рамки и с разной интенсивностью. Рост может опережать развитие, или же наоборот, развитие способно протекать интенсивней, нежели рост. В процессе онтогенеза растительный организм проходит несколько стадий роста и развития, но жизненный цикл начинается от прорастания семени и заканчивается у многих растений образованием семян. То есть семя является основной точкой «жизненной цели» растения. Развитие семени происходит латентно и имеет свои особенности. В онтогенезе высших растений выделяют 4 этапа:

- эмбриональный;
- ювенильный или молодость;



- репродуктивный или зрелость;
- старость.

Эмбриональный этап развития растения начинается с развития зародыша от зиготы и заканчивается образованием семени. Происходит анисогамия созревшего женского ооцита и мужского спермия, или иначе – гамет. После оплодотворения образовывается зигота на женском растении. После некоторого промежутка времени, образованная клетка увеличивается в размере и начинает подготовку к делению [2]. Она начинается с интерфазы, на которой происходят основные подготовительные этапы, необходимые для дальнейшего полноценного деления. После интерфазы следует профаза, далее метафаза, анафаза и телофаза. После деления новообразовавшиеся клетки, после некоторого времени, опять вступают в интерфазу. В ходе деления в клетке происходят такие процессы, как удвоение хромосом, репликация ДНК, синтез РНК, растяжение клетки и другие. В фазе растяжения интенсивность всех процессов, а так же скорость роста клетки возрастает, при этом происходит снижение водородного показателя за счет ослабления водородных связей. Благодаря этому происходит дополнительное поступление воды, которая давит на стенки растительной клетки, и провоцирует ее рост и растяжение [27].

Ювенильный этап охватывает процесс прорастания семян или органов вегетативного размножения. Период готовности к образованию органов размножения, формирования плодов и семян носит название зрелость. Последний этап характеризуется полным прекращением плодоношения и смертью растительного организма [4].

### **1.2.1 Морфология и анатомия семени**

Семя является особой многоклеточной структурой семенных растений, развивающаяся в процессе двойного оплодотворения из семязачатка (реже – апомиксис) и необходимая растению для размножения. Во время созревания семя заключено в околоплодник (перикарпий), то есть в обо-

лочку, формирующую форму плода и защищающая семя от воздействия внешних факторов. Семя включает в себя зародыш, эндосперм и/или перисперм и защитный покров – кожуру, которая формируется из интегументов семязачатка, или же при разрастании халазы. На поверхности семя находится место прикрепления семени к семяножке – рубчик и микропиле, служащий «вратами» для поступления в семя газов и воды. Строение семенной кожуры очень разнообразно и зависит от особенностей прорастания и распространения. В строении кожуры выделяют несколько покровов – наружный, представляющий собой эпидермис с развитой кутикулой и обуславливающий окраску семян, внутренние слои, выполняющие главным образом питательную и механическую функции [42]. Их клетки обычно толстостенные и весьма разнообразные по форме. У многих растений в составе защитного покрова имеются живые паренхимные клетки, которые богаты запасными питательными веществами. Кожура одних растений заметно отличается от других по плотности и может состоять лишь из одного слоя клеток [27].

Клетки эндосперма могут быть округлыми или продолговатыми, толстостенными или тонкостенными. Являются паренхимной триплоидной тканью с большим запасом питательных веществ, и встречается у 85% видов семян, реже встречается перисперм. В эндосперме выделяют цитоплазму, пластиды и ядро, которое может сплюснуться или раствориться из-за избытка питательными веществами [24].

Особо значимым элементом семян является зародыш, который формируется из оплодотворенной яйцеклетки и, как правило, имеющий беловатый или зеленоватый оттенок. Зародыш имеет в составе зародышевый корешок, дающий начало главному корню, зародышевый стебелек и семядоли – первые листья. Часть стебелька, которая располагается выше семядолей принято называть эпикотилем. Часть, находящаяся ниже семядолей называют гипокотилем. При прорастании семян в земле

проросток питается за счет эндосперма и/или перисперма, а после всхода самостоятельно, за счет процессов фотосинтеза [59].

Зародыши семян различных растений отличаются друг от друга по форме, размеру, окраске и количеству семядолей. В связи с этим выделяют два класса: однодольные и двудольные растения. Общей чертой в ранних этапах развития этих растений является симметричное образование зародыша, а на стадии дифференциации зародыш у двудольных склоняется к моносимметричным, у однодольных - к асимметричным образованиям [8].

Класс однодольных растений представлен 60 семействами и насчитывает около 60 тысяч видов растений. Зародыш состоит из зародышевого корешка, почки (зачаток главного побега) и щитка – видоизмененной семядоли. Щиток образует перегородку между зародышем и эндоспермом. Конус нарастания однодольных растений находится в стороне от верхушки продольной оси зародыша [14].

Двудольные растения насчитывают около 350 семейств. Главное отличие в строении семени от однодольных растений заключается в наличии не одной, а двух семядолей, которые располагаются по обе стороны от зародыша. Между семядолями находятся стебель, корешок и почка, а так же конус нарастания. Верхушка оси зародыша состоит из почки и семядолей [3].

Одной из важнейшей морфологической особенности семян растений является различия по размеру. Самые крупные семена вместе с плодом могут достигать 25 кг, в то время, как мелкие семена могут весить всего 0,001 г. Крупные семена имеют большое количество питательных веществ, необходимых им для прорастания, и абсолютно противоположная ситуация складывается с семенами, намного меньшие по размеру. Именно поэтому за мелкими семенами нужен более тщательный уход [35].

У некоторых растений на поверхности семенной кожуры имеется клейкая слизистая оболочка, которая помогает распространению семян посредством прилипания к одежде, коже или же лапам животных и дальней-

шее плотное прилипание к почве. Впоследствии, слизистая оболочка, при набухании семени, способствует его обводнению [44].

Существует множество вариантов классификации семян. По одной из них семена классифицируют

1. По форме:

- шаровидные. Например, горох, просо и горчица;
- дисковидные – патиссон;
- чечевицеобразные – сарго, чечевица;
- удлинённые – пшеница, рожь, ячмень.

2. По размеру:

- мелкие – семейство злаковые;
- крупные – семейства бобовые и тыквенные.

3. По структуре поверхности:

- гладкие – клевер, лен;
- шероховатые – овес;
- бороздчатые – миндаль.

Семена разных семейств так же имеют различия в цветовой гамме семенной кожуры. Бывает черная и светло-коричневая, белая и розовая, зеленая и блестящая, горчичная, мраморная и многие другие оттенки окраски семени. У ряда растений имеется связь между окраской семян и окраской цветка. Так, например, из семян светлых оттенков вырастут растения со светлыми или белыми цветками [24].

### **1.2.2 Физиолого-биохимические особенности семян**

По содержанию доминирующему органических веществ семена растений подразделяют на масличные, крахмалистые и белковые. Из листьев, стеблей и элементов соцветия в семена поступают углеводы, из которых в следствии синтезируются жиры – основные питательные вещества для семян масличных растений. Их содержание в семени варьируется от 30 до 50%. В процессе созревания в семени усиливается синтез ненасыщенных кислот, в

связи с чем изменяется качество масла. Сбалансированные по аминокислотному составу и имеющие высокую питательную ценность, альбумины и глобулины являются основными белками масличных семян, образуемые из аминокислот. Их содержание составляет 15–30%. При дефиците влаги синтез жиров уменьшается, вследствие чего повышается концентрация в семенах белков. В свою очередь, синтез белков понижается при снижении поступления световых лучей в растение. Установлено, что при созревании семян, корнями растений из почвы активно поглощаются фосфор и калий, при недостатке которых снижается накопление жиров в семени [44].

