



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

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ

**Влияние ультрафиолетового излучения на кущение овса посевного
(Avena sativa)**

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

**Направленность программы бакалавриата
«Биология. Безопасность жизнедеятельности»**

Форма обучения очная

Выполнил(а):

студент (ка) группы ОФ-501/066-5-1

Савельева Олеся Константиновна

Проверка на объем заимствований:

62,54 % авторского текста
Работа рекомендована к защите
рекомендована / не рекомендована
«25» мая 2022 г.

Зав. кафедрой Общей биологии
и физиологии

Ефимова Н. В.

Научный руководитель:

д-р пед. наук, профессор

Похлебаев Сергей Михайлович

Челябинск

2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ДЛЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ.....	7
1.1 Общие представления о солнечной радиации и ультрафиолетовом излучении.....	7
1.2 Биологические эффекты и механизм действия ультрафиолетовой радиации на живые организмы.....	10
1.2.1 Действие ультрафиолетового света на организм человека.	11
1.2.2 Влияние ультрафиолетовой радиации на растения.....	13
1.3 Биологические эффекты ультрафиолетовой радиации на клетку.....	16
1.4 Влияние ультрафиолетовой радиации на процессы роста и развития хлебных злаков.....	19
1.4.1 Влияние ультрафиолетового облучения на нуклеиновые кислоты.....	21
1.4.2 Воздействие ультрафиолетовой радиации на белки.....	22
1.4.3 Действие ультрафиолетового облучения на липиды.....	25
1.5 Влияние ультрафиолетовой радиации на рост и развитие хлебных злаков.....	26
Выводы по первой главе.....	31
ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	33
2.1 Организация исследования.....	33
2.2 Методы исследования.....	35
Выводы по второй главе.....	39
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	40
3.1 Биологические эффекты предпосевного замачивания на	

семена овса посевного.....	40
3.2 Биологические эффекты действия различных доз ультрафиолетового излучения на процесс кущения овса посевного.....	43
Выводы по третьей главе.....	46
ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ.....	47
4.1 Методика организации проектной деятельности школьников в процессе обучения.....	47
4.2 Организация проектной деятельности на примере проекта «Изучение особенностей строения овса посевного на разных этапах индивидуального развития под действием ультрафиолетового излучения».....	52
Выводы по четвертой главе.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Овес посевной (<i>Avena sativa</i>).....	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Алгоритм расчета показателей описательной статистики и статистики выводов.....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Возможные вопросы на аналитическом этапе.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Продуктивность растительного организма определяется напряженностью физиолого-биохимических процессов, регулирующихся как внешними – абиотическими факторами (температура, t_v , H_2O), биотическими и антропогенными, так и внутренними факторами (влияющие на клетку – ферментативными, гормональными, мембранными; влияющие на организм в целом – трофические и электрофизиологические). Внешние условия оказывают как прямое, так и косвенное влияние на процессы роста и развития. Последнее связано с тем, что скорость роста, как правило, зависит от интенсивности всех остальных физиолого-биохимических процессов. Лимитирующими факторами, оказывающими влияние на процессы роста и развития организмов являются температура и наличие, или отсутствие воды. Одним из абиотических факторов, разрушающий озоновый слой является солнечная радиация, и как следствие увеличение действия ультрафиолетового излучения. Актуальным становится вопрос изучения влияния ультрафиолетовой радиации на живые организмы, в том числе и растительные. В этом отношении практический интерес представляют собой хлебные злаки: пшеница, овёс, рожь, ячмень, кукуруза, просо, сорго и рис. Изучение этой проблемы и её разрешение является важным как с теоретической, так и с практической точек зрения. Ее изучением занимался директор ВИР – П. М. Жуковский, российский ботаник, автор монографий – «Крупяные культуры (Просо, гречиха, рис, чумиза)», «Зерновые культуры (Пшеница, рожь, ячмень, овес)» и «Пшеница в СССР».

Актуальность темы. Одним из наиболее важных вопросов в земледелии является разработка и внедрение новых методов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Использование ультрафиолетовой радиации для создания высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур является весьма перспективным

направлением. В настоящее время в нашей стране и за рубежом проводятся исследования, доказывающие положительный эффект предпосевного облучения семян ультрафиолетовой радиацией, которая влияет, как на количество, так и на качество урожая сельскохозяйственных растений.

Метод предпосевного облучения состоит в лабораторно созданной стимуляции регуляторной системы зародыша, которая позволяет выводить зрелые семена из состояния физиологического покоя, которая способствует ускорению процесса деления клеток при прорастании семян.

Ультрафиолетовая радиация способна изменять характер сложившихся конкурентных отношений, как между отдельными растениями, так и в пределах одного растения. Биологические эффекты воздействия ультрафиолетовой радиации могут быть самыми разными: от активации роста растений до ингибирования, увеличения листовых пластинок, вегетативной и генеративной массы, или же, наоборот, торможение роста; ускорение созревания семян; повышение энергии прорастания семян и так далее. В литературе встречается достаточно много данных о многостороннем действии ультрафиолетовой радиации на семена растений, вызывая как биохимические, так и морфологические изменения в ходе его дальнейшего индивидуального развития. В зависимости от дозы облучения, действие ультрафиолетовой радиации может протекать в двух направлениях, может, как увеличивать, так и уменьшать скорость биохимических реакций в живом организме. Поскольку урожай хлебных злаков, и овса, в частности, зависит от фаз кущения и протекающих в этот период процессов, то интересным представляется вопрос определения оптимальной дозы облучения, которая оказала бы влияние на развитие генеративных побегов.

Поэтому целью настоящего исследования является изучение действия различных доз ультрафиолетового излучения на процесс кущения овса посевного.

Для реализации поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать литературные источники по изучаемой проблеме.
2. Выявить биологические эффекты однократного воздействия ультрафиолетового излучения на семена овса посевного на ранних этапах онтогенеза с применением метода предпосевного замачивания.
3. Исследовать действие различных доз ультрафиолетового излучения на процесс кущения овса посевного.
4. Разработать и апробировать внеурочное мероприятие в форме проекта по теме «Изучение особенностей строения овса посевного на разных этапах индивидуального развития под действием ультрафиолетового излучения» для учащихся 5 классов средней школы.

Объект исследования – процесс кущения семян овса посевного.

Предмет исследования – биологические эффекты воздействия ультрафиолетового излучения на процесс кущения овса посевного.

ГЛАВА 1. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

1.1 Общие представления о радиации и ультрафиолетовом излучении

Под радиацией в широком смысле этого слова понимают радиоактивное излучение. В науке названы основные виды радиации, к ним относятся испускание солнечного света и проникающая радиация.

Радиоактивность – это самопроизвольный распад атомных ядер некоторых элементов, приводящих к изменению их атомного номера и массового числа. Радиоактивный распад протекает с определенной скоростью, его нельзя остановить или ускорить. Распад радиоактивных элементов идет совместно с потоками ультрафиолетовых излучений, каждый из которых отличается своими неповторимыми физическими и химическими свойствами [17].

Ультрафиолетовое излучение – это невидимое человеческими глазами электромагнитное излучение, которое занимает особую спектральную область между видимым и рентгеновским излучением в пределах длин волн 400-20 нм. Все поле ультрафиолетовой радиации условно можно разделить на ближнюю (400-200 нм) и дальнюю, или вакуумную (200-10 нм); последнее (вакуумное) обусловлено тем, что ультрафиолетовая радиация данного участка, сильно поглощается озоновым слоем атмосферного воздуха, а для его исследования используют специальные вакуумные спектральные приборы.

Ближняя ультрафиолетовая радиация была обнаружена в 1801 году немецким учёным Н. Риттером и английским ученым У. Волластоном по фотохимическому действию данного излучения на хлористое серебро. Вакуумная УФ-радиация была обнаружена немецким учёным В. Шуманом при помощи сконструированного самим ученым вакуумного спектрографа с флюоритовой призмой (1885-1903) и безжелатиновых фотопластинок. В

связи с этим стало возможным регистрировать данные коротковолновых излучений до 130 нм. Английский учёный Т. Лайман в 1924 году, впервые сконструировал вакуумный спектрограф с вогнутой дифракционной решеткой, ему удалось зарегистрировать ультрафиолетовое излучение с длиной волны до 25 нм. К 1927 году были получены данные о промежутке между вакуумной ультрафиолетовой радиацией и рентгеновским излучением [32; 41]. Наибольший интересным является ультрафиолетовая радиация в диапазоне 400-180 нм. Внутри данного вариационного ряда выделены три области (рисунок 1):

- Длинноволновое – А (400-320 нм);
- Средневолновое – В (320-275 нм);
- Коротковолновое – С (275-180 нм).

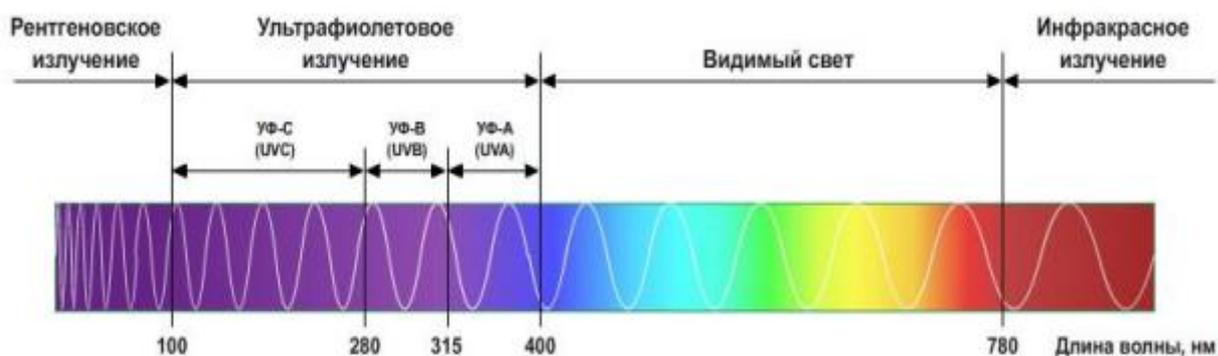


Рисунок 1 – Шкала электромагнитных излучений

Физиологически воздействуют на организмы различно. В действительности встречается малая часть средневолнового и длинноволнового света. Коротковолновое и часть средневолнового излучения поглощаются озоновым слоем атмосферы [7; 17].

Длинноволновое ультрафиолетовое излучение не удерживается озоновым слоем атмосферы, оно имеет возможность проникать сквозь стекло, а также через роговой слой кожи. Поток длинноволнового ультрафиолетового излучения (среднее значение в полдень) в вдвое выше отображается на уровне полярного круга, чем на экваторе то абсолютная его величина больше в более высоких широтах. Значительных колебаний

интенсивности длинноволнового излучения в разные периоды времени никак не отмечено. За счет поглощения, отражения и рассеивания испускаемого излучения при прохождении через эпителий только 20-30 % длинноволнового ультрафиолетового излучения проникает в дерму и около 1 % всей его энергии достигает подкожной клетчатки [50].

Большая часть средневолнового ультрафиолетового излучения поглощается озоновым экраном, который «прозрачен» для длинноволнового ультрафиолетового излучения. Отсюда следует, что доля средневолнового ультрафиолетового излучения в общей энергии ультрафиолетового излучения в летний полдень составляет всего около 3 %. Как правило, через стекло не проникает, отражается роговым слоем на 70 %, при прохождении через эпителий ослабляется на 20 % – в дерму проникает менее 10 %. Так или иначе, давно учитывалось, что участие средневолнового излучения в вредоносном действии УФ-излучения составляет 80 %, так как именно этот спектр ответственен за возникновение эритемы солнечных ожогов [50]. Экспериментально доказано, что средневолновое ультрафиолетовое излучение обладает наибольшей биологической активностью и способно даже в низких дозах оказывать повреждающее воздействие на субклеточные структуры. Достаточно хорошо изучено влияние средневолнового ультрафиолетового излучения на репродуктивную гибель клеток, вызванную повреждением их DNA [48].

Не следует упускать из виду тот факт, что средневолновое излучение более сильное (более короткая длина волны), чем длинноволновое, которое, как правило, рассеивается при прохождении через атмосферу, что также приводит к изменению соотношения между этими фракциями с увеличением географической широты (в северных странах) и времени суток.

Коротковолновое ультрафиолетовое излучение (200-280 нм) проникает и поглощается водой, озоновым слоем, стеклом и кварцем [50]. Когда речь идет об облучении живых организмов коротковолновым

излучением, наиболее интересным является вопрос о влиянии ультрафиолетовых лучей на биополимеры – белки и нуклеиновые кислоты. Молекулы биополимеров содержат циклические группы молекул, содержащие углерод и азот, достаточно интенсивно поглощающие излучение с длиной волны 260-280 нм. Поглощенная энергия способна без значительных потерь мигрировать по цепочке атомов внутри молекулы, пока не будут достигнуты слабые связи между атомами, после чего связи разрушаются. В ходе этого процесса, называемого фотолизом, образуются фрагменты молекул, оказывающие сильное воздействие на организм. Помимо фотолиза под действием ультрафиолетового излучения в биополимерах происходит процесс денатурации – разрушение белковых молекул. При воздействии света определенной длины волны уменьшается электрический заряд молекул и происходит адгезия и потеря активности – ферментативной, гормональной, антигенной и др. [16].