Материалом для образования жирных кислот, ацилглицеринов и других липидов, отлагаемых в запас в растениях, служат соединения, поступающие туда из вегетативных органов в виде растворов. Это подтверждается тем, что в вегетативных органах до цветения растения и в первые периоды созревания накапливается значительное количество подвижных водорастворимых соединений - белковых веществ, углеводов и органических кислот. По мере созревания эти соединения переходят в семена [35]. К концу созревания семян в стеблях и листьях масличных растений подвижные углеводы (глюкоза и сахароза), как правило, почти полностью исчезают, содержание крахмала не превышает долей процента, а также резко уменьшается содержание органических кислот. Это служит показателем того, что для синтеза в семенах начинают использоваться углеводные продукты «раздревеснения»- гидролиза полисахаридов стебля и соцветия, которые в виде подвижных углеводов или более простых соединений поступают в семена. При сокращении фотосинтеза из-за уменьшения поверхности листьев наблюдается также реутилизация белков – деградация их молекул с образованием низкомолекулярных продуктов, которые перемещаются в семена и там включаются в соединения, откладываемые в запас [10].

В процессе формирования семян на растении различают несколько периодов. Образование семян начинается после оплодотворения. Этот период называется также эмбриональным, так как после его окончания заро-

дыш, отделенный от материнского растения, уже способен дать слабый жизнеспособный росток [37]. В первом периоде заканчивается дифференциация зародыша с одновременным ростом содержания масла в ядре. Во втором периоде растет крупность семян при медленно повышающейся масличности ядра. Уборочная спелость семян характеризуется снижением влажности семян. После достижения уборочной спелости семена и плоды становятся пригодными для технологического использования в промышленности в качестве масличного сырья. Хотя морфологически созревание семян к этому времени практически заканчивается, физиолого-биохимические процессы в семенах протекают еще достаточно интенсивно и могут в зависимости от создающихся внешних условий приводить к глубоким качественным изменениям в живом организме семян. К масличным растениям относят клещевину, лен, конопля, горчица, подсолнечник и другие [35].

Семена крахмалистые. В процессе прорастания их всегда отмечается убыль крахмала, что свидетельствует о его распаде и интенсивном использовании. В прорастающих семенах ячменя и пшеницы появляется мальтоза, но некоторые исследователи ее не находят, ибо она быстро превращается в сахарозу. В замоченных семенах пшеницы и ячменя обнаружена рафиноза, но затем она быстро исчезает при прорастании. В прорастающих семенах обнаружены также трисахариды и дисахариды [40].

Сахароза имеется в покоящихся семенах, но при прорастании количество ее возрастает, хотя может наблюдаться и убыль, если проросток энергично ее потребляет в процессе роста. Глюкоза давно обнаружена в прорастающих семенах кукурузы и других злаков. Восстанавливающиеся сахара появляются у пшеницы через 12 часов, а у прорастающей кукурузы через 20 часов. В зародыше покоящегося семени крахмала нет или есть только его следы, но с началом роста он появляется: сначала в корешке и корневом влагалище, а затем в листьях почечки и в корневом чехлике [17].

Углеводы перемещаются в зародыш через щиток. Современные исследования показали, что щиток не только орган, где сосредоточены фер-

менты, но и орган, регулирующий деятельность ферментной системы. Необходимо подчеркнуть, что современное представление об эндосперме как об активной (жизнедеятельной) ткани подтверждает тот факт, что ферменты могут образоваться в эндосперме, но бесспорно также, что этот процесс активизируется лишь в том случае, если зародыш использует продукты гидролиза для своего роста [3].

Крахмал расщепляется ферментом диастазой. Особенно активна диастаза у ржи, затем пшеницы, ячменя, овса, риса и проса, но у каждой культуры наблюдаются большие сортовые отличия. Роговидные сорта кукурузы обладают более активной амилазой, чем крахмалистые. Однако, установлено, что активность амилазы у раннеспелых и позднеспелых сортов пшеницы одинакова, но имеется различие в активности пероксидазы и каталазы. Активность диастазы зависит от содержания в семенах воды. Например, у ячменя она растет при содержании воды от 30 до 44 %, а затем падает. Протеолитические ферменты начинают действовать у семян люпина при влажности зерна 63 %, а у чечевицы при 53 % [24].

Таким образом, процесс превращения веществ у крахмалистых семян следующий: вода, поступающая в щиток зародыша, активизирует ферменты, которые через особые всасывающие клетки эпителиальной ткани проникают в соприкасающиеся с ней слои эндосперма. Под воздействием ферментов амилазы происходит распад клеток полисахаридов (в основном крахмала, но в этот процесс могут вовлекаться и другие полисахариды, при этом крахмальные зерна как бы подвергаются коррозии) на более подвижные соединения – декстрины и мальтозу [33]. Как только появилась мальтоза, тотчас же активизируется фермент мальтаза, которая расщепляет мальтозу до глюкозы, не только служащей энергетическим материалом, но и идущей на построение клеток тела. Глюкоза в особом транзитном соединении проникает через щиток к зародышу, где и происходит синтез новых веществ. Одновременно накапливается сахароза, которая образуется благодаря действию фосфолилитических и других ферментов. В этом процессе гидролиза сложных углево-

дов принимают участие и ферменты эндосперма, которые активизируются водой и поступившими ферментами из зародыша [32].

Ферменты из щитка одновременно поступают в эндосперм и в зародыш, где сразу же начинается процесс гидролиза и синтеза. Естественно, что в этих процессах принимают участие сложные системы ферментов. Зародыш может расти и за счет своих запасов, которые мобилизуются ферментами, но их явно недостаточно для нормального роста проростка, с другой стороны, семена крупные, как правило, имеют избыточный запас эндосперма, который в нормальных условиях не может, быть использован [24].

Как известно, в составе эндосперма семян многих растений содержатся не только углеводы, но и другие органические соединения – жиры, белки и т. п. По мере расходования запасов углеводов, а на некотором этапе и одновременно с ним идет гидролиз сначала жиров, а затем белков. Для этого требуется больше энергии, но, вероятно, для синтеза белков в прорастающем семени легче воспользоваться готовыми аминокислотами, которые получают в процессе гидролиза белков семян, чем синтезировать белок из элементарных частиц. Во всяком случае, гидролиз белков идет даже тогда, когда еще имеются более доступные углеводные соединения [19].

Семена белковые обычно содержат и углеводы, и жиры, но их количество недостаточно для роста зародыша, и поэтому в гидролиз вовлекаются и белковые соединения, которые после дезаминирования аминокислот используются на дыхание и синтез других веществ. Крахмал при прорастании используется в первую очередь. При прорастании идет также глубокий распад (гидролитическое расщепление) гемицеллюлоз, превращающихся под действием ферментов гемицеллюлаз в моносахариды. При прорастании они легко превращаются в сахар. Так, при прорастании семян желтого люпина гидролизуется и используется на дыхание и построение



тканей ростка около 90 % гемицеллюлозы, дающей при гидролизе глюкозу и около 96 % полисахаридов [38].

Превращение веществ при прорастании на более поздних фазах в значительной мере зависит от семядолей и первого листа. Так, ученые установили, что для синтеза витамина С у гороха, триптофана у фасоли и других соединений необходимы семядоли. Всякое прорастание сопровождается не только перестройкой органических веществ, но и их потерей на дыхание и синтез. Накопление органического вещества начинается только с началом фотосинтеза. При прорастании под действием протеолитических ферментов белки расщепляются на свободные аминокислоты, которые затем используются на питание развивающихся зародышей и построение ростка [46]. Так же, увеличивается гидрофильность протоплазмы и снижается ее вязкость. Усиливаются гидролитические и окислительные процессы, деятельность ферментов, а поэтому возрастает количество осмотически активных веществ из запасных веществ [47].

Опытами с семенами кукурузы, пшеницы, гречихи и других культур показано, что в эндосперме есть ауксин и гетероауксин, которые при прорастании переходят в зародыш, причем гетероауксин поступает преимущественно в мезокотиль, а ауксин во все части. Усиливается активность карбогидраз, протеиназ, липаз и других ферментов. Степень активности отдельных ферментов зависит от химического состава семян [21]. Покоящихся в семенах ферменты, ауксины и витамины находятся в связанной форме, а с поступлением воды начинается их переход в физиологически активное состояние. Поэтому в прорастающем семени возрастает содержание витаминов (аскорбиновой и никотиновой кислот, рибофлавина, пиридоксина, фолиевой кислоты и др.), а также холина, органических кислот и некоторых других веществ. Количество этих веществ увеличивается не только вследствие освобождения их из связанной формы, но и благодаря биосинтезу [40].