1.2 Влияние ультрафиолетовой радиации на живые организмы

Ультрафиолетовая радиация является мощным стрессовым фактором для живых систем, так как вызывает разнообразные фотохимические превращения [33]. В ряде исследований показано негативное влияние УФ-излучения на микроорганизмы, которые, однако, способны вырабатывать защитные механизмы. Известно, что увеличение дозы УФ-облучения не приводит к гибели организмов, но способствует изменению их продуктивности и жизненного цикла и приводит к выработке некоторых химических реагентов, приводящих к изменению защитных функций. В настоящее время известно, что ультрафиолетовое излучение отрицательно влияет на процессы роста и фотосинтеза фитопланктона, а также изменяет количественные показатели содержащегося в нем белка. Водоросли и морские ежи, зоопланктон и кораллы обладают повышенным порогом чувствительности к средневолновому ультрафиолетовому излучению [17]. Средневолновое

ультрафиолетовое излучение может непосредственно воздействовать на икру и мальков рыб, личинки креветок и крабов, снижать репродуктивную способность, рост и выживаемость [61].

1.2.1 Действие ультрафиолетового света на организм человека

Ультрафиолетовая радиация – это мощный стрессовый фактор, действующий как на растительный организм, так и на организм животного, включая и организм человека. Влияние ультрафиолетовой радиации на состояние здоровья людей и биоту имеет два направления: положительное и отрицательное. Последнее, в свою очередь, делится на острое и хроническое. УФ-излучение в большей степени влияет на глаза, кожу и иммунную систему организма. Критическое действие ультрафиолетового излучения на кожу проявляется в ее покраснении и появлении эритемы. Обильное покраснение часто приводит к образованию пузырей и повреждению кожи с вторичными инфекциями и симптомами ожогов первой и второй степени. Негативное действие ультрафиолетового излучения на кожу выражается в ее старении (солнечный эластоз), появлении доброкачественных изменений (актинический кератоз) и злокачественных новообразований кожи – появлении рака немеланомного типа (NMSC) и кожной меланомы (СММ). Свидетельство того, что немеланомный рак кожи связан с воздействием ультрафиолетового излучения, подтверждается тем фактом, что это явление обычно возникает у людей со светлым типом кожи на участках тела, наиболее подверженных воздействию солнечного света; в 80-90 % случаев возникает на голове, шее, кистях и предплечьях, а у женщин – на ногах. Кроме того, у представителей негроидной расы NMSC практически не встречается, а в Австралии рак кожи – болезнь выходцев из северной Европы, хотя местное население этим заболеванием не страдает. Учтите, что ультрафиолетовое облучение в сочетании с действием некоторых химических соединений и

лекарственных препаратов может привести к сильному негативному воздействию на кожу даже при воздействии малых доз радиации [61].

Воздействие на DNA ультрафиолетового излучения вызывает мутагенез, который чаще всего связан с ошибками в процессе репарации DNA и, следовательно, может привести к канцерогенезу. В ряде исследований описан следующий механизм: «ошибочная» репарация DNA приводит к увеличению частоты хромосомных aberrаций и увеличению мутаций, повышая скорость трансформации здоровых клеток в раковые и способствуя проявлению латентных онкогенных вирусов, которые могут потенцировать рост раковых клеток [61].

Острые негативные воздействия на органы зрения проявляются в развитии фотокератита («снежной слепоты») и фотоконъюнктивита, которые обычно поддаются лечению. Одним из наиболее опасных заболеваний глаз, вызываемых УФ-излучением, является катаракта, о чем свидетельствуют как экспериментальные, так и эпидемиологические данные [61].

Иммунная система чувствительна к воздействию УФ-излучения. В результате длительного воздействия высоких доз ультрафиолетового излучения страдает иммунная система организма в целом. Результатом такого воздействия является снижение резистентности к инфекционным агентам и некоторым инфекционным заболеваниям, а в ряде случаев наблюдается развитие рака кожи. В качестве примера можно привести заболевания с кожной фазой развития или зависящие от клеточной недостаточности: корь, ветряная оспа, герпес и другие [41; 61].

Положительный эффект ультрафиолетового облучения в основном связан с образованием витамина D (антирахитический эффект). УФ-лучи благотворно влияют на лечение некоторых кожных заболеваний (например, псориаза). Отсутствие воздействия ультрафиолетового излучения может привести к нарушению обмена фосфора и кальция у разных групп населения, особенно у детей. Следствием этого является

нарушение нормального процесса костеобразования и снижение активности защитных систем организма. Витамин D фотохимически образуется в коже под действием ультрафиолетового излучения. Недостаточное количество витамина D в организме повышает риск развития некоторых хронических заболеваний, встречающихся в практике кардиологов (гипертоническая болезнь) и эндокринологов (например, сахарный диабет 1 и 2 типа), неврологов (эпилепсия, рассеянный и боковой амиотрофический склероз, детский церебральный паралич), психиатры (болезнь Альцгеймера), шизофрения, маниакально-депрессивный психоз, аутизм), онкологи (рак предстательной железы, молочной железы, поджелудочной железы, толстой кишки и др.). В работе В.К. Беликова [8] показала, что возникновение рахита, вызванного недостатком витамина D, в районах, близких к 65° с. в 2-3 раза выше, чем на 45° с.ш. Следует отметить, что чрезмерное воздействие ультрафиолетового излучения также может привести к обратной реакции и разрушению многих витаминов, особенно витамина С [62; 63].

1.2.2 Влияние ультрафиолетовой радиации на растения

Ультрафиолетовая радиация проявляется различными биологическими эффектами на растительные организмы, в зависимости от интенсивности она может оказывать на растения стимулирующее, угнетающее или летальное воздействие. Характер действия облучения зависит от продолжительности экспозиции. Есть сведения о том, что не только степень интенсивности реакций растительных организмов на ультрафиолетовое излучение, но часто и направленность этих реакций зависит от применяемой дозы облучения и области спектра. У растений чувствительность к радиации зависит от длительности и стадии митотического цикла, типа клетки или ткани, стадии клеточной дифференцировки, условий питания, концентраций загрязняющих элементов, вида растения и т. д.

В зависимости от дозы, радиации, времени могут наблюдаться различные биологические эффекты на растения. При этом можно наблюдать генетические и физиологические изменения, изменение процессов роста и развития растений, ускорение процессов старения, различные заболевания или гибель организма. Так, в результате воздействия ультрафиолетового излучения происходит изменение активности ферментов и гормонов, что сказывается на синтезе пигментов, интенсивности фотосинтеза, фотопериодической реакции [23; 51]. Последствия УФ-облучения на генетическом уровне пыльцы высших растений, растительных и животных клеток и микроорганизмов выражаются в увеличении частоты мутаций в генах, хромосомах и плазидах. Частота мутаций отдельных генов под действием высоких доз ультрафиолетовой радиации может увеличиваться в тысячи раз по сравнению с естественным уровнем УФ-излучения и достигать нескольких процентов [19].

Известно, что под влиянием ультрафиолетового излучения искусственно созданных источников наблюдаются изменения различных функциональных свойств растительного организма, могут происходить различные биохимические, анатомические и морфологические изменения, отмечаются определенные сдвиги в сроках развития растений. Известно, что коротковолновые ультрафиолетовые лучи тормозят ростовые процессы, а длинноволновые, наоборот, оказывают стимулирующее влияние на параметры роста [3; 4]. Так, предпосевное облучение проклюнувшихся семян моркови ультрафиолетовым излучением вызывает увеличение высоты органов над землей на 20-25 % и вызывает ряд анатомических изменений в листовых пластинках: известно, что облучение ультрафиолетовыми лучами имеет волнообразную форму (254 нм) уменьшает толщину мезофилла за счет уменьшения его слоистости, а также уменьшает количество устьиц, истончаются листовые пластинки, увеличиваются в высоту клетки верхнего ряда палисадной паренхимы и, в

целом, общая толщина паренхимы и всей листовой пластинки становятся относительно тоньше; при облучении средневолновыми ультрафиолетовыми лучами (313 нм) наблюдается увеличение толщины мезофилла листа, количества устьиц и их размеров [60].

Экспериментально доказано, что при отсутствии ультрафиолетового излучения в солнечном спектре процессы роста стебля томата усиливаются, эффект выражен от фазы бутонизации до фазы массового цветения. Воздействие ультрафиолетового излучения вызывает подавление роста листовой пластины в длину и увеличение площади листа, при этом количество листьев на растении остается неизменным. Также можно наблюдать увеличение толщины ассимиляционных тканей, толщины эпидермальной кутикулы и числа устьиц как с верхней, так и с нижней стороны листовой пластинки. Ультрафиолетовое излучение способствует формированию ксероморфных признаков в анатомическом строении высокогорных растительных организмов, что можно наблюдать при наличии более толстой кутикулы, большей толщины паренхимы листа, большого количества клеток и хлоропластов на единице поверхности, а также как уменьшенный размер хлоропластов в клетке [60].

Радиационная устойчивость растительных организмов существенно меняется в их индивидуальном развитии. Растения наиболее чувствительны к ультрафиолетовому излучению при прорастании семян, спорогенезе и гаметогенезе. Известно, что облучение проростков ячменя средневолновым ультрафиолетовым излучением влияет на процессы роста и развития половых элементов колоса: происходит ускорение дифференцировки спорогенной ткани пыльника и мужского гаметофита, сопровождающееся увеличением асинхронности микрогаметогенеза, неоднородности пыльцевых зерен и повышением стерильности пыльцевых зерен. Высокая доза ультрафиолетового облучения способствует снижению степени мужского бесплодия за счет интенсификации отбора гаплоидных клеток. Действие УФ-излучения на репродуктивную систему

растительных организмов выражается в генотоксичности, повреждении DNA клеток меристемы и фотоиндуцируемых эффектах, ускорении цветения и дифференцировки гаметофитов [25].

Механизмы реакции растительных организмов на изменения окружающей среды в ходе эволюции в основном подверглись естественному отбору, поэтому их количество не должно быть большим. Очевидно, что изменение условий существования в допустимых пределах жизнедеятельности живых систем не нарушает специализированных механизмов управления каталитическим потенциалом клетки, основанных на действии регуляторных ферментов. Возникшие в живом организме отклонения компенсируются гомеостатическими механизмами. После устранения разрушающего воздействия система организма быстро возвращается в исходное состояние без каких-либо заметных «остаточных» явлений [44; 45].

После выхода повреждающего действия за пределы толерантной области следует, что для сохранения целостности живой системы быстрых приспособительных перестроек в пределах возможностей гомеостатических механизмов недостаточно. Запускается «высший» механизм адаптации, связанный с репрессией одних и активацией других генов. Этот адаптивный механизм занимает больше времени, чем гомеостатические корректировки. На реализацию предыдущих программ генома клетка тратит несколько часов, а то и дней, в зависимости от сложности. Какие изменения в клетке обеспечивают поддержание ее нативности в то время, когда таково внешнее воздействие, то гомеостатических механизмов уже недостаточно для поддержания жизни и возникшие новые гензависимые адаптивные преобразования еще не завершены из-за их медленной реализации. Одна из возможных гипотез состоит в том, что в этой фазе реакции клетка переходит в новое дискретное стационарное состояние большей устойчивости [12].

1.3 Механизмы биологического действия ультрафиолетового излучения на живые организмы

Естественная солнечная радиация имеет электромагнитную колебательную природу и непрерывный характер. Каждый тип излучения имеет характерные характеристики. Далее речь пойдет о роли и механизмах действия ультрафиолетового излучения, имеющего только часть ультрафиолетового электромагнитного спектра в области от 100 нм до 180 нм. Энергия этих квантов излучения (70-100 ккал/моль) превышает по своим параметрам энергию активации большого числа химических реакций. Отсюда следует, что ультрафиолетовое излучение является фотохимически активной частью спектра. Ультрафиолетовое излучение в области от 180 нм до 2 нм интенсивно поглощается кислородом воздуха. Так что на самом деле он существует только в открытом космосе или в специально созданных лабораторных условиях [32]. Рассматриваемый нами спектр ультрафиолетового излучения имеет биологическое значение и по своей проникающей способности и фотохимической активности делится на три полосы – область А (100-320 нм), В (320-275 нм) и С (275-180 нм). Сегодня в фотобиологии принято выделять так называемый экологический диапазон (100-295 нм) и ультрафиолетовое излучение от искусственных источников (менее 295 нм). В атмосфере Земли коротковолновое излучение Солнца – рентгеновское и короткое ультрафиолетовое излучение – при взаимодействии с молекулярным кислородом приводит к образованию озонового слоя на высоте 20-30 км. Озон обладает особым свойством и способен поглощать все виды излучения с длиной волны короче 295 нм, а также обладает способностью защищать земную поверхность и нижележащие слои атмосферы от нежелательного воздействия этого излучения. С другой стороны, как постоянный фактор внешней среды ультрафиолетовое излучение оказывает сильное влияние на многие физиологические процессы в

организме. Кроме того, УФ-излучение играло важную роль в эволюционных процессах, происходящих на Земле. Во-первых, ультрафиолетовое излучение, наряду с космическими лучами и радиоактивными элементами из земной коры, электрическими разрядами в атмосфере, извержениями вулканов и ударами метеоритов, явилось важнейшим фактором, способствовавшим абиогенному синтезу органических соединений на Земле. Мутагенное действие ультрафиолетового излучения на простейшие формы жизни проявляется в стимулировании хода биологической эволюции, а также способствует увеличению биоразнообразия. В ходе эволюции земные организмы приобрели способность использовать энергию различных участков солнечного спектра в своих целях [14; 62].

Ультрафиолетовое излучение при взаимодействии с веществом, в том числе органическим, может вызывать его ионизацию, так называемый фотоэффект. Однако он не играет существенной роли в механизме биологического действия. Основная роль ультрафиолетового излучения в биологическом действии заключается в процессе возбуждения молекул. Отсюда следует, что ультрафиолетовое излучение относится к неионизирующему излучению. Продолжительность состояния электронного возбуждения составляет миллиардные доли секунды, а затем вся или часть энергии возбуждения переходит в тепловую энергию колебаний и вращений атомов. Доля энергии, соответствующая разнице между уровнями основного и возбужденного состояний атома, передается соседним атомам и молекулам малыми квантами дальнего инфракрасного излучения. Возбужденная молекула имеет запас энергии, превышающий порог активации большинства химических реакций, в ходе которых эта энергия постепенно расходуется. Поэтому именно фотохимический путь разряда возбужденных электронных состояний играет важную роль в механизме биологического действия ультрафиолетового излучения. Нуклеиновые кислоты и белки напрямую поглощают кванты

ультрафиолетового излучения с пиками при 260 и 280 нм соответственно. Фотосенсибилизаторы, например, пигменты – эозин, акридин, флуоресцеин; каротиноны, желчные пигменты, каменноугольная смола, деготь, канцерогены, хинин, соединения йода и др. способны поглощать излучаемый свет в других частях спектра. В дальнейшем они передают эту энергию молекулам биополимеров, вызывая тем самым их опосредованное повреждение [17; 18].

Молекулярные механизмы биологического действия ультрафиолетового излучения можно разделить на три основные группы: изменения структуры и функции DNA, фотоинактивация белков, липидов и повреждение биологических мембран. Все эти процессы лежат в основе всех фотопроцессов, развивающихся на клеточном и организменном уровне.

1.4 Воздействие ультрафиолетовой радиации на клетку

Среди различных защитных механизмов, способных снижать повреждающее действие ультрафиолетового излучения на биологические системы, особую роль играют процессы фотоиндуцированной защиты и клеточной репарации. На стадиях современного развития в клетках зеленой водоросли *Candida guilliermondii* была обнаружена новая фотоиндуцируемая защитная система. Эта система эффективна при повреждении УФ-излучением, вызванном ультрафиолетовым излучением средней длины волны (290-320 нм), устойчивость клеток к УФ-излучению может быть повышена за счет воздействия длинноволнового видимого света с максимальной эффективностью в красной области при $\lambda = 680$ нм. Для него характерна зависимость от времени и температуры, отличная от ферментативной фотореактивации. Для более полного представления о механизме работы приемного аппарата красного света чрезвычайно важно выявить первые реакции, возникающие в клетке сразу после активации красного света, которые имеют прямое отношение к механизмам

преобразования сигналов, которые имеют особое значение для регуляции обмена веществ в целом. Несмотря на то, что давно известно стимулирующее действие малых доз ультрафиолетового излучения на процессы клеточного деления, оно является одним из наименее изученных эффектов ультрафиолетовых лучей [17; 47].

С целью установления вероятного механизма стимуляции клеточного деления при хроническом воздействии малых доз ультрафиолетового излучения были проведены исследования по выявлению условий, характеризующих это явление. Стало известно, что хронически низкие дозы УФ-излучения, относящиеся к зоне С, стимулируют ростовые процессы клеток на 10-15 % по сравнению с контрольными клетками. Другая фотоиндуцируемая система защиты длинноволновым видимым светом с шумом эффективности в красном диапазоне ($\lambda=680$ нм) в дрожжевых клетках *Candida guilliermondii* [3] была подтверждена в исследованиях на фотосинтезирующих клетках *Dunaliella*. Эта защитная система эффективна против УФ-повреждений, вызванных не только средневолновым УФ-излучением (290-320 нм), но и коротковолновым УФ-излучением [26; 52]. Показанный эффект был наиболее выражен при одновременном воздействии УФ-С излучения и красного света на популяцию при интенсивно-накопительном способе выращивания [58].

Известно, что при увеличении интенсивности белого света наблюдается характерная стимуляция клеточного деления, опережающая контрольные клетки. Максимальная стимуляция деления клеток наблюдается при интенсивности белого света 28 Вт/м², увеличение интенсивности света (до 56 Вт/м²) несколько снижает скорость ростовых процессов. Интенсивность света 84 Вт/м² явно ограничивает рост контрольных суспензий и сильно угнетает опытные. Торможение ростовых процессов контрольных клеток, вероятно, связано с тем, что для исключения перекрестного скрининга клеток исходные плотности были

сильно разбавлены и в оптимальных условиях фотосинтетическая активность протекает под действием сильного белого света, незначительное фотоингибирование и потеря [3; 47].

Отмечено, что увеличение интенсивности белого света приводит к снижению количественных показателей хлорофиллов и каротиноидов в контрольных клетках. В экспериментальных клетках количество хлорофиллов несколько уменьшается под действием хронически малых доз ультрафиолетового излучения, при этом интенсивность белого света существенно не влияет на их содержание [3; 21].

1.4.1 Влияние ультрафиолетового облучения на нуклеиновые кислоты

Ультрафиолетовая радиация приводит к блокированию или модификации всех известных функций нуклеиновых кислот. При фотоповреждении DNA ингибируется, ее трансформирующая активность и способность к репликации и транскрипции, а также могут происходить различные мутационные изменения, затрагивающие цистроны, кодирующие структуру всех белков, t-RNA и r-RNA. При локализации повреждения в m-RNA ингибируется процесс связывания ее с рибосомами и t-RNA, утрачивается трансляционная активность и изменяется значение матрицы. В конечном итоге при непосредственном фотоповреждении t-RNA, подавляется ее акцепторная активность по отношению к аминокислотам, происходят изменения структуры антикодона и способности образовывать комплексы с рибосомами и кодонами m-RNA. Конечным результатом фотохимического повреждения нуклеиновых кислот является гибель или появление различных мутаций, а также всевозможных физиологических изменений в клетках и организмах [7].

Считается, что за 30 % всех видов ультрафиолетовых поражений в биологических объектах ответственны димеры тимина. В конечном счете, парциальный вклад (П) каждого типа фотопродуктов в биологический

эффект будет определяться тремя факторами: поперечным сечением поглощения (s), квантовым выходом фотохимической реакции (φ) и вероятностью биологической реализации элементарного повреждения (P):

$$\Pi = (s_1\varphi_1, P_1 + s_2\varphi_2, P_2 + \dots + s_n\varphi_n, P_n), \quad (1)$$

Первый фактор, зависящий от нуклеотидного состава нуклеиновых кислот и их конформации, наименее вариабелен.

Более лабилен квантовый выход отдельных реакций. Фотохимические реакции в полинуклеотидах нельзя рассматривать как сумму химических реакций мононуклеотидов, нуклеозидов и азотистых оснований. Наконец, фотохимия нуклеиновых кислот зависит не только от состава, но и от конформации макромолекулы (микроокружения). Например, скорость гидратации цитозина и урацила в нативной DNA и полиуридиладениловой кислоте намного меньше, чем в денатурированной DNA и полиуридиловой кислоте соответственно. Вероятность образования димеров между пиримидиновыми основаниями DNA зависит от природы соседних оснований.

Значение третьего фактора в наибольшей степени зависит от типа биологического эффекта (мутагенез, лизогения и т.д.), химического состава нуклеиновых кислот, активности репарирующих систем, то есть от вида организма, его физиологического состояния и условий облучения [20; 24].

1.4.2 Воздействие ультрафиолетовой радиации на белки

Наряду с нуклеиновыми кислотами белки являются одними из акцепторов биологически активной ультрафиолетовой радиации в клетке. Деструктивно-модифицирующее действие ультрафиолетового излучения связано с фотохимическим повреждением макромолекулы белка. Кроме того, благодаря процессам миграции энергии свет, поглощаемый белковыми молекулами, может быть использован для инициации фотохимических реакций в других хромофорах. Основными хромофорами

белков являются остатки ароматических аминокислот: на первом месте триптофан и в значительно меньшей степени тирозин и фенилаланин. Все вышеперечисленное, а также цистин отвечает за функционально активное поглощение света [7; 17].

Конечным результатом действия ультрафиолетового излучения на белки является их инактивация, то есть утрата ферментативной, регуляторной, гормональной, транспортной и иммунологической активностей. Фотоинактивация белков является одноквантовым, одномоментным необратимым процессом, что доказывает экспоненциальный характер зависимости активности ферментов от дозы облучения и взаимозаменяемость интенсивности и времени воздействия. Об уникальном влиянии этого процесса свидетельствует и линейная зависимость скорости инактивации от интенсивности света, проявляющаяся даже при таких интенсивностях, когда число фотонов, падающих в секунду на единицу объема, сравнимо с числом белковых молекул [13].

Скорость фотоинактивации белков практически не зависит от температуры, по крайней мере, для тех положительных интервалов температур, в которых конформация белка остается неизменной. Квантовый выход инактивации увеличивается в диапазоне температур предденатурации и снижается в 3-4 раза при охлаждении образцов до -196 °С. Эффективность фотоинактивации определяется концентрацией ионов водорода (рН) и ионной силой среды, зависит от состава используемого буфера, а также от наличия в растворах мочевины, гуанидина и детергентов. Термическая и кислородная обработка некоторых белков, облученных в вакууме, приводит к дальнейшей термической инактивации, что объясняется накоплением в белках скрытых повреждений. На наличие латентного повреждения указывает также изменение чувствительности облученных УФ-лучами ферментов к 5 М мочеvine: облученные и

необлученные белки инактивируются мочевиной с разной эффективностью.

У белков, в состав которых входит металл, играющий существенную роль в каталитической активности, к фотоинаktivации приводит его «выбивание» из макромолекулы. Такая ситуация имеет место при ультрафиолетовом облучении карбоксипептидазы, теряющей в результате разрушения существенного триптофанила атом цинка. Л. П. Каюшиным было обнаружено, что свет, поглощаемый триптофаном, может сенсibilизировать разрыв пептидной связи [7; 13].

Относительно редко УФ-излучение может стимулировать каталитическую активность ферментов. Все изученные до сих пор эффекты можно разделить на два основных типа: 1 – обратимая активация каталитической реакции. В этом случае преобразованная в тепло энергия используется для создания каталитически выгодных «мгновенных» стерических деформаций в области активного центра; 2 – необратимая активация фермента, связанная с фотохимическим разрывом (или образованием) ковалентных связей [16; 17]. Известно, что белки в биологических мембранах участвуют в интенсивных межмолекулярных взаимодействиях, способных контролировать их структурное состояние. В результате конформация, а значит, и фоточувствительность белков в биологических мембранах и в растворах должны различаться.

Известный пример контроля светочувствительности мембран ферментов представляет собой изменение сечения инаktivации ацетилхолинэстеразы эритроцитов после предрадиационной обработки мембран фосфолипазами А, С и D или удаления из них значительных количеств холестерина, что определяет текучесть липидной фазы. Влияние мембранного окружения на фоточувствительность фермента происходит как минимум двумя путями: через изменение конформационного состояния макромолекулы за счет межмолекулярных взаимодействий или

через повреждение белков, вызванное продуктами фотохимических превращений липидов [59].

1.4.3 Действие ультрафиолетового облучения на липиды

Как и в случае с белками, фосфолипиды являются основными «кирпичиками» биологических мембран. В липидной фазе мембран наиболее важной и эффективной реакцией является перекисное, фотоокисление свободными радикалами полиненасыщенных жирных кислот – фосфолипидов. В этом случае фотолиз, как процесс, может быть инициирован либо непосредственным поглощением квантов света липидом, либо поглощением света другими молекулами. В качестве фотосенсибилизаторов могут выступать такие соединения, как триптофан и белковые тирозиновые хромофоры, порфирины, флавины и др. [62]. Под действием квантов ультрафиолетового излучения липиды окисляются и можно проследить существенную прямую зависимость между степенью их окисления и степенью ненасыщенности жирных кислот.

Все окислительные процессы, индуцированные ультрафиолетовыми лучами, приводят к образованию гидроперекисей жирных кислот – основного относительно стабильного продукта реакции. Образование диеновых и триеновых гидропероксидов при облучении ультрафиолетовым излучением сопровождается появлением новых максимумов поглощения. Квантовый выход такой реакции значительно превышает единицы. Это свидетельствует о сходной природе механизмов фотоокисления и хорошо изученного цепного аутоокисления липидов свободными радикалами. Их единство также обусловлено сходством кинетики само- и фотоокисления ненасыщенных жирных кислот, наблюдаемой Бейтманом и др. [61].

Все вышеперечисленные молекулярные механизмы биологического воздействия ультрафиолетового излучения, влияющие на состояние основных компонентов биологической мембраны хлоропластов (белков,

липидов, нуклеиновых кислот), в которых присутствуют как основные, так и дополнительные фотосинтетические пигменты прямо или косвенно влияют на них.

1.5 Влияние ультрафиолетовой радиации на рост и развитие хлебных злаков

В настоящее время, у овса посевного выделяют следующие этапы онтогенеза:

- латентный (покоящиеся семена);
- вегетативный, включающий фазы всходов (подземную и надземную), кущения и выхода в трубку;
- генеративный, включающий фазы колошения, цветения и созревания плодов.

У семян, на этапе покоящихся семян, скорость обмена веществ максимально заторможена. Начало процессов индивидуального развития связано, как правило, с набуханием зерновки, проклевыванием, формированием первичной корневой системы и всходами, которые характеризуются образованием надземного побега, одетого колеоптилем.

Прорастание зародыша начинается с фазы формирования первичной корневой системы. Дальнейший рост почки, состоящей из трех узлов и оси, которая заканчивается конусом нарастания.

Процессы роста и развития первого зародышевого листа осуществляются за счет наличия пассивных веществ семени и определяется размером зерновки.

После образования трех первых листовых пластин наступает следующая фаза индивидуального развития злаковых культур – кущение.

Кущение – форма ветвления побегов, при которой боковые побеги развиваются только в нижней укороченной части (надземной и подземной) главного побега и, как правило, быстро укореняются [49]. Для злаковых

культур, и овса, в частности, характерен подземный тип ветвления побегов (кущение).

При благоприятных условиях внешней среды в пазухах листьев образуются почки, из которых в дальнейшем могут развиваться кустящиеся побеги. Закладка пазушных почек происходит потому, что образование трех зачаточных листьев и достаточно развитая корневая система могут обеспечить их правильное развитие. Формирование побегов над поверхностью почвы сразу совпадает с фазой погружения растения в трубку.