Физиологически активные вещества концентрируются преимущественно в зародыше, в щитке и в алейроновом слое, то есть вблизи основ-

ногоместилища запасных питательных веществ – эндосперма. Такое расположение способствует быстрому переходу их в активные формы (вода поступает прежде всего в эти части семени), а затем происходит и гидролиз питательных веществ.

## ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Объекты исследования:** кукуруза (*Zea*) сорт «Государь», озимая пшеница (*Triticum*) сорт «Галина», огурец (*Cucumis*) сорт «Серпантин», томат (*Solanum*) сорт «Матрешка», ячмень (*Hordeum*) сорт «Одесский 100», перец сладкий (*Capsicum*) сорт «Богатырь».

### **Характеристика изучаемых объектов.**

Кукуруза (*Zea*) сорт «Государь». Относится к классу однодольных растений, семейству Злаковых. Однолетнее травянистое растение, имеет высоту от 170–210 см., среднерослое, с мощной мочковатой корневой системой и прямым стеблем. Время от посадки семени в почву до плодоношения занимает примерно 95 дней. Масса початков равна 220–270 гр., длина 18–22 см., имеет слабо-коническую форму. Соцветия метелка у мужских и початок у женских растений. Зерно имеет желто-оранжевый цвет [5]. Посев происходит в мае на хорошо увлажненной и плодородной почве. Имеет морщинистое крупное зерно с развитым эндоспермом, который представлен двумя видами: крахмалистый, с высоким содержанием крахмала, и роговидный, с преобладанием в химическом строении белков. Теплолюбивое растение, родиной которого считается Средняя и Южная Америка [10]. Средняя температура для благоприятного роста и развития считается от +11°C до +26°C. Переносимость и благоприятное развитие растительного организма на средней и высокой температуре обуславливается C<sub>4</sub>-путем фотосинтеза. Эти растения приспособлены к поглощению большего количества солнечной энергии и при этом не перенасыщаются ей. Фотосинтез при повышенных температурах и высоком освещении проходит интенсивней даже при закрытых устьицах [27].

Озимая пшеница (*Triticum*) сорт «Галина». Класс однодольные, семейство Злаковые. Однолетнее травянистое растение, высотой 83–96 см., имеют мочковатую корневую систему и полый средней плотности стебель. Зерно сеют в начале лета, собирают урожай в конце осени (319–329 суток)

[39]. Вес 1000 зерен варьируется от 39 гр. до 49 гр., соцветие сложный колос, длиной до 11 см., с продолговатой формой. Зерно крупное, овальное, стекловидное с бороздкой. Имеет светло–коричневую окраску [37]. Семя с эндоспермом, который в свою очередь имеет в составе наружный и внутренний слои. Наружный, или алейроновый, слой, помимо сахаров, жиров и других соединений, несет в своем составе повышенное содержание белка и витаминов. Внутренний слой, или мучнистое ядро, заполнен крахмалом и малой долей белков [27]. Растения пшеницы имеют  $C_3$  путь фотосинтеза. Они способны к интенсивному фотодыханию или газообмену. При повышенных температурах интенсивность возрастает, что ведет к потерям промежуточных продуктов в процессе фотосинтеза. Поэтому,  $C_3$  растения характеризуются более щадящим световым режимом и благоприятной температурой до  $+26^{\circ}C$  [38].

Огурец (*Cucumis*) сорт «Серпантин». Двудольное, однолетнее травянистое растение семейства Тыквенные. Кустистое среднерослое, средневетвистое растение, со смешанным, чаще женским, цветением, соцветие щиток. Корневая система представлена главным стержнем с отходящими боковыми корнями. Сорт раннеспелый, высокоурожайный. Сбор урожая начинается по истечении примерно 43 суток. Плод – ложная ягода, масса достигает в среднем 75–80 гр., длину 11 см., имеет продолговатую цилиндрическую форму зеленого цвета [44]. Цветки насекомоопыляемые. Теплолюбивое растение с  $C_3$  путем фотосинтеза, родиной считаются тропические районы Индии. Благоприятной считается средняя освещенность, при 12 часовом дне. Зависит от влажности почвы. Семена лишены эндосперма. Составляют из кожуры и зародыша.

Томат (*Solanum*) сорт «Матрешка». Двудольные, однолетнее травянистое растение, семейства Пасленовые. Среднеспелые, детерминантные, стебель прямостоячий. Кусты достигают в высоту 90 см., не нуждаются в подвязке [39]. Соцветие кисть, корневая система стержневого типа с отходящими боковыми многоступенчатыми корнями. Рассадку сажают в

ящики или лотки в марте, примерно через 2 месяца высаживают в открытый грунт. Плод – многогнездная ягода грушевидной формы весом в среднем 150 гр., насыщенного красного цвета. Семя мелкое, сплющенное, обратнойцевидной формы, с эндоспермом. Семена томата имеют  $C_3$  путь фотосинтеза. Растение тепло и светолюбивое, ультрафиолетовое облучение ведет к накоплению витамина С, повышению холодостойкости [32].

Ячмень (*Hórdeum*) сорт «Одесский 100». Однодольное травянистое растение семейства Злаки. Куст прямостоячий, высотой в среднем 75 см. Среднеспелый, листья темно-зеленого цвета, неширокие [46]. Стебель тонкий, гибкий. Колосья длиной до 9 см, средние по плотности, желтого цвета. Имеет длинные, зазубренные ости. Зерна удлинено-эллиптической формы, крупные, окруженные длинной колосковой чешуей серовато-желтого оттенка. Корневая система достаточно развитая, имеет узловую и зародышевую корни, вегетационный период занимает в среднем 78 дней. Фотосинтез идет по  $C_3$  пути. Очень ценный сорт в сельском хозяйстве [44].

Перец сладкий (*Capsicum*) сорт «Богатырь». Относится к классу двудольные, однолетнее травянистое растение семейства Паслёновые. Среднеспелое, высокое, кустистое, очень ветвящееся растение, высотой до 70 см., очень высокая урожайность сорта. Толщина стенок плода достигает 8 мм, вес до 210 грамм. Вначале плоды имеют зеленый оттенок, позже, в период биологической зрелости, приобретает красную окраску [39]. Плод – ложная трехгнездная ягода, крупные, кубовидной и/или конусовидной формы, весом до 160 граммов, очень обогащены витамином С и аминокислотами. Корневая система сильно развитая, разветвленная по горизонтали или вертикали, в зависимости от состава почвы [35]. Семена плоские, полукруглые, слегка изогнутые, тон окраски кожуры – светло желтый, масса 1000 семян около 7 грамм, содержат запас питательных веществ (эндосперм). В растениях сладкого перца сорта Богатырь процесс фотосинтеза проходит по  $C_3$ -пути [59].

В качестве источника ультрафиолетового излучения использовалась лампа UV Lamp 36, с излучением в области длины волн 253,7 мкм.

Оборудование, используемое во время исследования: чашки Петри, фильтровальная бумага, таймер.

Сухие семена различных сортов облучали ультрафиолетовыми лучами различными дозами радиации, в соответствии схеме опыта:

Контроль: необлученные семена;

Вариант 1: время облучения одна минута;

Вариант 2: время облучения пять минут;

Вариант 3: время облучения пятнадцать минут;

Вариант 4: время облучения двадцать пять минут.

Семена были разложены в один слой и выдержаны под лампой с ультрафиолетовым излучением на расстоянии 10 сантиметров на некоторое время.