Развитие побегов второго порядка вместе с главным побегом образует узел кущения, в ряде случаев возможно образование второго узла кущения. Это явление наблюдается в случае развития почки второго порядка из колеоптильной пазушной почки.

Образование над поверхностью почвы побега кущения, который развивается из пазушной почки первого листа (1 боковой побег), совпадает с развитием четвертого листа главного побега, второго – с пятым и т. д.

Морфологическое строение побегов кущения повторяет строение главного побега, который в оптимальных условиях для процессов роста и развития обычно образует 5-7 метамеров. Число метамеров в побегах II и III порядков закономерно уменьшается на один, а в IV и последующих порядках соответственно на два. Объясняется это явление, прежде всего, тем, что оно возникает из-за выпадения [30] базальных узлов. В результате такой редукции побеги фазы кущения быстрее проходят вторую стадию органогенеза, и в результате происходит быстрый переход в следующую стадию – формирование колоса.

Однако побеги, формирующиеся в процессе кущения, проходят отдельные стадии индивидуального развития несколько быстрее основного, а некоторые из них задерживаются в развитии. Это явление связано с тем, что при формировании генеративной сферы растения происходит задержка дальнейшего развития боковых побегов. У растений

овса различают продуктивные и вегетативные (непродуктивные) генеративные побеги. Они, в свою очередь, делятся на «седельные» и «приспособленные». Побеги, составляющие «стручок», достигают второй стадии индивидуального развития и обычно отмирают, а «осевые» побеги – стадии V-VI. В случае негативного воздействия внешней среды или поражения вредителями генеративные побеги отмирают, поэтому отсроченные на два-три этапа «регулирующие» побеги могут продолжать рост и частично компенсировать их гибель [30].

В начале фазы выхода в трубку одновременно с развитием боковых побегов в конусе нарастания прекращается закладка стеблевых листьев и формируется ось соцветия, что сопровождается интенсификацией как биохимических процессов в конусе нарастания, так и процессов роста. Морфологически эта фаза проявляется в росте в длину (до 1-2 см) первого междоузлия над землей. В дальнейшем процессы роста боковых почек замедляются и прекращаются, и начинается формирование детородного органа – сложной верхушки [34].

Генеративный период развития овса начинается с фазы колошения и цветения, в течение которой завершаются процессы образования соцветия и оплодотворения с образованием зиготы [30; 55; 56]. После оплодотворения начинается усиление ростовых процессов зерна и растение вступает в фазу созревания плодов, включающую стадии молочной, восковидной и полной спелости. Таким образом, в ходе онтогенеза у растений овса одновременно протекают разные процессы – возрастной, стадийный и органообразующий.

Главным вопросом для агрономии является (до сих пор дискуссионный) вопрос о значении кустистости в формировании урожая и целесообразности выращивания сильно- или слабокустившихся сортов [29].

Кущение – очень важная характеристика зерновых культур, имеющая большое практическое значение. По своей биологической

сущности это разновидность разветвленного побега. Особенность этого явления состоит в том, что побеги образуются из точек роста, расположенных в пазухах только прикорневых листьев в зоне сближения подземных стеблевых узлов, а боковые побеги, в свою очередь, формируют собственные узлы кущения, образуя придаточные (узловые) корнеплоды.

Кущение свойственно не только злакам, но и представителям других семейств, как однодольных, так и двудольных, как травянистых, так и древесных (кустарники и кустарнички. Но у злаков это явление особенно широко распространено и хорошо изучено [49]. Фаза кущения – отрезок времени, в течение которого протекает процесс кущения. В течение фазы кущения параллельно с кущением (ветвлением) идут и другие процессы, в частности дальнейшее развитие материнского побега.

Кущение – основной путь формирования «зеленой массы» и основной способ вегетативного возобновления многолетних кустовых злаков. Кущение, в отличие от других способов ветвления всегда компактно в пространстве: оно сосредоточено в сравнительно узкой зоне материнского побега. По времени кущение протекает тоже довольно компактно: побеги появляются не по одиночке, а в значительном числе в течение небольшого промежутка времени. Различают два основных способа распределения боковых побегов по материнскому побегу у злаков: рассеянное ветвление (в области удлинённых междоузлий) и концентрированное кущение (в области укороченных междоузлий).

Зона кущения – своеобразный участок побега (рисунок 2). Ее междоузлия рано прекращают рост в длину. Это связано с тормозящим влиянием света через зеленые листья, и с комплексом других условий среды. Но общая форма зоны кущения в большинстве случаев показывает плавное изменение толщины отдельных фотомеров при незначительной их длине. В данном случае в этом и сказывается внутренняя закономерность развития, продольная симметрия побега. В зоне кущения рано

дифференцируется ксилема с крупными пористыми сосудами и склеренхима, поэтому интеркалярный рост в длину отсутствует. С другой стороны, узел кущения обладает комплексом меристематических тканей, благодаря которым активно идут процессы ветвления и корнеобразования.

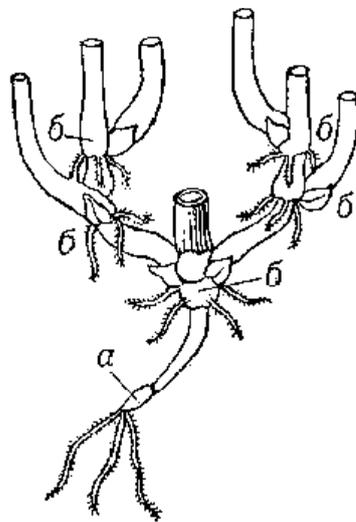


Рисунок 2 – Схема кущения злака: а – зарновка с зародышевыми корнями;
б – узлы кущения с придаточными корнями

В случае гибели большинства вегетативных органов злаковых растений, но при условии сохранения хотя бы части корней и узлов кущения, из спящих ростовых почек узлов кущения развиваются новые побеги и стебель восстанавливается. Эта роль узлов кущения чрезвычайно важна при повреждении озимых злаков, когда часть побегов отмирает от вредителей.

Второй важной функцией узлов кущения является образование вторичных (узловых) корней, значение которых заключается в создании урожая.

Высокая продуктивность злаковых культур определяется условиями протекания процесса кущения. Процессы кущения и вторичного укоренения протекают при хорошей аэрации почвы, поэтому в тех случаях, когда позволяют необходимые условия влажности, предпочтительна более мелкая заделка семян. Положение узла кущения во многом зависит от температуры. При повышенной температуре в послепосевной период резко

возрастает энергия ростовых процессов эпикотеля, и даже при заглубленном посеве узел кущения выносится на поверхность почвы, а иногда даже над ней. Энергия кущения зависит от температуры, длины светового дня, обеспеченности растений достаточным количеством влаги и элементов минерального питания. Действие внешних факторов, влияющих на темпы роста и развития, противоречиво. В ходе многолетних исследований ученые определили оптимальные температурные пределы для процесса кущения. Оно может начинаться при температуре +2 °С – -4 °С, оптимальная же для него температура +13 °С – -18 °С, то есть более низкая, чем, характерная температура для процессов роста. Дело в том, что с повышением температуры ускоряется процесс перехода в III стадию индивидуального развития, что связано с уменьшением числа вегетативных органов, в том числе листьев, а, следовательно, и пазушных почек. На процесс кущения оказывают влияние различные экологические факторы, которые могут, как активировать, так и снижать ветвление куста овса посевного. Положительное или отрицательное влияние факторов связано не только с направленностью их действия, но и интенсивностью их воздействия. Так же восприимчивость к их действию связана с этапом их онтогенеза. Наиболее чувствительны растения к факторам среды на начальных этапах роста.

В связи с этим, главная задача исследований по данному вопросу пока состоит в том, чтобы выявить оптимальные дозы ультрафиолетового облучения, влияющих на темпы кущения, общую продуктивную кустистость и в соответствии с этим строить селекцию и агротехнику.

Выводы по первой главе

Таким образом, анализируя все вышесказанное можно резюмировать, что для повышения продуктивной кустистости хлебных злаков необходимо ли оптимизировать внешние условия на время прохождения фазы кущения или изменить скорость биохимических

процессов, активизируя работу ферментных систем, для более полной реализации растением процесса кущения.

Биологическое действие ультрафиолетового излучения, как важнейшего фактора внешней среды, на семена складывается из двух процессов: прямого действия длинноволнового ультрафиолетового излучения на ткани зародыша и эндосперма, и действия коротковолнового ультрафиолетового излучения на верхние слои оболочки, с образованием изменений в клетках верхних слоев.

На биохимическом уровне ультрафиолетовая радиация активизирует деятельность ферментов, приводит к изменению содержания физиологически активных веществ (витаминов, гормональных веществ). Фотохимические и биохимические изменения, вызванные ультрафиолетовой радиацией, повышают энергию прорастания и всхожесть семян и, как следствие, дают устойчивую прибавку урожая зерна и зеленой массы у сельскохозяйственной культуры (за счет увеличения продуктивной кустистости).

Отсюда следует, что использование ультрафиолетового излучения в сельскохозяйственной практике весьма перспективно, так как выгодно отличается от других методов стимулирующего воздействия (термообработки, видимого света). УФ-облучение вместе с увеличением всхожести и энергии прорастания приводит к стерилизации поверхности семян и при определенных условиях и режимах облучения вызывает гибель вредных организмов даже внутри зерна.

В связи с этим, представляется интересным вопрос изучения воздействия ультрафиолетового облучения на семена и, как следствие, его влияния на дальнейшее развитие растений.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объект исследования

Объектом исследования служил процесс кущения семян овса посевного. Кущение – это образование надземных побегов из расположенного у основания главного побега злаковых (в данной работе у овса посевного (*Avena sativa*)) и некоторых других растений, узла. Узел кущения – это ряд сближенных коротких междоузлий, из почек которых образуются боковые побеги. Из почек, находящихся в пазухах влагалищных листьев, развиваются дочерние боковые побеги, которые или остаются внутри влагалища (внутривлагалищные побеги), или пробивают влагалище листа и выходят наружу (вневлагалищные побеги). В результате образуется рыхлый (если побеги растут под углом к главному) или плотный (если побеги растут вертикально) куст. Эксперимент проводился на семенах овса посевного, районированного для Челябинской области.

Сорт выделен на крестьянском фермерском хозяйстве Боровских, Пермский край, Ильинский район, дата фасовки: 09.05.2021 год. Овес (лат. *Avena L.*) – род растений из семейства Злаки, или Мятликовые (*Poaceae*). Среди всех семейств цветковых растений злаки занимают особое положение, что определяется не только их высокой экономической ценностью, но и той большой ролью, которую они играют в сложении травянистых группировок растительности – лугов, степей, прерий, пампасов и саванн. Род включает до 40 видов, распространенных в основном в странах с умеренным климатом Старого Света, в Северной и Южной Америке их очень мало.

Овес – это одна из самых обыкновенных культур, принадлежащих к семейству Злаков. Возделывается ради зерен, которые мало, или вообще не употребляются человеком в пищу. Как правило, овес – кормовая культура для рогатого скота и лошадей (приложение 1).

А теперь подробнее о внешнем строении. Овес представляет собой однолетнее травянистое культурное растение высотой от 0,5 до 1,7 метров. Размножается зерновками, то есть семенами, которые прорастают 3-6 зародышевыми корнями. При появлении 4-5 листьев из подземного узла кущения начинают формироваться узловые корни, представляющие собой вторичную корневую систему. Она мочковатая, неширокая, иногда отдельные корни проникают на глубину 90-100 сантиметров и более. Боковые побеги появляются из узла кущения несколько раньше узловых корней – при формировании третьего листа. Всего образуется в процессе кущения от 1 до 6 побегов [27; 45].

Побег (стебель) – полая соломина 3-6 мм в диаметре, разделенная узлами на междоузлия (от 4 до 7). Длина побегов постепенно возрастает вверх по стеблю. Снизу междоузлия плотно охвачены влагалищами листьев, которые сверху расходятся, переходя в свободно торчащие шероховатые, линейные листовые пластинки шириной, как правило, от 8 до 30 мм, длиной от 20 до 45 см. Основание влагалища образует узел [27].

Листья овса очередные, зеленые или сизые, расположены, как правило, в два ряда, состоящего из влагалища, охватывающего стебель. На границе влагалища и пластинки имеется язычок (лигула), имеющий вид пленчатого выроста, ресничек, волосков и т. п. Влагалище прикреплено к узлу стебля, охватывающего междоузлие. В местах отгиба пластинки находится пленчатый придаток – язычок, который у злаков играет роль забора для стока воды и ползающих насекомых [22; 64].

Цветки овса зигоморфные, обоеполые, мелкие, собраны по 2-3 в колоски. Каждый колосок имеет главную ось, на которой двурядно, на подобие листьев на побеге, располагаются чешуи. Число цветков в колоске 2-3, образующие раскидистую метелку до 25 см длиной [4; 64].

Колоски средней величины, обычно двух или трехцветные. Цветки, как правило, нижние с остью, реже все безостные. Цветки овса имеют нижнюю цветочную чешую, которая имеет ланцетную форму, длиной

около 20 мм, на верхушке двузубчатая, большей частью голая, при основании с немногими волосками или вся голая.

Зерновка овса, имеет овально-удлиненную форму. На брюшной стороне зерновки находится глубокий желобок, бороздка, которая является местом спайки стенок завязи. На верхней стороне плода располагается хохолок, или борода, в состав которой входят волосковидные выросты наружной оболочки. В нижней части зерновки имеется зародыш. Зерновки овса окружены чешуями, с которыми они не срастаются. Это одна из особенностей зерновой культуры – овес. Натура зерна овса ниже, чем пшеницы, ржи и ячменя. Обычно это является результатом особенностей формы зерновки овса, а также наличия воздушных пространств между плодовой оболочкой и цветковыми пленками [6; 21].