Сухие облученные семена замачивались в воде на определенный промежуток времени, в зависимости от сорта растений. Пшеница – 8 часов, кукуруза – 10 часов, огурец – 7 часов, томаты – 10 часов, ячмень – 20 часов, сладкий перец – 10 часов. Все семена замачивают на ватно – марлевой подложке, в темном месте с температурой от 18 до 25 градусов. Затем, набухшие семена раскладывались на влажную фильтровальную бумагу в чашки Петри. Далее проводилось каждодневное наблюдение за проклевыванием и за энергией прорастания семян с периодическим проветриванием всходов. В процессе опыта наблюдался процент всхожести контрольной и облучаемой группы. В зависимости от сорта и класса растений, считались семена, имеющие хорошо развитый гипокотиль, первичные листочки, один/два корешка, росток с семядолями. Все результаты анализировались в соответствии с ГОСТ 13056.6-97 «Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести» [49].

Для подсчета достоверности данных был использован метод  $t$ -критерия Стьюдента.

### ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН РАСТЕНИЙ

Действие ультрафиолетового излучения приводит к широкому кругу изменения метаболического и энергетического характера. У растений наблюдается изменение проницаемости мембран, нарушается их целостность, происходит изменение содержания различных соединений, накапливаются свободнорадикальные соединения, наблюдаются генетические повреждения, предполагается, что меняется регуляция синтеза белков, экспрессия генома. Целостной гипотезы, объясняющей цепь этих превращений у растений в последствии облучения, пока нет.

На рисунке 1 представлены результаты следующих однодольных растений: Озимая пшеница (*Triticum*) сорта «Галина», Ячмень (*Hordeum*) сорта «Одесский 100» и Кукуруза (*Zea*) сорт «Государь». По данным диаграммы у кукурузы наблюдается увеличение всхожести при пятиминутном облучении с 66% до 83%, при этом, при дозах облучения в 15 и 25 минут, количество всхожих семян уменьшилось, по сравнению с 5 минутами. При одноминутном излучении стимулирующего эффекта не было выявлено.

У пшеницы при 25 минутном облучении количество проросших семян увеличилось с 61 до 80%, при этом наблюдается незначительный стимулирующий эффект при 15 минутах. При облучении за 1 и 5 минут увеличение всхожести не достоверно.

У ячменя увеличилась всхожесть при 25 минутах с 57% до 69%. Дозы излучения в 1, 5, 15 и 25 минут не дали яркого стимулирующего эффекта. Это можно объяснить тем, что семена ячменя окружены длинной колосковой чешуей, что значительно задерживает ионизирующие лучи, не давая излучению в полной мере воздействовать на структурные компоненты внутри семени.

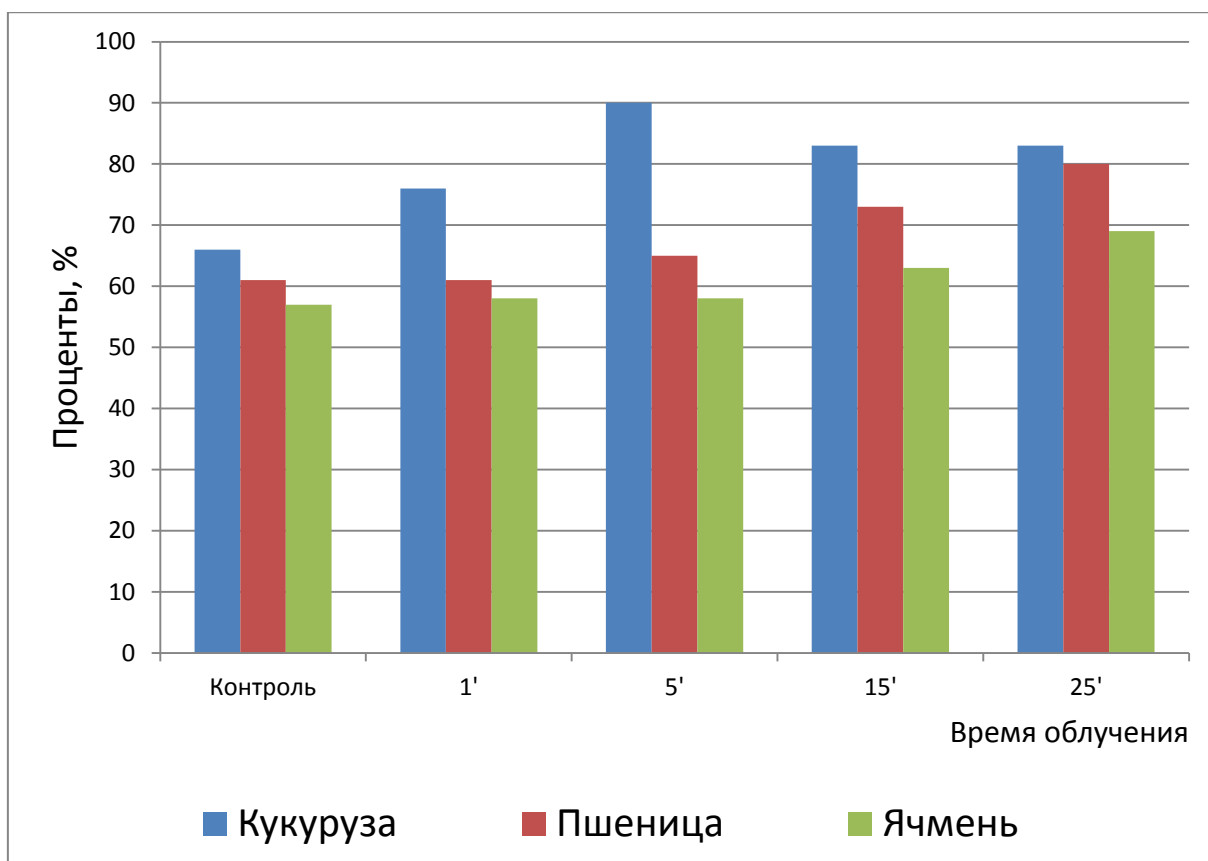


Рисунок 1. Влияние ультрафиолетового излучения на всхожесть семян однодольных растений

На рисунке 2 представлены результаты облучения следующих двудольных растений: Томат (*Solanum*) сорта «Матрешка», Огурец (*Cucumis*) сорта «Серпантин» и Перец сладкий (*Capsicum*) сорта «Богатырь». По имеющимся данным у томатов при 25 минутах облучения всхожесть изменилась с 75% до 88%, при этом, стимулирующий эффект наблюдается уже с 15 минут облучения. Показатели всхожести семян, облученных по 1 и 5 минут, превысили контрольную группу, но незначительно.

У огурцов всхожесть облученных при 25 минутах семян возросла с 74% до 96%, стимулирующий эффект также виден уже при 15 минутах облучения. Облученные по 1 и 5 минут семена увеличили всхожесть незначительно.



У сладкого перца при 25 минутах всхожесть увеличилась с 66% до 89%. Показатели при дозе облучения в 1, 5 и 15 минут почти равны с показателями контрольной группы.