Средняя масса на 1000 зёрен – 33-43 грамма. Соломина средней высоты. Созревает за 90-120 дней. В зерновках овса посевного в большом количестве содержатся кремний, кальций, фосфор, магний, калий, растительные белки, витамины и клетчатка [56].

2.2 Организация и методы исследования

Для исследования процесса кущения овса посевного были разработана схема полевого опыта:

Опыт №1

Семена овса посевного предварительно замачивались в дистиллированной воде комнатной температуры в течении суток. Затем зерна помещались на влажную марлевую повязку и в течении 24 часов увлажнялись с помощью пульверизатора. Семена находились в помещении без прямых солнечных лучей при постоянной температуре +20 °С – -22 °С. Зерна в количестве 30 штук, вступившие в фазу набухания, с появлением coleoptily высаживались в подготовленный субстрат на опытный участок. Полив производился исходя из необходимости влаги для данной культуры, а именно по бороздам может быть принята 600-700 м³/га, а при

поливе напуском по полосам – 700-800 м³. Поливная норма при дождевании 450-500 м³ воды на 1 га. После наступления фазы розетки (По Серебрякову) происходит наблюдение за морфологическими изменениями побегов овса посевного. Сбор материала и обработку данных производили через 30 дней после высевания в субстрат.

Опыт №2

Для исследования влияния ультрафиолетовой радиации на процесс кушения овса посевного были разработана схема полевого опыта:

- 1 вариант – контроль;
- 2 вариант – облучение семян в течение одной минуты;
- 3 вариант – облучение семян в течение трёх минут;
- 4 вариант – облучение семян в течение пяти минут;
- 5 вариант – облучение семян в течение десяти минут;
- 6 вариант – облучение семян в течение пятнадцати минут;
- 7 вариант – облучение семян в течение двадцати минут;
- 8 вариант – облучение семян в течение двадцати пяти минут.

Эксперимент проводился в течение одного года на базе лаборатории «Физиология растений» ЮУрГГПУ в 2021-2022 годах. Опыт проводился в восьмикратной биологической и аналитической повторности. В качестве источника излучения использовалась бактерицидная лампа БУФ – 30П с максимумом излучения 253,7 нм (рисунок 3).

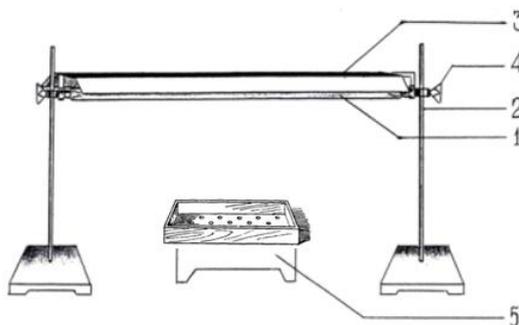


Рисунок 3 – Установка для облучения семян ультрафиолетовыми лучами

1 – бактерицидная лампа, 2 – штатив, 3 – экран из алюминиевой фольги, 4 – винт, фиксирующий лампу в штативе, 5 – штатив с исследуемыми объектами, на который помещены семена овса посевного

Характеристика ультрафиолетового источника излучения.

Тип лампы – БУФ 30П

Мощность, Вт – 30

Напряжение, В – 108

Ток, А – 0,36

Диапазон активного излучения, нм – 254

Поток в этом диапазоне, Вт – 6,6

Потоки:

– световой, нм – 1 смит

– витальный, вит (эр) – 0,04

– бактерицидный, бак – 6,6

– габариты, мм – 910х30

Количество облучения лампы БУФ – 30 в зависимости от времени (t) рассчитывалось по следующей формуле (2):

$$E = \varepsilon \cdot t, \text{ лк.}, \quad (2)$$

где E – облученность;

t – время,

ε – относительная бактерицидная облученность.

$$\varepsilon = \frac{l \sqrt{1+(a+h)^2}}{(1+(a+h)^2 + (a \div h)^2)^2}, \quad (3)$$

$$l_0 = \frac{6,6}{9,87 \cdot 0,91} = 0,73 \quad (4)$$

Мощность ультрафиолетового облучения в зависимости от времени рассчитывалась следующим образом:

$$E_{\text{контроль}} = 0 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

$$E_1 = 0,724 \cdot 1 = 0,7 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

$$E_2 = 0,724 \cdot 3 = 2,8 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

$$E_3 = 0,724 \cdot 5 = 3,6 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

$$E_4 = 0,724 \cdot 10 = 7,24 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

$$E_5 = 0,724 \cdot 15 = 10,86 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

$$E_6 = 0,724 \cdot 20 = 14,48 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

$$E_7 = 0,724 \cdot 25 = 18,1 \text{ Вт/м}^2\text{мин.}$$

Опыт №3

Последнюю группу семян подвергали сразу же двум способам обработки: предпосевному замачиванию и действием ультрафиолетовой радиации.

Перед облучением семена предварительно замачивались на 12 астрономических часов, затем высушивались бумажным полотенцем. После высыхания семена раскладывали на фильтровальную бумагу и помещали на расстоянии 10 см от источника излучения и облучали согласно схеме опыта. В качестве контроля использовались не замоченные предварительно семена овса посевного.

Растения высаживались в грядки 2,0x1,0 м в восьмикратной повторности из расчета 4,5 млн. семян на гектар, что является нормой для Челябинской области. При анализе урожая учитывали: высоту растения, длину каждого побега, количество придаточных корней, свидетельствующих о начавшейся фазе кущения.

Алгоритм расчета показателей описательной статистики и статистики выводов (приложение 2).

1. Исходные данные.

С помощью этих данных производится анализ исследуемых показателей, для обоснования выбора методов математико-статистической обработки полученных данных.

2. Метод описательной статистики позволит получить обобщенные оценки исследуемых показателей и перейти от специфических (единичных) оценок к обобщенным (итоговым) параметрам, например, путем сравнения первичных статистик различных групп [31].

3. Определение «шкалы измерений» и «нормальность (симметричность) распределения» значений, исследуемых в ВКР показателей.

Вышеперечисленные показатели и данные позволят выбрать соответствующие методы статистической обработки данных.

4. Все опыты на количественное содержание ветвления побега овса посевного были проведены в восьми 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. Методом предпосевного замачивания удалось подобрать более лабильный образец зерен, который давал яркий ответ на воздействие УФ-излучения. Метод наблюдения позволял осуществить количественную оценку фазы кущения у овса посевного на различные дозы УФ-радиации. В качестве достоверности полученных данных в результате исследования был использован U-критерий Манна-Уитни [1].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Биологические эффекты предпосевного замачивания на семена овса посевного

Одним из наиболее доступных методов предпосевной обработки является предпосевное замачивание. Замачивание – это методика предпосевной обработки, во время которой семена помещаются во влажную и теплую среду [10]. В таком случае, фазы развития исследуемых растений проявляются в ускоренном темпе, то есть ростки появляются на несколько дней раньше, а вероятность всхода всего урожая будет выше – посевной материал не угнетается и не погибает в субстрате. Для замачивания можно использовать различные питательные макро- и микроэлементами смеси, например, стимуляторы роста (растворы, в которых увеличена концентрация стимулирующих ростовые процессы гормонов – ауксинов, цитокининов, брассинов (брассиностероидов), гиббереллинов) [42; 45].

Использовать в обработке предпосевного материала данным методом можно различные культуры, однако результативность выбранной методики будет наглядно проявляться только с тем исследуемым материалом, который требует затраты большого количества времени на прорастание и длительные этапы индивидуального развития [37].

Как правило, посевной материал, в данном случае, семена овса посевного помещали в теплую воду на сутки. При этом температура жидкости должна быть около 25-30 °С. Затем зерна помещаются на влажную марлевую повязку и в течении 24 часов увлажняются с помощью пульверизатора. Данная процедура необходима для внесубстратного проращивания и наглядного изучения фаз прорастания семян овса посевного. Продолжительность фазы водопоглощения зависит от состояния зерна, температуры и влажности субстрата, с которым оно соприкасается. В нашем случае, влажность зерна составляла 13,2 %, а его

критическая влажность 59,8 %, то зерну овса, для оптимального состояния, необходимо было поглотить недостающее количество воды (40,2 %). Следом за фазой водопоглощения следует – набухание зерна. Зёрна овса, как и любые другие зерна злаковых культур, впитывая воду, увеличивают свои линейные и объёмные размеры. Благодаря тому, что мы в данном случае имеем дело с анизотропным телом сложной архитектоники, здесь наблюдается как поглощение воды гидрофильными коллоидами зерна, например, его белковыми веществами (т. е. внедрение воды в вещество самого овса), так и проникновение молекул воды между отдельными частицами зерна, то есть внедрение дисперсионной среды в межмицеллярные пространства. Фазы развития семян овса посевного наглядно продемонстрированы на рисунке 4 [2; 10].

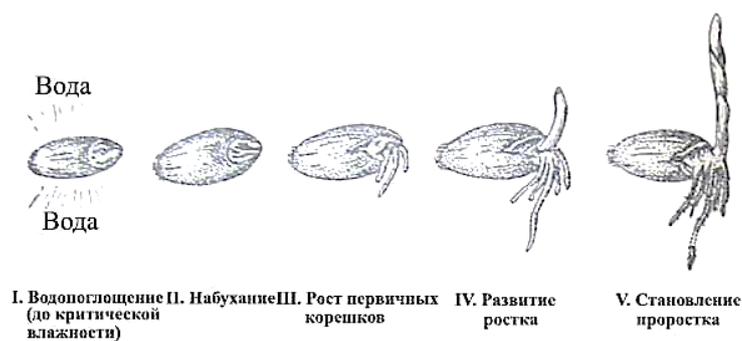


Рисунок 4 – Фазы развития семени овса посевного

Из работ С.М. Липатова, и других исследователей вытекает следующая общая закономерность процесса набухания:

1) при набухании наблюдается явление контракции, то есть, сильно увеличенный объем набухшего тела, меньше суммы объёмов исходного сырого вещества и поглощённой им воды;

2) процесс набухания – это экзотермический процесс, так как в результате уменьшения объёма выделяется тепло;

3) максимальная скорость набухания наблюдается в начале процесса, а затем, постепенно падает, вследствие приближения к равновесному состоянию;

4) с повышением температуры скорость набухания увеличивается, но приращение объёма уменьшается [44; 45].

После появления колеоптиля и вступление в фазу развитие ростка, семена готовы к посеву в почву (рисунок 5).



Рисунок 5 – Семена овса посевного, прошедшие предпосевную обработку замачиванием и вступившие в фазу развития ростка

После высадки семян в субстрат, велся своевременный полив и наблюдение за объектами. После сбора взрослых растений шел подсчет количественных характеристик процесса кушения (таблица 1).

Таблица 1 – Количественная характеристика процесса кушения овса посевного (*Avena sativa*) с учетом применения метода предпосевного замачивания, шт

Овёс посевной (<i>Avena sativa</i>), Кол-во растений (ср.зн на 21 объект)	Модель куста овса посевного (<i>Avena sativa</i>)		
	ГП	ГП-БП	ГП-2БП
	14	6	1

Данные таблицы 1 свидетельствуют о мизерном эффекте предпосевного замачивания на процесс кушения выбранного исследуемого объекта. Количество однопобеговых растений (ГП) доминируют по количественному составу от общего числа изученного материала. Крайне редко проявляются объекты, имеющие 2 побега (ГП-БП) и всего лишь

единичный случай появления трехпобегового (ГП-2БП) растения в новом поколении овса посевного (рисунок 6).

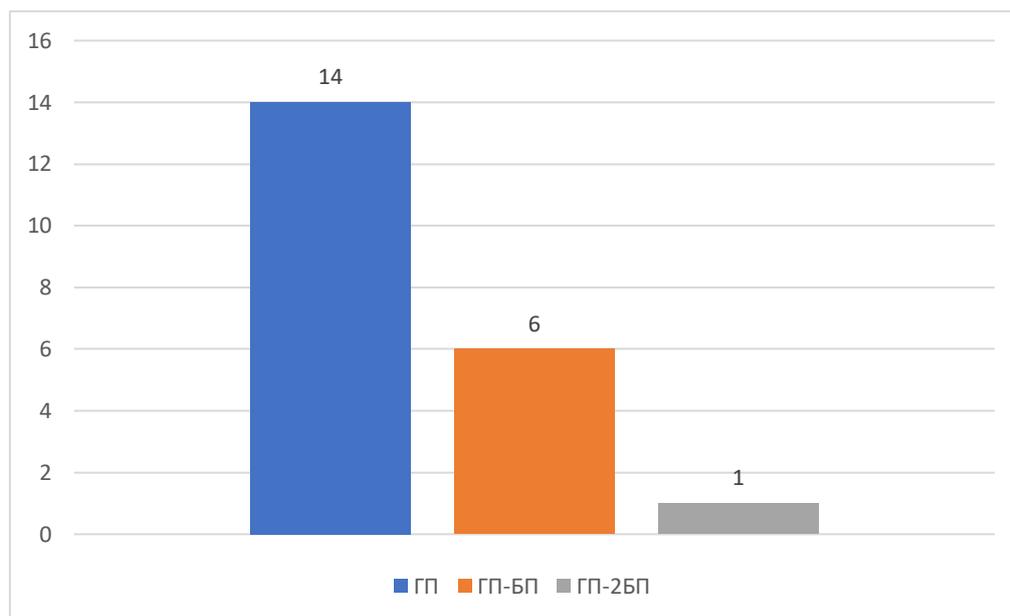


Рисунок 6 – Количественная характеристика процесса кушения овса посевного (*Avena sativa*) с учетом применения метода предпосевного замачивания, шт

Полученные результаты имеют обоснованный характер. Поскольку данная методика рассчитана на ускорение процессов проращивания и сокращения сроков вегетации растений, которые никак не связаны с изучаемым нами процессом. Но для появления большего эффекта и выявления морфологических изменений был применен метод предпосевного облучения ультрафиолетовой радиацией.

3.2. Биологические эффекты действия различных доз ультрафиолетового излучения на процесс кушения овса посевного

Анализ экспериментальных данных показывает, что предпосевная обработка семян различными дозами ультрафиолетового излучения привела к увеличению количества продуктивных побегов в кусте овса посевного (*Avena sativa*). Данные отображены в таблице 2.

Таблица 2 – Количественная характеристика процесса кущения овса посевного (*Avena sativa*) в зависимости от дозы ультрафиолетового излучения ($M \pm m$), шт

Объект исследования	Степень подготовки зерна	Доза УФ излучения, $\text{вт}/\text{м}^2\text{мин}$							
		0,00	0,70	2,80	3,60	7,24	10,86	14,48	18,10
Овес посевной (<i>Avena sativa</i>), Кол-во ветвления побегов (ср.зн. на 350 объектов по каждому) (шт)	Сухие семена, $n=350$	0,88 $\pm 0,11$	0,70 $\pm 0,09$	1,18 $\pm 0,11$	1,74 $\pm 0,15$	1,88 $\pm 0,20$	2,20 $\pm 0,29$	2,38 $\pm 0,38$	3,06 $\pm 0,46$
	Замоченные семена, $n=350$	0,96 $\pm 0,12^*$	0,98 $\pm 0,09^*$	1,20 $\pm 0,08^*$	1,68 $\pm 0,10^*$	1,58 $\pm 0,12^*$	1,86 $\pm 0,13^*$	2,24 $\pm 0,11^*$	4,12 $\pm 0,15^*$

Примечание – * достоверность различий ($p \leq 0,05$) по сравнению с контролем

Поскольку в нашем исследовании имело место быть применение нескольких факторов одновременно, то соответственно результаты данных эксперимента имеют различные данные, которые отображены в таблице 2. Графическое представление данных – рисунок 7.

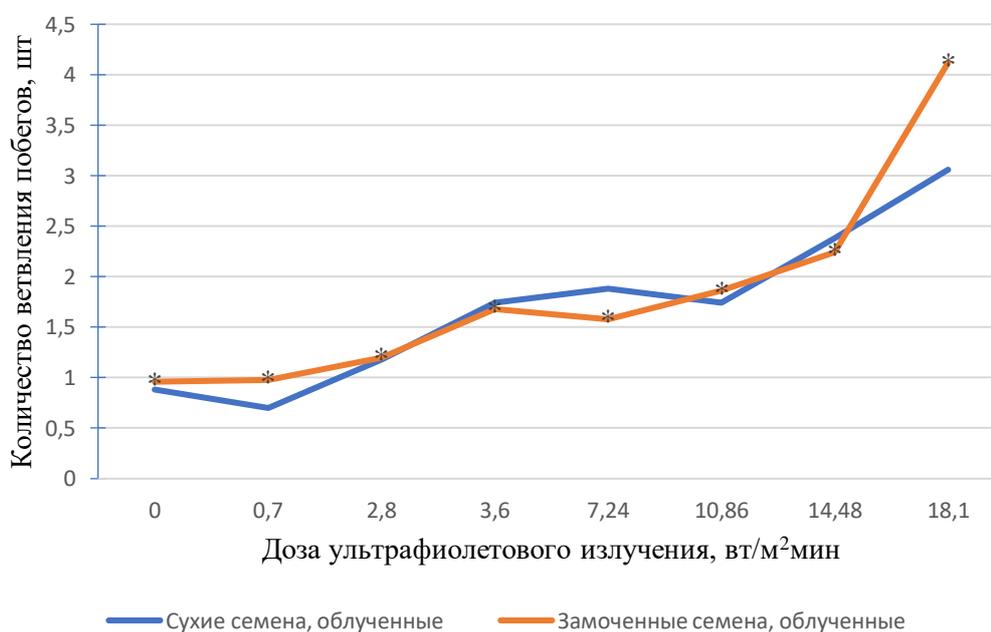


Рисунок 7 – Количественная характеристика процесса кущения овса посевного (*Avena sativa*) в зависимости от дозы ультрафиолетового излучения, шт

Количество однобоговых растений в варианте с облучением в течение 1 минуты сухих семян практически не изменилось по сравнению с контролем, а вот семена, прошедшие предпосевное замачивание претерпели ряд изменений: количество однобоговых экземпляров увеличилось практически в два раза, свидетельствует о факте значительного влияния применения замачивания перед посадкой злаковых культур. При более сильном воздействии имели место одиночные экземпляры, или наблюдалось их полное отсутствие (рисунок 8).

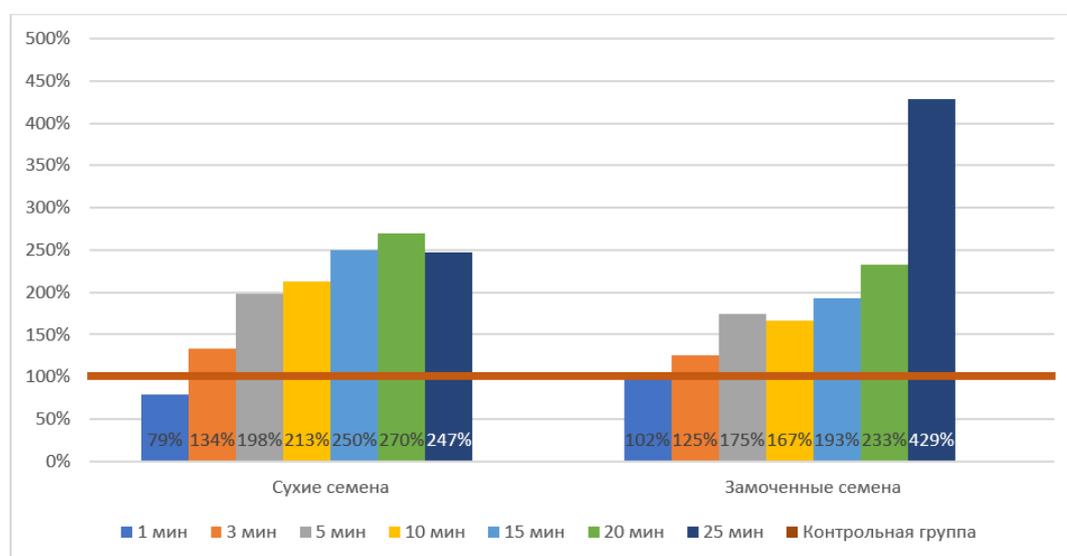


Рисунок 8 – Процентное соотношение двух групп семян в зависимости от времени облучения, %

Количество двубоговых растений в варианте с одноминутным облучением сухих семян уменьшилось почти в три раза по сравнению с контролем, а замоченные предварительно семена показали тенденцию к снижению количественных экземпляров с двумя побегами по сравнению с контрольной группой растений.

Количество однобоговых растений резко снижается при дозе облучения в течение 5 минут в обоих случаях, но увеличивается количество объектов с тремя побегами и более. Это можно считать критической дозой для данной культуры.

Наличие в опытных вариантах обеих групп исследуемых семян (сухих и семян, подвергшихся предпосевному замачиванию) большого количества более сложных моделей, содержащих два, три и даже четыре побега кушения, говорит о положительном влиянии выбранных доз и подтверждает рабочую гипотезу о положительном влиянии ультрафиолетовой радиации на процесс кушения.

Таким образом, можно резюмировать, выбранных доз облучения положительно сказались на продуктивном кушении овса посевного (*Avena sativa*). При рассмотрении влияния ультрафиолетовой реакции на урожай растений следует обратить внимание не только на хозяйственный, но и на биологический урожай. Масса побегов практически во всех моделях куста снизилась. Тем не менее следует констатировать тот факт, что у средних моделей однопобеговых и двупобеговых растений на фоне общего снижения биологического урожая масса зерна превышает контрольный вариант на 44 %. Отсюда следует, можно предположить, что в опытных вариантах в моделях однопобеговых и двупобеговых экземплярах активизируются метаболические процессы в результате чего ассимиляты наиболее полно используются формирующимися семенами, что привело к увеличению их массы. Наибольший эффект был достигнут в четвертом варианте опыта, при облучении семян в течение 10 минут.

Выводы по третьей главе:

1. Предпосевное замачивание положительно сказывается на процессы роста и развития овса посевного (*Avena sativa*).

2. Предпосевная обработка семян различными дозами ультрафиолетовой радиации неоднозначно сказалась на росте и развитии растений овса посевного (*Avena sativa*).

3. Доза облучения в течении 10 минут увеличила продуктивное кушение, повысила урожайность, но несколько снизила качество зерна, доза облучения 5 минут, в меньшей степени повысила урожайность, но улучшила качество зерна.

ГЛАВА 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ

4.1 Методика организации проектной деятельности школьников в процессе обучения

В настоящее время образование Российской Федерации характеризуется переходом к системно-деятельностному и личностно-ориентированному обучению. Формирование новейших требований в образовательном процессе связан с появлением в системе образования новых задач [46; 57].

Основные задачи образования направлены на развитие у детей следующих характеристик личности, как умение к самостоятельному поиску и усвоению информации, критическому и творческому мышлению, развитие способностей коммуникации [36]. Формирование среды для становления и дальнейшего развития личности обучающихся и удовлетворения образовательных потребностей представляется одной из главных целей современной образовательной организации. Познавательная деятельность участника образовательного процесса зависит от заинтересованности у него к изучаемому по курсу предмету. Развитию увлеченности дисциплиной способствует проектная деятельность обучающихся, которая направлена на формирование социально-значимой личности [11; 28; 38]. Это соответствует требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования по формированию и владению у выпускников школ навыков исследовательской и проектной деятельности. В данный момент существует 4 этапа работы над проектами [9; 39; 40].

Первый этап – планирование. На первоначальном этапе педагогу следует больше углубиться в тематику самого проекта. На данном этапе обучающиеся, задействованные в проектной деятельности, обмениваются

мыслями и идеями между собой, а также на данном этапе вероятность появления первоначальных гипотез, касающихся тематики проекта. По завершении первого этапа, происходит обсуждение предложенных обучающимися.

Цели первичного обмена мнениями представлены ниже.

1. Обсуждение и поддержание генерации идей. В данной работе актуально применение активных форм обучения, таких как мозговой штурм. В этом случае педагог принимает нейтральную сторону и принимает участие в качестве наблюдателя. Ему необходимо избегать собственных оценок и замечаний, отмечать на доске предлагаемые обучающимися: идеи, направления работы, в том числе и противоречивые суждения и возражения. Учитель задает проблемный вопрос, нахождение решения которому имеет значение для определенного сообщества людей, таким образом побуждает обучающихся к проектной деятельности. На данном этапе работы уместны обобщенные плакаты, схемы, чертежи, модели, и иные виды наглядных пособий.

На новом этапе работы, школьники определяют проблему, помощь педагога проявляется в наводящих вопросах, тем самым стимулируя обучающихся к мыслительной деятельности. Обучающиеся самостоятельно обнаруживают наиболее верные способы решения поставленной задачи, ищут подход для дальнейшего решения. После выбранных ранее стратегий, педагог целенаправленно предлагает проанализировать каждую из них для наиболее верного решения поставленных ранее задач и подвергнуть анализу каждую из них [55].

2. Определение целенаправленной исследовательской работы. Когда обнаружены всевозможные образовательные ориентиры для дальнейшей работы, педагогу рекомендовано высказать свое мнение о каждой предложенной гипотезе. В дальнейшем педагог рекомендует обучающимся наиболее перспективные направления, устанавливает определенные временные рамки, необходимые для достижения конечных результатов.

Учитель направляет обучающихся к мыслительным процессам обобщения и формулирования 5-6 взаимосвязанных подтем.

Перед педагогом стоит задача продумать возможность объединения выделенных ранее подтем в единую проектную работу для класса. Каждый обучающийся выбирает одну подтему, опираясь на личностный интерес, в изучении которой он будет в наибольшей степени заинтересован.

Благодаря этому происходит разделение обучающихся по группам, занимающимся одной подтемой. Задача педагога на этом этапе – контроль над соблюдением формирования в каждой группе участников с неоднородными уровнями знаний, творческих способностей, всевозможными предрасположенностями и интересами. Затем обучающиеся совместно с учителем выявляют потенциальные способности и возможности каждого участника проекта. Педагогу необходимо организовать работу таким образом, чтобы каждый обучающийся мог проявить себя и реализовать свои способности, отразить в ходе исследовательской работы свою индивидуальность и заслужить признание остальных. На данном этапе работы приветствуется привлечение консультантов, т.е. обучающихся, которые помогают исследовательским группам в процессе поиска решения различных задач на тех или иных этапах.

Для результативной организации этого этапа педагогу следует: поставить проблемную задачу, которая мотивирует школьников к активному обсуждению; провести оценку возможных методов сохранения и подкрепления их мотивации, подготовить ряд наводящих вопросов, способствующих генерации у обучающихся новых идей, необходимых для реализации проектной деятельности. Возможные вопросы, которыми оперирует учитель на этапе планирования, представлены в приложении 3, в таблице 3.1. Кроме того, педагог обязан ознакомить обучающихся с условиями работы над проектом (количество участников в группах, сроки выполнения, необходимые требования по содержанию и структуре

проекта). Если в проектной деятельности участвует группа школьников, то рекомендуется организовать несколько направлений работы, при этом необходимо определить область исследования каждого из них для более корректной и слаженной работы [11; 53].

Второй этап – аналитический. На данном этапе происходит самостоятельная работа ранее организованных направлений, в котором каждый участник самостоятельно осуществляет сбор и анализ найденной информации, уточняет и формулирует собственные задачи, опираясь на цель проекта, учитывая:

- собственные знания и опыт;
- результаты взаимного обмена сведениями с другими участниками, педагогами, родителями, и упомянутыми ранее консультантами и т.д.;
- информация, ранее полученная из различных литературных источников, в том числе и электронных (сеть Интернет).