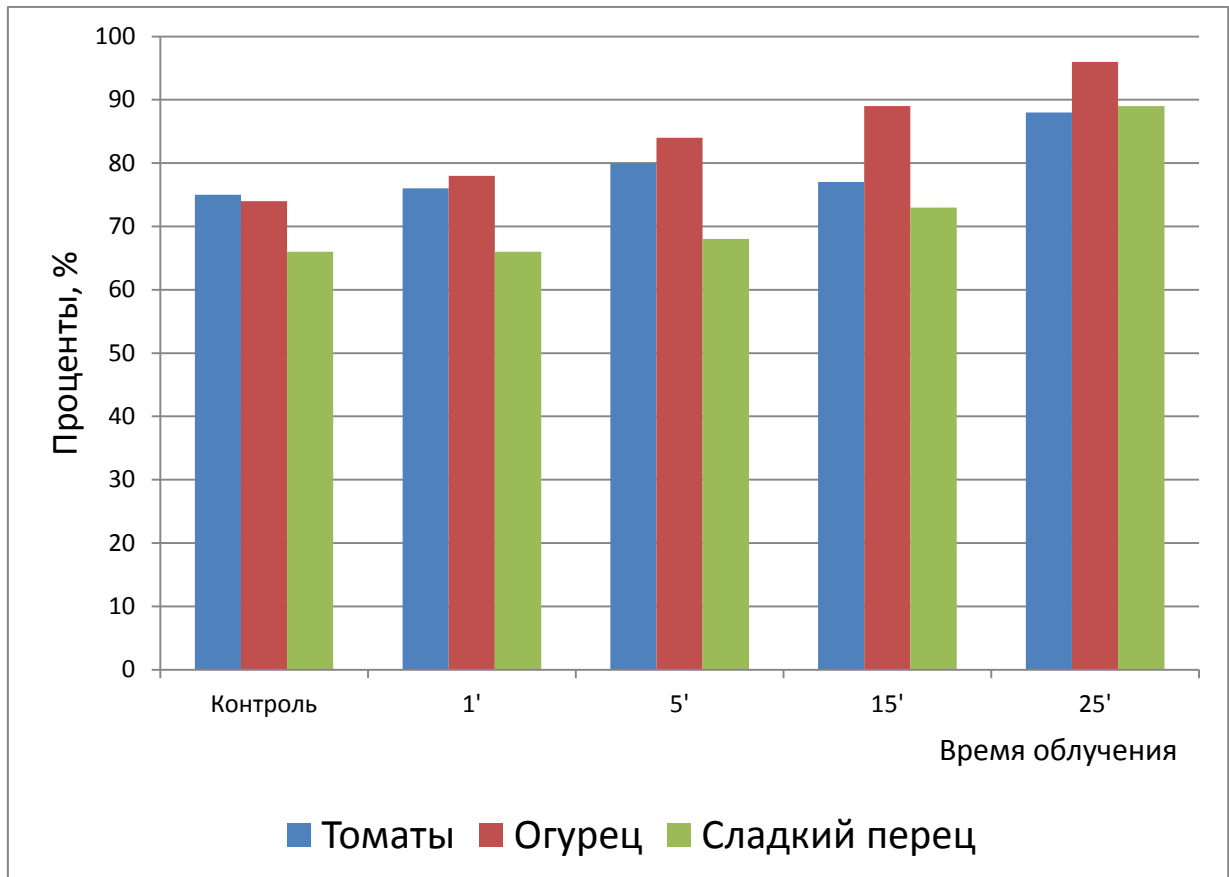


Рисунок 2. Влияние ультрафиолетового излучения на всхожесть семян двудольных растений

Таким образом, у кукурузы при пятиминутном облучении всхожесть увеличилась с 66% до 83%, у пшеницы при 25 минутном облучении с 61% до 80% и ячменя при 25 минутах с 57% до 69%. У томатов при 25 минутах облучения всхожесть изменилась с 75% до 88%, у огурцов при 25 минутах с 74% до 96%, у сладкого перца при 25 минутах с 66% до 89%. В процессе эксперимента наблюдался характер прорастания семян в разных дозах облученности. Минимальные дозы радиации уже положительно влияют на прорастание семян, а именно, на количество проросших семян и на время прорастания.

При облучении сухих семян ультрафиолетовыми лучами количество и активность оксидоредуктаз резко возрастает, что и ведет к разгону метаболизма в семени и, как следствие, быстрому росту и развитию растения. Именно окислительные реакции и активность ферментативного комплекса ведут к выходу семени из состояния покоя, а многочисленные эксперименты подтверждают, что ультрафиолетовая радиация воздействует на ферменты, и как частное, на биологическое окисление. Изменяется проницаемость биологической мембраны, что позволяет веществам лабильно перемещаться и взаимодействовать друг с другом, что так же является обоснованием стимулирующего действия ультрафиолетовой радиации.

## **ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ**

В современном мире очень важно не столько обладание специфическими знаниями, сколько мастерство искать и работать с информационными потоками, иметь подвижность в социальных слоях и гибкость мышления, умение заниматься самообразованием, умение работать с новыми технологиями и многое другое. В век постиндустриального общества требования к человеку как к специалисту становятся все выше и выше, в связи с чем очень важно развитие в человеке конкурентоспособности. Школа, как второй дом для учащихся, обязана развивать в учениках качества, которые помогут им в дальнейшем с построением карьеры и реализации себя как личности.

Главная задача обучения – вывести каждого ребенка в режим развития. Это может достигаться разными методами и видами учебной деятельности. Развитие у учащихся различных компетенций, а так же формирование универсальных учебных действий, является залогом успешности педагога. Именно развитие личности как целостной системы в процессе обучения должно быть поставлено на передний план.

Педагог является для учащегося не только источником информации, которую он поневоле должен воспринимать, но и прежде всего человеком, который может повлиять на судьбу обучающегося посредством своего опыта и профессионализма. Для педагога ключевым моментом является знания и владения различными видами и формами учебной деятельности. Очень важно осмысленно подходить к решению педагогических задач, учитывать множество факторов, влияющих на учебный процесс: начиная от физиологических особенностей учащихся и знания санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к учебному процессу, и заканчивая учетом технических особенностей школы.

Одной из форм организации учебного процесса является факультативное занятие. Этот вид учебной деятельности является необязательным и направлен на углубление знаний о предмете, а так же на продолжение развития компетенций и универсальных учебных действий учащихся. На факультативных занятиях по биологии обучающиеся расширяют свой кругозор, происходит формирование научной картины мира, развитие личностных, коммуникативных, регулятивных и познавательных универсальных учебных действий, предоставляется возможность работы своими руками, реализация полученных в ходе уроков знаний и многое другое. Позитивным моментом факультативных занятий является самостоятельная работа учащихся, на которой они учатся ставить перед собой цели и задачи, составляют планы выполнения работы, лично формулировать проблему в конкретных ситуациях, строить причинно-следственные связи, учатся анализировать и делать выводы, отстаивать свою точку зрения и т. д.

Факультативная форма учебной деятельности подразумевает высокую креативность обучающихся. Здесь обширнее может быть применен такой метод воспитательной концепции, как исследование, в ходе которого очень ярко происходит раскрытие всех качеств ученика по причине самостоятельного подхода к деятельности. Так же, результативность факультативов связана с высокой внутренней мотивацией учащихся, ввиду осознанного самостоятельного выбора внеурочной деятельности. Во время проведения факультативных занятий педагог приобретает право использовать авторские разработки, все различные методики, не входящие в учебную программу, что значительно расширяет возможности в организации и проведении занятия.

Творчество в процессе обучения играет очень важную роль в развитии всех качеств личности. Когда человек творит, он использует различные типы мышления. Мыслительный процесс ведет к расширению сознания, к преодолению стереотипности, к восприятию мира под разными углами. В процессе учебной деятельности учащиеся преобразуют информа-

цию, превращая ее в знания, и тем самым повышая свой интеллект. Он в свою очередь является фундаментом для креативности. Не вся информация, полученная в ходе уроков, переходит в знания, так как действует лишь кратковременная память. Для преобразования информации в подкорки головного мозга необходимо многократно применять материал на практике и как можно чаще приводить его во взаимодействие с другими областями деятельности. На факультативных занятиях происходит повышение интеллекта, и параллельное его применение в творческом русле. При самостоятельной работе с проектами или исследованиями учащийся многократно возвращается к терминам и понятиям, перерабатывает и осмысляет данные, что ведет к осмыслению и последующему оперированию материалом. Как творчество, так и уровень знаний учащихся очень индивидуален. На факультативных занятиях в школе предоставляется реальная возможность в индивидуальном подходе к обучающимся, что способствует выведению учеников на саморазвитие.

В ходе прохождения педагогической практики на базе МАОУ «СОШ №153 г. Челябинска» было проведено факультативное занятие на тему «Влияние ультрафиолетовой радиации на всхожесть семян однодольных и двудольных растений».

#### Технологическая карта факультативного занятия

*Класс:* 10 «Б»

*Дата:* 18.11.17

*Тема занятия:* «Влияние ультрафиолетовой радиации на всхожесть семян однодольных и двудольных растений»;

*Тип занятия:* комбинированный;

*Форма занятия:* фронтальная, групповая.

*Цель занятия:* углубить знания учащихся по темам ультрафиолетового излучения и его влияния на процессы растений.

#### Задачи занятия:

##### *1. Образовательные:*

- Повторить ранее изученный материал о спектральном составе света;

- Ввести новые понятия: фотодиссоциация, оксидоредуктазы, радиотоксины, и др.