На данном этапе работы допускается ведение «персонального журнала» с целью описания каждым обучающимся хода своего рабочего процесса. Данный журнал может быть как индивидуальным, если работы выполняет один ученик, так и коллективным, в котором также может декларироваться запись отдельно каждого участника. Последовательность действий на аналитическом этапе представлены ниже.

1. Уточнение и определение задач. Корректно сформулированные задачи позволяют осуществлять прогноз эффективности работы над проектом. Все ученики в группах делятся знаниями, полученными в ходе самостоятельной работы по заданному ими направлению работы, а также сообщают выдвигают свои мысли по поводу того, что следует узнать, исследовать, понять. Далее педагог с помощью наводящих вопросов подводит ребят к формулировке задач. Наводящие вопросы, на аналитическом этапе отражены в приложении 3 Таблице 3.1 Во время осуществления проекта педагогу требуется наблюдать и контролировать каждую группу и всех её участников.

2. Поиск и накопление материала. Участники определяют, какую информацию им следует найти, и далее приступают к сбору и анализу необходимых данных и выбору более ценных сведений. Данный процесс может осуществляться различными способами. Эти способы зависят от установленных временных рамок, материальной базы и наличия консультантом, занимающихся данной тематикой. Обучающиеся с помощью наставника выбирают себе любой из предложенных способов: анкетирование, метод наблюдения, опрос (фронтальный или письменный), наглядный опыт, работа со средствами массовой информации, с литературными источниками и другие.

На данном этапе задача педагога заключается в консультировании по методам осуществления выбранного вида работы, если оно понадобится. Ученики осваивают навыки поиска и вычленения нужной информации, навыки установления логических связей и проведения аналогий, учатся анализировать и сотрудничать в группе [11; 54].

Учитель наблюдает за продвижением и ходом исследования, соотносятся ли цель и задачи, поддерживает тех, кто нуждается в помощи, акцентирует внимание на том, что все обучающиеся должны проявлять активность; проводит обобщение, подводит промежуточные итоги.

3. Обработка полученной информации. Обучающиеся обязаны освоить правила обработки найденного материала. На этом этапе наиболее актуальными являются умения разьяснять факты, обобщать, делать выводы, формировать и отстаивать свою точку зрения.

Третий этап – обобщение информации. Здесь осуществляется структурирование полученной ранее информации и интеграция приобретенных знаний, умений, навыков. В процессе это обучающиеся приобретают навыки: систематизации данных; умения объединять полученную информацию в единое целое; создавать общую логическую схему выводов для подведения итогов. Данный этап характеризуется

самостоятельным выбором обучающимися формы представления результатов проекта.

Четвертый этап – представление полученных результатов работы (презентация, публичное выступление). На этом этапе обучающиеся анализируют полученную ранее информацию и способы достижения результата, обсуждают и готовят итоговое представление результатов работы над проектом. Обучающиеся демонстрируют не только полученные результаты и выводы, но и представляют методы, которыми была получена и проработана, найденная ими информация. Также участники проекта демонстрируют приобретенные знания и умения, сообщают о проблемах, с которыми им пришлось справиться в ходе работы над проектом. Для представления результатов своей деятельности, обучающиеся используют презентацию и составляют доклад публичного выступления, которые должны соотноситься с поставленной целью проекта.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на каждом этапе уровень деятельности и вовлеченности в процесс работы школьников и педагога различен, но соответствует друг другу. Проводя работу над проектом, учителю следует помнить, что главными критериями успешного обучения выступают потребность, мотивация и эмоции. Которые в полной мере отражаются в интересах обучающихся и их стремление к получению достоверных результатов, приобретения опыта и удовлетворение собственно проделанной работой. Обучающиеся осознают, что достигли и приобрели что-то новое [5].

4.2 Организация проектной деятельности на примере проекта «Изучение особенностей строения овса посевного на разных этапах индивидуального развития под действием ультрафиолетового излучения»

На этапе современного образования важно учитывать различные подходы и использовать всевозможные методы обучения для более

эффективного взаимодействия с обучающимися. ФГОС нового поколения опирается на значимость формирования УУД через системно-деятельностный подход. Одним из наиболее эффективных методов реализации данного подхода является проектная деятельность. В данном виде работы, главная задача педагога заключается в передаче обучающимся навыков прогнозирования, навыков выдвижения гипотезы, проведения наглядных опытов по проверке данных гипотез, а также приобретение навыков обобщать и оценивать их результаты [6].

Для обучающихся наглядно и просто можно провести экспериментальное исследование, тем самым собрать полный проект, касающийся более углубленного изучения одного из разделов курса биологии – физиологии растений. Данная экспериментальная деятельность является доступной для реализации школьниками и студентами, и может в полной мере отразить прогнозируемые результаты. Примером может быть проектная работа, нацеленная на изучение индивидуальных особенностей морфологического строения овса посевного на разных этапах онтогенеза, семена которого подвергались воздействию ультрафиолетовой радиации.

Именно проектная деятельность в МАОУ «СОШ № 112» г. Челябинска школе главным образом выступает как средство интеграции естественнонаучных школьных дисциплин. Проектная работа по данной теме позволяет внедрить в сознание учащихся представление об интеграции физики, химии и биологии и о значении этих дисциплин в их жизни [22].

Новый ФГОС акцентирует внимание на тесном взаимодействии и единстве учебной и воспитательной деятельности в русле достижения личностных результатов освоения программы.

Образовательные задачи:

– дать представление о предпосевном замачивании зерен, его воздействии на изучаемые биологические объекты;

– познакомить обучающихся с механизмами регуляции растительных организмов;

– создать условия для освоения навыков при работе с лабораторным оборудованием, посудой и реактивами.

Развивающие задачи:

– развить навыки поиска информации, проявления интеллектуальной инициативы;

– развить специальные способы ориентации – экспериментирование и моделирование;

– сформировать универсальные учебные действия, определяющие способность ученика к обучению, познанию, сотрудничеству.

Воспитательные задачи:

– осуществить замысел обучающихся для самоопределения и развития обучающегося как личности;

– развить интерес к познанию.

Содержание самой проектной деятельности носит межпредметный характер, так как знакомит обучающихся с комплексными проблемами и задачами, требующими синтеза и обобщения ранее полученных и новых знаний по ряду предметов (биология, физика, экология, химия) [28].

Ожидаемый результат – по завершению проектной деятельности обучающиеся должны:

– обладать навыками поиска информации;

– уметь пользоваться достоверной информацией и, соответственно, осуществлять ее поиск;

– приобрести навыки анализа и обобщения полученной информации;

– уметь применять на практике полученные знания, опираясь на собственный опыт;

– представлять полученную информацию в виде презентаций, устных сообщений, докладов.

Данная разработка составлена на основе следующих нормативных документов:

– Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.12.2015 № 09-3564 «О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ» (с Методическими рекомендациями по организации внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ);

– Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО) [43; 46].

Педагогические технологии, используемые в курсе:

1. Личностно-ориентированные технологии позволяют найти индивидуальный подход к каждому обучающемуся, создать ему необходимые условия для успешного освоения образовательной программы. Эти технологии предусматривают выбор темы, объема материала с учетом возрастных особенностей, способностей и интересов учащегося, создают ситуацию сотрудничества для общения с другими членами коллектива [7].

2. Технология методов проекта. Этот метод основан на развитии познавательных интересов учащихся, умении самостоятельно систематизировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развитии критического мышления, формировании коммуникативных и презентационных навыков [28].

3. Технология исследовательской деятельности позволяет развивать у учащихся наблюдательность, логику, большую самостоятельность в выборе цели и постановке задач, проведении опытов и наблюдений, анализе и обработке результатов. В результате происходит активное овладение знаниями, навыками и умениями [5; 28].

4. Технология творческой деятельности используется для повышения творческой активности учащихся [15; 36; 38].

Примерный паспорт проекта.

1. Название проекта: «Изучение особенностей строения овса посевного на разных этапах индивидуального развития под действием ультрафиолетового излучения».

2. Актуальность. Поскольку овес посевной (*Avena sativa*) – ценная зерновая культура, возделываемая по всей России и миру, интересно было бы изучить факторы, влияющие на процессы роста и развития данного растения в условиях нашего региона. А также, познакомиться с этапами индивидуального развития данной сельскохозяйственной культуры.

Особенно актуальным становится вопрос о наличии сильного антропогенного влияния на биосферу, вследствие чего отмечается значительное нарушение озонового экрана, ухудшение состояния почвенного покрова, которое выражается в снижении плодородия почв, накоплении тяжелых металлов, усилении процессов эрозии. В этой связи представляет интерес изучение влияния предпосевной обработки зерен овса посевного.

3. Цель исследования – изучить морфологические особенности овса посевного на разных этапах онтогенеза, подвергшихся ультрафиолетовой радиацией. Для реализации поставленной цели служат следующие задачи:

- проанализировать литературные источники по изучаемой проблеме;
- изучить влияние ультрафиолетового излучения на семена овса посевного на разных этапах онтогенеза;

- выявить биологические эффекты влияние УФ-излучения на зерна Овса Посевного.

Объект исследования: овес посевной (*Avena sativa*), семейство злаковые.

Предмет исследования: биологические эффекты воздействия УФ-излучения на морфологическое строение овса посевного (*Avena sativa*) на разных этапах индивидуального развития.

5. Продукт проекта: научно-исследовательская работа, презентация.

6. Состав проектной группы: обучающийся 5⁵ класса МАОУ «СОШ № 112 г. Челябинска».

7. Форма представления проекта: устная защита.

8. Планируемые результаты проекта.

Предметные результаты:

- знать этапы индивидуального развития изучаемого объекта;
- углубить знания в области биологии, физики и химии;
- совершенствовать навыки поиска и использования литературы, ИКТ, лабораторного оборудования;
- формирование умений и навыков по созданию проектной работы и проведению эксперимента [40].

Метапредметные результаты:

- познавательные: формирование умений анализировать, сравнивать, структурировать различные объекты, явления и факты;
- регулятивные: принятие и самостоятельная постановка новых учебных задач, выбор наиболее продуктивного способа действий, контроль и оценка его выполнения, навыки самоанализа [35];
- коммуникативные: развить навыки критического мышления, самокритичность и корректировка ошибочных суждений, в дискуссии выдвигать контраргументы, проявление гибкости мышления [53].

Личностные результаты: формирование интереса и становление познавательного мотива, стремление к саморазвитию [11].

Необходимое оборудование: стаканы на 100 мл, маркер по стеклу, чашки Петри, УФ-лампа БУФ-30П, защитные очки, алюминиевая фольга, марля.

График деятельности обучающегося по выполнению проекта по теме «Изучение особенностей строения овса посевного на разных этапах индивидуального развития под действием ультрафиолетового излучения» представлен в таблице 3.

Таблица 3 – График проектной деятельности обучающегося

Этап	Содержание деятельности	Срок выполнения
Поисковый	Определение тематического поля и темы проекта. Выдвижение и анализ гипотезы. Постановка цели и задач проекта	Ноябрь 2021 г.
Аналитический	Анализ ранее изученной информации. Поиск оптимального способа достижения цели проекта (анализ альтернативных решений), построение плана дальнейшей работы. Составление наглядного плана	Ноябрь 2021 г.
Практический	Выполнение запланированных действий по реализации проекта	Ноябрь 2021 г. – Январь 2022 г.
Презентационный	Подготовка и проведение доклада и презентации	Февраль 2022 г.
Контрольный	Анализ результатов, самоанализ обучающегося. Оценка качества проекта	Февраль 2022 г.

Выводы по четвертой главе

1. Проектная деятельность является одним из наиболее эффективных методов реализации системно-деятельностного подхода.

2. На данный момент существует четыре этапа организации работы над проектами: планирование, аналитический этап, обобщение информации, представление полученных результатов работы.

3. В ходе выполнения проектной деятельности реализуются предметные, метапредметные и личностные результаты. Продуктом проекта являются научно-исследовательская работа, презентация, доклад.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В развитии современного общества необходимо вносить инновационные технологии растениеводства, и сельского хозяйства, в частности, которые окажут человеку должную помощь в создании растительных организмов, не принося никакого вреда окружающей среде.

Например, предпосевная обработка семян, которая нацелена прежде всего на повышение всхожести, усиление прорастания и увеличение морфометрических показателей предпосевого материала, и как следствие – увеличение урожайности. Это должны быть простые способы обработки, как для крупных фермерских хозяйств, так и для обывателя и садовода.

Для более точной картины реализации задуманной стимуляции, необходимо углубленно изучить составляющие любого растения, не оставить без внимания механизмы регуляции процессов роста и развития, знать и уметь найти подход к различным экологическим факторам, которые действуют на процессы всхожести семян.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были реализованы все поставленные задачи:

1. С помощью литературных источников и информации из сети Интернет были изучены теоретические основы механизмов прорастания семян и методов их предпосевной обработки. Предпосевное замачивание и предпосевное облучение ультрафиолетовой радиацией.

2. Были изучены особенности и биологические эффекты различных методов предпосевной обработки:

– предпосевное замачивание способствует ускорению процессов роста и развития, так как в покоящихся 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, холина, органических кислот и некоторых других веществ.

– предпосевное облучение ультрафиолетовой радиацией направленно действует на повышение продуктивности овса посевного (*Avena sativa*).

1. Проанализированы полученные результаты:

1) при изучении влияния кратковременного УФ-облучения семян выявлены основные этапы органогенеза, ответственные за повышение за повышение продуктивности. Предпосевная обработка семян различными дозами ультрафиолетовой радиации неоднозначно сказалась на росте и развитии растений овса посевного (*Avena sativa*).