### *2. Развивающие:*

- Создать условия для продолжения овладения основными способами мыслительной деятельности – сравнение, обобщение, сопоставление и умение делать выводы;
- Способствовать развитию рефлексивной деятельности;

### *3. Воспитательные:*

- Воспитывать экологическое мышление;
- Способствовать формированию познавательного интереса к предмету и обучению в целом.

### Прогнозируемые результаты:

#### Предметные:

Научиться: приводить примеры из окружающего мира;

#### Знать:

- спектральные участки: инфракрасное излучение, видимое излучение, ультрафиолетовое излучение;
- действие ультрафиолета на всхожесть и ростовые процессы растений.

Использовать: опорный конспект как источник информации о влиянии ультрафиолетового излучения на всхожесть и ростовые процессы растений.

#### Метапредметные:

#### Познавательные:

- находить информацию об ультрафиолете из разных источников; - перерабатывать полученную информацию для активного усвоения;
- для решения познавательных задач учиться применять логические действия: анализ, сравнение, обобщение;
- устанавливать причинно-следственные связи;
- строить рассуждения, отвечать на вопросы;
- наблюдать и делать самостоятельные выводы.

*Личностные:*

Развивать:

- представление о солнечной радиации;
- представление о влиянии ультрафиолетового излучения на растения.

Проявлять:

- ценностное отношение к природе;
- наблюдательность за процессами, окружающими нас.

Осознавать:

- важность знаний о солнечной радиации;
- необходимость в знании оптимальных доз ультрафиолета для стимуляции процессов растений.

Оборудование: проектор, компьютер, экран, раздаточный материал (см. приложение 1).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ведущая роль в радиационном эффекте отводится нарушениям в клеточном ядре и биомембранах. Биомембраны играют важную роль в делении клетки. ДНК связана с биомембранами: начало расплетания спирали и синтеза ДНК происходит в точках ее прикрепления к мембране. На поверхности биомембран имеются особые рецепторы, передающие сигналы гормонов через липиды мембран. Липиды мембран, подвергаясь воздействию ионизирующего излучения, в присутствии кислорода образуют пероксиды и продукты их распада. Эти изменения приводят к нарушению проницаемости мембран и важных метаболических процессов: инактивации ферментов, гормонов, подавлению энергетических функций митохондрий и синтеза ДНК и РНК, расстройству управляющих систем и другим тяжелым последствиям. Свойства ионизирующих излучений:

- ионизирующие излучения рассматривают как неспецифический триггер-эффектор;
- ионизирующие излучения являются постоянными стресс-фактором;
- под влиянием радиации в организме не возникает принципиально новых химических соединений.

Под действием радиации содержание токсических метаболитов увеличивается и появляются новые токсические соединения. Первичные радиотоксины образуют большое количество вторичных радиотоксинов, которые играют существенную роль в патогенезе. Ультрафиолет влияет на фотопериодические реакции растений. Так, оптимальные дозы увеличивают количество заложенных цветковых почек. Во многом, дополнительная досветка ультрафиолетом при условиях длинного дня действует подобно сокращению светового дня и стимулирует цветение короткодневных растений. Это справедливо для длинноволнового ультрафиолета. Интересно, что длиннодневные растения, выращиваемые на коротком



дне с досветкой ультрафиолетом так же зацветали и приносили плоды нормально. Можно сделать вывод, что длинноволновый ультрафиолет при длительном воздействии сглаживает специфические фотопериодические реакции растений, что может найти применение, например, в культуре короткодневных растений.

В ходе эксперимента было установлено, что характер действия ультрафиолетовой радиации зависит от дозы излучения и типа семян. Стимулирующий эффект наблюдается уже с 5 минут радиоизлучения, при этом, возрастает как всхожесть, так и энергия прорастания семян однодольных и двудольных растений.

## ВЫВОДЫ

1. При облучении семян кукурузы (*Zea*) сорта «Государь» ультрафиолетовой радиацией в течение 5 минут всхожесть семян возросла на 17%.
2. Для семян двудольных растений стимулирующей дозой является 25 минутное облучение.
3. Наиболее устойчивыми к действию ультрафиолетовой радиации (в пределах выбранной схемы опыта) оказались семена растений ячменя (*Hordeum*) сорта «Одесский 100».
4. По результатам исследования было проведено факультативное занятие на тему «Влияние ультрафиолетовой радиации на всхожесть семян однодольных и двудольных растений».

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Барабанов, Е.И. Ботаника [Текст] / Е.И. Барабанов. – М.: Академия, 2007. – С. 412–415.
2. Беляев, Д.К. Общая биология: учебник для 10–11 кл. Базовый уровень [Текст] / Д.К. Беляев, под ред. Г.М. Дымшиц. – 11-е издание, стереотипное. – М.: Просвещение, 2012. – С. 243–247.
3. Бобков, А.А. Землеведение [Текст] / А.А. Бобков. – М.: Академия, 2012. – С. 39–43.
4. Веретенников, А.В. Физиология растений; Учебник [Текст] / А.В. Веретенников. – М.: Академический Проект, 2006. – 480 с.
5. Викторов, Л.Н. Практикум по анатомии и морфологии растений. / Л.Н. Викторов, Е.И. Мазуренко, М. Баранов. – Академия, 2001. – С. 200–203.
6. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по фотосинтезу [Текст] / В.Ф. Гавриленко, И.П. Ермакова. – М.: Академия, 2003. – 250 с.
7. Горелов, А.А. Концепции современного естествознания [Текст] / А.А. Горелов. – М.: Академия, 2010. – 34 с.
8. Грязнов, В.П. Руководство к лабораторным и экспериментальным работам по физиологии растений [Текст] / В.П. Грязнов. – Белгород: БелГУ, 2006. – 91 с.
9. Гудков, С.В. Образование перекиси водорода в воде при воздействии видимого света [Текст] / Гудков С.В., Смирнова В.С., Брусков В.И. // Вода. Химия и Экология. – 2010. – № 8. – С. 40–45.
10. Гумилевская, Н. А. Физиолого-биохимическая характеристика рекальцитрантных семян [Текст] / Н. А. Гумилевская, М. И. Азаркович – 2007. – 112 с.
11. Данильченко, О.А. Значение ультрафиолетового излучения в жизнедеятельности растений [Текст] / О.А. Данильченко, В. Н. Власов. // Физио-

- логия и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, № 3. – С. 187–197.
12. Дубров, А.П. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения [Текст] / А.П. Дубров. – М.: Изд. наука, 1968. – 250 с.
  13. Емельянов, А.Г. Основы природопользования [Текст] / А.Г. Емельянов. – М.: Академия, 2011. – 19 с.
  14. Емцев, В.Т. Микробиология: учебник для бакалавров [Текст] / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – С. 371–380.
  15. Загвязинский, В.И. Педагогика [Текст] / В.И. Загвязинский. – М.: Академия, 2011. – 76 с.
  16. Загоскина, Н.В. Влияние ультрафиолетовой радиации (УФ-Б) на образование и локализацию фенольных соединений в каллусных культурах чайного растения [Текст] / Н.В. Загостина, Г.А. Дубравина, А.К. // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 2. – С. 302–308.
  17. Иванов, В.П. Общая и медицинская экология [Текст] / В.П. Иванов. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 74 с.
  18. Канаш, Е.В. Изменение продуктивности и содержание пигментов у растений фасоли при ультрафиолетовом стрессе [Текст] / Е.В. Канаш. // Фотосинтез и продуктивность растений / ВАСХНИЛ. – Саратов, 1990. – С. 86–89.
  19. Кефели, В.И. Физиология растений с основами микробиологии [Текст] / В.И. Кефели, О.Д. Сидоренко. – М.: Агропромиздат, 1991. – 334 с.
  20. Ковалева О.А. Влияние ультрафиолетовой радиации на фотодинамические характеристики переменной флуоресценции и содержание флавоноидов в листьях картофеля в условиях закрытого биотехнологического комплекса [Текст] / О.А. Ковалева. // Актуальные проблемы геоботаники. Часть 1. – 2007. – С. 252–255.

21. Колесников, С.И. Экология [Текст] / С.И. Колесников. // Учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация Дашков и К; Ростов: Наука-Пресс, 2007. – 384 с.
22. Кохановский, В.П. Основы философии науки [Текст] / В.П. Кохановский. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 91 с.
23. Кравец, Е.А. Влияние УФ-Б облучения на репродуктивную функцию растений *Hordeumvulgare* L. [Текст] / Е.А. Кравец, Д.М. Гродзинский, Н.И. Гуца. // Цитология и генетика. – Украина: Изд. Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН, 2008. – Т. 42, № 5. – С. 9–16.
24. Кравцова, Т.И. Сравнительная карпология семейства *Urticaceae* [Текст] / Т.И. Кравцова. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. – 109 с.
25. Красновский, А.А. Фоторецепторы растительной клетки и пути светового регулирования [Текст] / А.А. Красновский. // Фоторегуляция метаболизма и морфогенеза растений. – М.: Наука, 1975. – С. 5–15.
26. Крымская, И.Г. Гигиена и основы экологии человека [Текст] / И.Г. Крымская. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – С. 8–11.
27. Кузнецов, В. В. Физиология растений [Текст] / В.В.Кузнецов. – М.: Высш. шк., 2006. – 54 с.
28. Куклев, Ю.И. Физическая экология [Текст] / Ю.И. Куклев. – М.: Высшая школа, 2008. – 38–41 с.
29. Куркина, Ю.Н. Учебная практика по прикладной биологии [Текст] / Ю.Н. Куркина. – Белгород: БелГУ, 2007. – С. 19–31.
30. Ладыгин, В.Г. Влияние состава каротиноидов на устойчивость клеток водорослей к действию УФ-облучения [Текст] / В.Г. Ладыгин, Г.Н. Ширшикова. // Физиология растений. – 1993. – Т. 40, № 4. – С. 644–649.

31. Лапшин, П.В. Морфологические характеристики каллусных культур пшеницы, устойчивых к действию УФ-Б радиации [Текст] / П.В. Лапшин, Н.В. Трошенкова. –МСХА. – Москва, 2001. – С. 177–182.
32. Лебедев, С.И. Физиология растений [Текст] / С.И. Лебедев. – М.: Колос, 2008. – 544 с.
33. Лосев, К.С. Мифы и заблуждения в экологии [Текст] / К.С. Лосев. – М.: Научный мир, 2010. – 143 с.
34. Львова, И.Н. Особенности роста и развития растений огурца в зависимости от предпосевной обработки семян [Текст] / И.Н. Львова, И.В. Глащенко, Т.К. Пыхтина. // Морфогенез растений. – М.: Изд. МГУ, 1961. – С. 21–26.
35. Манторова, Г.Ф. Корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от показателей плодородия почвы и фитосанитарного состояния посевов [Текст] / Г.Ф. Манторова // Вестн. Челяб. гос. пед. ун-та. Сер. 4, естественные науки. – 2005. – №6. – С. 155–160.
36. Махаббат Н.Г. Синергетические факторы влияющие на стимуляцию роста и функциональную активность клеток *Dunaliella* при действии хронически малых доз УФ-радиации [Текст] / Н.Г. Махаббат, М.А. Ровшан // Проблемы и тенденции развития современного общества: IX международ. науч.-практ. конф. 14–19 сент., 2011. – Межд. Академ. Наук высш. Образов. – Киев, 2011. – С. 49–51.
37. Медведев, С.С. Физиология растений [Текст] / С. С. Медведев. – СПб.: БВХ, Петербург, 2013. – С. 13–41.
38. Михайлова, С.А. Регуляция роста, развития и продуктивности растений [Текст] /., Климович А.С, Зеневич Л.А., Кабашникова Л.Ф. // Материалы межд. конф. – Минск: Ураджай, 2009. – С. 130–133.
39. Олескина, Ю.Л. Белковый состав нуклеотидов пластид высших растений и водорослей [Текст]: Дис. ... канд. биол. наук / Олескина Юлия Петровна. – М.: Ин-т биохимии им. А.Н. Баха РАН, 2002. – 126 с.

40. Плетенева, Т.В. Токсикологическая химия. / Плетенева Т.В., Плаксин В.О., Краснов Е.А., В.А. – ГЭОТАР-Медиа, 2008. – С. 498–501.
41. Соловченко, А.Е. Экранирование видимого и УФ излучения как механизм фотозащиты у растений [Текст] / А.Е. Соколовченко, М.Н. Мерзляк. // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – С. 803–822.
42. Степанов, С.А. Физиолого-биохимические основы продукционного процесса у культивируемых растений [Текст] / С.А. Степанов. – ГНУ НИИСХ Юго-Востока РАСХН, г. Саратов, 2010. – С 24–34.
43. Стржижовский, А.Д. Влияние ультрафиолетовой радиации повышенной интенсивности на растения: вероятные последствия разрушения стратосферного озона [Текст] / А.Д. Стржижовский. // Радиационная биология. Радиозэкология. –1999. –6, № 39. – С. 683–69.
44. Суханова, Н.П.: Урожайный огород. / Н.П. Суханова. – М.: Агропромиздат, 1992. – 14 с.
45. Тертышная, Ю.В. Воздействие ультрафиолетового излучения на всхожесть и ростовые процессы семян пшеницы [Текст] / Ю.В Тертышная, Н.С Левина, О.В Елизарова. // Сельскохозяйственные машины и технологии. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2017. – № 2. – С. 31–36.
46. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений [Текст] / Н.Н. Третьяков, Т.Б. Карнаухова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
47. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений [Текст] / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин. – 2-е изд. – М.: Колос, 2005. – 665 с.
48. Фахранурова, Л. И. Исследование биологических эффектов воздействия преобразованного солнечного света [Текст]: автореф. дис. ... по ВАК 03.01.02, канд. биол. наук / Фахранурова Лилия Ильгизовна. – Пущино, 2012. – С. 29–32.
49. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ.

50. Хокинг, С. Общая теория относительности [Текст] / С. Хокинг, В. Израэль, Я.А. Смородинского. – М.: Мир, 1983. – 352–401 с.
51. Худжаназарова, Г.С. Влияние УФ-радиации на анатомическое строение листьев растений моркови [Текст] / Г.С. Худжаназарова, О.А. Акназаров // Тез. докл. 4 съезда ОФРР. – Москва, 2001. – Т. 2. – С. 489.
52. Цветкова, З.М. Особенности факультативных занятий для старшеклассников [Текст] / З.М.Цветкова. – М.: Высшая школа, 1991. – 315 с.
46. Степанчук, Н.А. Модели экологического образования [Текст] / Н.А. Степанчук. – Волгоград: Учитель, 2011. – 80 с.
53. Чернова, Н.М. Общая экология [Текст] / Н. М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Дрофа, 2004. – С. 54–83.
54. Чубарова, Н.Е. Ультрафиолетовая радиация у земной поверхности [Текст] / Н.Е. Чубасова. – М.: МГУ, 2007. – 375 с.
55. Шепелева, В.И. Принципы организации внеклассной работы [Текст] / В.И. Шепелева. – М.: Академия, 1998. – 368 с.
56. Шепелева, В.И. Принципы организации внеклассной работы [Текст] / В.И. Шепелева. – М.: Академия, 1998. – 368 с.
57. Шомансуров, С. Экологические условия Памира и жизнедеятельность растений [Текст] / С. Шомансуров, О. А. Акназаров. – Душанбе, 2005. – 168 с.
58. Шульгин, И.А. О роли ультрафиолетовой радиации высокогорных районов в строении побега и продуктивности пшеницы [Текст] / И.А. Шульгин, Р.Г. Забиров. // Биологические науки. – Москва, 1975. – № 7. – С. 107–118.
59. Якушкина, Н.И. Физиология растений [Текст] / Н.И. Якушкина. // Учебное пособие для студентов биол. спец. высших педагогических учебных заведений. – М.: Просвещение, 1980. – 335 с.



## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Технологическая карта факультативного занятия «Влияние ультрафиолетовой радиации на всхожесть семян однодольных и двудольных растений»**

№	Этап урока	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Методы и средства	УУД
1	<b>Организационный</b>	Приветствие, создание благоприятной атмосферы. Проверка присутствующих. – <i>Здравствуйте, ребята, меня зовут Лариса Игоревна, сегодня мы еще раз познакомимся с солнечным светом и проанализируем его действие на растительные объекты. Давайте отметим присутствующих.</i>	Слушают, настраиваются на восприятие материала занятия. Проверяют готовность к уроку.	Беседа, классный журнал.	<i>Коммуникативные:</i> взаимодействие с педагогом. <i>Регулятивные:</i> самоорганизация.
2	<b>Основной</b>	Повторение материала, акцентирование на ключевые моменты далее изучаемых вопросов. – <i>Сейчас мы все вместе вспомним некоторые моменты из ранее изученных вами материалов. На слайде будут появляться взаимосвязанные слова и предложения. Ваша задача – найти связь между ними и сформулировать правильный ответ.</i> На слайде поочередно появляются опорные термины и понятия. После каждого слова/предложения появляется правильный ответ. – <i>Замечательно. Теперь, когда мы с вами освежили свою память, самое время перейти к новой теме. Сейчас вам будет выдана таблица, которую мы будем заполнять в течение занятия.</i>	Чтение со слайда. Поиск взаимосвязи слов и предложений. Формулирование правильных ответов. По команде учителя озвучивают свой ответ.  Слушают учителя, отвечают на вопросы.	Беседа, опрос; показ слайдов на компьютере.  Лекция, самостоятельная работа; Компьютер-	<i>Личностные:</i> находить причинно – следственные связи. <i>Познавательные:</i> повторение материала. <i>Регулятивные:</i> выполнять задание, соответствующее поставленной цели.  <i>Личностные:</i> умение анализировать, умение находить причинно-следственные связи. <i>Предметные:</i> приобретение новых знаний по биологии и

	<p>Учащимся раздается таблица (см. приложение 2).</p> <p>Озвучивается теория большого взрыва, из которой вытекает тема нового материала. Рассказывается значение излучения на ранних этапах формирования планеты, как организмы приспосабливались к факторам среды. На слайдах представлены ученые, как впервые затрагивавшие тему солнечной радиации, так и современные технологии и концепции.</p> <p>– <i>Есть множество причин считать действие излучения как отрицательным, так и положительным. Перед вами находится таблица, к заполнению которой мы приступим прямо сейчас.</i></p> <p>- <i>Первым в спектральном составе солнечной радиации выделяется инфракрасное излучение. Запишем его значения.</i></p> <p>Рассказывает об основных аспектах инфракрасного излучения. Сообщает длину волны, краткую характеристику и его действие на растения.</p> <p>- <i>Далее по спектральному составу располагается видимое излучение. Как бы вы описали видимый свет?</i></p> <p>Ставит перед учащимися вопрос, из которого вытекает определение. Направляет ответы в нужное русло, задает наводящие вопросы.</p> <p>– <i>Какие цвета радуги вы знаете? Как вы ду-</i></p>	<p>Случают учителя, смотрят презентацию, отвечают на вопросы, заполняют таблицу.</p> <p>Смотрят презентацию, участвуют в обсуждении, заполняют таблицу.</p>	<p>ные слайды, таблица.</p> <p>Лекция, самостоятельная работа; Компьютерные слайды, таблица.</p> <p>Лекция, беседа, самостоятельная работа; Компьютерные слайды, таблица.</p>	<p>экологии.</p> <p><i>Личностные:</i> умение кратко конспектировать, выделять главное от основного.</p> <p><i>Предметные:</i> приобретение новых знаний по биологии и экологии, изучение понятий.</p> <p><i>Познавательные:</i> воспринимают новую информацию об окружающем мире.</p> <p><i>Личностные:</i> умение кратко конспектировать, выделять главное от основного.</p> <p><i>Предметные:</i> приобретение новых знаний по биологии и экологии, узнают природу цвета.</p> <p><i>Регулятивные:</i> определение характеристики.</p>
--	---	---	---	--

		<p><i>маете, чем обуславливается цвет?</i></p> <p><i>- Переходим к ультрафиолетовому излучению. Сейчас вам будет предоставлен дополнительный материал, который вам нужно будет прочитать и дописать в таблицу нужные данные.</i></p> <p>Раздает опорный конспект. Следит за выполнением задания. Отвечает на вопросы. Акцентирует внимание учащихся на процессах, происходящих в облученных семенах.</p> <p><i>– Давайте проверим, как вы справились с этим заданием.</i></p> <p>Просит одного учащегося прочитать свой конспект. По необходимости корректирует ответ.</p> <p>Рассказывает о влиянии ультрафиолета: стимулирование роста и развития растительных клеток, способность разрывать химические связи, фотодиссоциации и т.д. Задает наводящие вопросы, корректирует ответы. Рассказывает про механизмы защиты растений от действия ультрафиолетовой радиации.</p>	<p>Самостоятельно заполняют таблицу. Слушают учителя, отвечают на вопросы, участвуют в обсуждении.</p>	<p>Беседа, самостоятельная работа; Компьютерные слайды, таблица, раздаточный материал.</p>	<p><i>Познавательные:</i> осуществляют поиск ответа на поставленные вопросы, сравнивают объекты, делают выводы в ходе беседы.</p> <p><i>Личностные:</i> умение кратко конспектировать, выделять главное от основного, умение грамотно приводить примеры.</p> <p><i>Познавательные:</i> приобретение новых знаний по биологии и экологии, понятия, узнают про действие ультрафиолета на клеточном, организменном, популяционном уровнях, узнают такие понятия, как «биомолекулы», «радиотоксины», «фотодиссоциация» и др., анализируют текст, делают выводы, определяют роль ультрафиолетового излучения.</p> <p><i>Регулятивные:</i> делают выводы, сравнивают, анализируют, самостоятельно контролируют свою работу.</p> <p><i>Коммуникативные:</i> учатся работать в группе, высказывать свою точку зрения.</p>
--	--	--	--	--	---

		Просит привести примеры применения различных типов ультрафиолетового излучения.			
3	<b>Заключительный</b>	<p>- Отлично. Сегодня вы узнали новые факты из окружающего нас мира. Раскрыли понятия света и его действия на растения. А для того, чтобы закрепить ваши знания, поиграем в игру. Разделимся на две команды. Мы с вами оказались в суде. Обвиняемый – ультрафиолет. Правая половина будет адвокатами, и отстаивать положительное действие ультрафиолета, а левая половина будет прокурорами и доказывать отрицательное действие ультрафиолетовой радиации.</p> <p>Организация сюжетно–ролевой игры в целях закрепления материала. Регулирует действия в классе, следит за порядком ответов.</p> <p>– Превосходно. Из вас получатся великолепные ораторы. Ребята, у вас есть вопросы по пройденной теме?</p> <p>Отвечает на вопросы.</p> <p>–На этом считаю занятие законченным. Всем спасибо за прекрасную атмосферу и качественный урок. До свидания!</p>	Учувствуют в игре, формулируют свои ответы, работают в команде.	Беседа, игра.	<p><i>Личностные:</i> умение анализировать, умение находить причинно-следственные связи</p> <p><i>Познавательные:</i> оказывают взаимопомощь при групповой работе и проявляют активность для решения познавательных задач; анализируют текст и рисунки учебника, делают выводы на основе полученной информации.</p> <p><i>Коммуникативные:</i> проявляют активность в решении познавательных задач; слушают и понимают речь других; выступают в беседу на уроке; оформляют свою мысль в устной речи.</p> <p><i>Регулятивные:</i> анализируют, сравнивают, делают самостоятельно выводы, отстаивают свою позицию, оценивают себя.</p>

**Характеристика излучения и его влияние на растения**

<b>№</b>	<b>Название излучения</b>	<b>Длина волны</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Влияние на растения</b>
1				
2				
3				