2) потенциальные возможности, заложенные при УФ-облучении растений в начальный период развития положительно отразились на образовании генеративных органов, нашедшие реализацию в формировании элементов продуктивности и структуры урожая овса посевного (*Avena sativa*), что сочетается с результатами в литературных источниках. Доза облучения в течении 10 минут увеличила продуктивное кущение, повысила урожайность, но несколько снизила качество зерна, доза облучения 5 минут, в меньшей степени повысила урожайность, но улучшила качество зерна.

2. Применены результаты в методических рекомендациях для работы в школьном курсе. Для успешного решения задач современного школьного образования был использован метод проекта с обучающейся 5⁵ класса МАОУ «СОШ № 112» г. Челябинска. Проектная деятельность способствуют формированию универсальных учебных действий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматический расчет U-критерия Манна-Уитни (математические методы обработки данных) : [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.psychol-ok.ru/statistics/mann-whitney/> (дата обращения: 25.03.2022).
2. Агеев В. В. Агрехимия (Южно-Российский аспект) : учебник / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – Ставрополь : Ставропольский ГАУ, 2006. – 480 с.
3. Акназаров О. А. Активность эндогенных регуляторов роста у растений высокогорий Памира : автореферат канд.биол.наук / Огонозар Акназарович Акназаров; Душанбе, 1976. – 36 с.
4. Акназаров О. А. Влияние предпосевной обработки семян УФ лучами на рост растений ячменя / О. А. Акназаров, М.С. Содаткадамов // Изв. АН. Тадж. ССР. Отд.биол.наук. – Душанбе, 1988. – № 3 – С. 50–53.
5. Андреева Н. Д. Исследовательская работа учащихся при обучении биологии и экологии / Н. Д. Андреева, С. С. Рябова // Биология в школе. – 2012. – № 10. – С. 34–38.
6. Баславская С. С. Практикум по физиологии растений / С. С. Баславская, О. М. Трубецкова. – Москва : Изд-во МГУ, 1964. – 328 с.
7. Бейкер А. Фотоэлектронная спектроскопия / А. Бейкер, Д. Беттеридж. – Москва : Наука, 1985. – 97 с.
8. Беликова В. К. Гигиеническая оценка зонирования территории СССР по УФ обеспеченности. В 3 т. Т. 3. Биологическое действие ультрафиолетового излучения / В. К. Беликова, А.П. Забулаева, Э.Л. Гальперин. – Москва : Наука, 1975. С. 19–82.
9. Болгова И. В. Десять советов учащимся и учителям по написанию реферата по естественным наукам / И. В. Болгова // Биология в школе. – 2013. – № 8. – С. 68–72.

10. Брежнев Д. Д. Томаты / Д. Д. Брежнев. – Ленинград : Колос, 1964. – 350 с.
11. Веряев А. А. Формировании коллективного субъекта учебной деятельности при выполнении учащимися проектной работы /А. А. Веряев, М. Г. Белоненко // Педагогическое образование на Алтае. – 2016. – № 1. – С. 15–20.
12. Веселовский В. А. Стресс у растений (Биофизический подход) / В. А. Веселовский, Т. В. Веселова, Д. С. Чернавский. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1993. – 144 с. – ISBN 5-211-02992-5.
13. Владимиров Ю. А. О механизме ультрафиолетовой радиации на белки. Биофизика / Ю. А. Владимиров, Д. И. Рощупкин, Е. Е. Фесеико. – Москва : Изд-во БГУ им. В. И. Ленина, 1970. – 254 с.
14. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, И. П. Ермакова. – Москва : Академия, 2003. – 250 с.
15. Гаврилова М. А. Реализация идей ФГОС в процессе обучения математике и информатике / М. А. Гаврилова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – 102 с.
16. Галанин Н. Ф. Лучистая энергия и ее генетические значения / Н. Ф. Галанин. – Москва : Знание, 1991. – 45 с.
17. Гродзинский Д. М. Радиобиология растений / Д. М. Гродзинский. – Киев : Наукова думка, 1989. – 384 с.
18. Влияние инфракрасного и ультрафиолетового излучения на клетки тканей, иммобилизованных в пористо-проницаемой структуре никелида титана / С. В. Гюнтер, О. В. Кокорев, Г. Ц. Дамбаев, В. Ф. Вотяков // Бюллетень сибирской медицины. – 2012. – № 4. – С. 26–31.
19. Дубров А. П. Генетические и физиологические эффекты действия ультрафиолетовой радиации на высшие растения / А. П. Дубров. – Москва : Наука, 1968. – 250 с.

20. Завильгельский Г. Б. Кинетика индуцированных «сшивок» и локальных денатурированных участков в DNA при УФ-облучении / Г. Б. Завильгельский. – Москва : Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1965. – 137 с.
21. Загоскина Н. В. Влияние ультрафиолетовой радиации (УФ-В) на образование и окализацию фенольных соединений в каллусных культурах чайного растения / Н. В. Загоскина, Г. А. Дубравина, А. К. Алявина, Е. А. Гончарук // Физиология растений. – 2003. – Т. 50. № 2. – С. 302–308.
22. Иванов В. Б. Практикум по физиологии растений / В. Б. Иванов, Е. А. Живухина. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 144 с.
23. Канаш Е. В. Фотосинтез и продуктивность растений: учеб. пособие / Е. В. Канаш. – ВАСХНИЛ. Всерос. отд. – НИИ С.Х. Юго-Востока – Саратов, 1990. – 89 с.– ISBN 978-5-906284-87-7.
24. Ковалёва О. А. Влияние ультрафиолетовой радиации на фотодинамические характеристики переменной флуоресценции и содержание флавоноидов в листьях картофеля в условиях закрытого биотехнологического комплекса / О.А. Ковалева // Актуальные проблемы геоботаники. – 2007. – Ч. 1. – С. 252–255.
25. Кравец Е. А. Влияние УФ-В облучения на репродуктивную функцию растений *Hordeum vulgare* L. / Е. А. Кравец, Д. М. Гродзинский, Н. И. Гуща // Цитология и генетика – 2008. – № 5. – С. 9–16.
26. Крылов О. Н. Исследование влияния лазерного излучения на семена овощных культур / О. Н. Крылов // Вавиловские чтения – 2007 : Материалы конференции, 26-30 ноября 2007 г. – Саратов : Научная книга, 2007. – С. 159–163.
27. Кузнецов В. В. Физиология растений: учебное пособие для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – Москва : Высшая школа, 2005. – 736 с. – ISBN 978-5-534-01713-7.
28. Кузнецова Т. С. Опыт организации проектно-исследовательской деятельности при изучении естественно-научных дисциплин / Т. С.

Кузнецова // Непрерывное образование в Санкт-Петербурге. – 2015. – № 2. – С. 35–41.

29. Кумаков В. А. Физиология яровой пшеницы / В. А. Кумаков. – Москва : Колос, 1980 – 207 с.

30. Куперман Ф. М. Биология развития культурных растений : учебное пособие для биологических специальностей вузов / Ф. М. Куперман, Е. И. Ржанова, В. В. Мурашев [и др.] ; под ред. Ф. М. Куперман. – Москва : Высш. школа, 1982. – 343 с.

31. Лагутин М. В. Наглядная математическая статистика: учеб. пособие / М. В. Лагутин. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 472 с.

32. Лазарев Д. Н. Ультрафиолетовая радиация и ее применение / Д. Н. Лазарев. – Москва : Мир, 1950. – 556 с.

33. Лапшин П. В. Клеточная селекция пшеницы на устойчивость к действию УФ-В радиации / П. В. Лапшин, Р. Г. Бутенко, В.С. Шевелуха // Известия Тимирязевской с/х академии. – Москва, 2001. – С. 136–144.

34. Лагпин П. В. Морфофизиологические характеристики каллусных культур пшеницы, устойчивых к действию УФ-В радиации / П. В. Лапшин, Н. В. Трошенкова, Г. А. Дубравина, Н. В. Загоскина, Р. Г. Бутенко // Труды кафедры с/х биотехнологии МСХА. – Москва, 2001. – С. 177–182.

35. Лапшина М. В. Взаимодействие вуза и школы как условие развития исследовательской компетентности школьников / М. В. Лапшина, М. Ю. Кулебякина // Гуманитарные науки и образование. – 2017. – № 31. – С. 64–71.

36. Лапшина М. В. Роль экспериментальной исследовательской деятельности в дополнительном биологическом образовании детей / М. В. Лапшина, Т. А. Маскаева, М. В. Лабутина // Гуманитарные науки и образование. – 2019. – № 37. – С. 107–111.

37. Львова И. Н. Биологический контроль за развитием и ростом растений дыни. Биологический контроль в сельском хозяйстве. / И. Н. Львова, С. Г. Баханова. – Москва : Изд-во МГУ, 1962. – 39 с.

38. Малыгина А. С. Проектная деятельность обучающихся по биологии как инструмент формирования УУД / А. С. Малыгина, Т. Б. Решетникова, Н. И. Старичкова // Гуманизация образовательного пространства. – 2016. – № 16. – С. 771–778.

39. Малыгина А. С. Проектная деятельность учащихся в процессе обучения биологии / А. С. Малыгина, Т. Б. Решетникова, Н. И. Старичкова // Биоразнообразии и антропогенная трансформация природных экосистем. – 2016. – № 2. – С. 195–199.

40. Малыгина А. С. Проектная деятельность учащихся по биологии / А. С. Малыгина, Т. Б. Решетникова, Н. И. Старичкова // Биологическое и экологическое образование: проблемы, состояние и перспективы развития / Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского. – Махачкала : Типография Алеф, 2016. – С. 73–79.

41. Мейер А. Ультрафиолетовое излучение / А. Мейер, Э. Зейтц. – Москва : Мир, 1952. – 465 с.

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

43. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.12.2015 № 09-3564 «О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ» (с Методическими рекомендациями по организации внеурочной 57 деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_190700/ (дата обращения: 26.12.2021).

44. Полевой В. В. Физиология растений : [Учеб. для биол. спец. вузов] / В. В. Полевой. – Москва : Высш. шк., 1989. – 464 с.

45. Полевой В. В. Физиология роста и развития растений : Учеб. пособие : [Для ун-тов по спец. "Биология"] / В. В. Полевой, Т. С. Саламатова. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1991. – 238 с.

46. Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. N 1897 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования" (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <https://base.garant.ru/55170507/> (дата обращения: 15.04.2022).

47. Самойлова К. А. Действие ультрафиолетовой радиации на клетку / К. А. Самойлова – Ленинград : ЛГУ, 1967. – 157 с.

48. Сахаров В. Н. Действие дальнего УФ-излучения на клетки млекопитающих в культуре / В. Н. Сахаров. – Москва : Наука, 1988. – 152 с.

49. Серебрякова Т. И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков / Т. И. Серебрякова. – Москва : Наука, 1971. – 360 с.

50. Смит К. Молекулярная фотобиология / К. Смит, Ф. Хэнеуолт. – Москва : Просвещение, 1992. – 97 с.

51. Соловченко А. Е. Экранирование видимого и УФ-излучения как механизм фотозащиты у растений / А. Е. Соловченко, М. Н. Мерзляк // Физиология растений. – 2008. – Т. 55. – С. 803–822.

52. Страховская М. Г. Модификация красным светом УФ-поражения культивируемых клеток млекопитающих / М. Г. Страховская, И. М. Пархоменко, Я. В. Румбаль // Вестн. Моск. инст., биология. – 2000. – № 3. – С. 19–21.

53. Суматохин С. В. Учебно-исследовательская деятельность по биологии в соответствии ФГОС: с чего начинать, что делать, каких результатов достичь / С. В. Суматохин // Биология в школе. – 2014. – № 4. – С. 23–29.

54. Тарчевский И. А. Основы фотосинтеза / И. А. Тарчевский. – Москва : Мир, 1977. – 253 с.

55. Третьяков Н. Н. Практикум по физиологии растений / Третьяков Н. Н., Карнаухова Т. В., Паничкин Л. А. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 271 с.

56. Третьяков Н. Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений : учеб. для студентов вузов, обучающихся по агроном. специальностям / [Н.Н. Третьяков и др.]; под ред. Н.Н. Третьякова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 2005. – 654 с. – ISBN 5-10-002915-3

57. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 16.12.2021).

58. Фрадкин Г. Я. Новая фотоиндуцибельная защитная система *Candida guilliermondii* при летальном действии средневолнового ультрафиолетового излучения / Г. Я. Фрадкин, Е. В. Пиняскина, М. Г. Страховская, А. Б. Рубин // докл. РАН. Естественные науки. – Москва, 2005. – № 2. – С. 265–267.

59. Халилов Р. И. Влияние ультрафиолетового облучения на структурно-функциональные характеристики тилакоидной мембраны / Р. И. Халилов, Г. Б. Хомутов, А. Н. Тихоново // Физиология растений. – 2003, –Т. 40. – № 3. – С. 373–378.

60. Худжаназарова Г. С. Влияние УФ-радиации на анатомическое строение листьев растений моркови / Г. С. Худжаназарова, О. А. Акназаров / Тез. докл. 4 съезда ОФРР. – Москва, 2001. – Т. 2. – С. 489.

61. Чубарова Н. Е. Ультрафиолетовая радиация у земной поверхности : дис. ... д-ра геог. Наук: 25.00.30 / Чубарова Наталья Евгеньевна. – Москва, 2007. – 48 с.

62. Шульгин И. А. О роли ультрафиолетовой радиации высокогорных районов в строении побега продуктивности пшеницы / И. А. Шульгин, Р. Г. Забиров, И. П. Щербина, Д. Т. Толибеков // Биол. Науки. – Москва, 1990. – 7. – С. 107–118.

63. Шульгин И. А. Растение и солнце / И. А. Шульгин. – Москва : Гидрометеиздат, 1975. – 251 с.

64. 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

Овес посевной (*Avena sativa*)

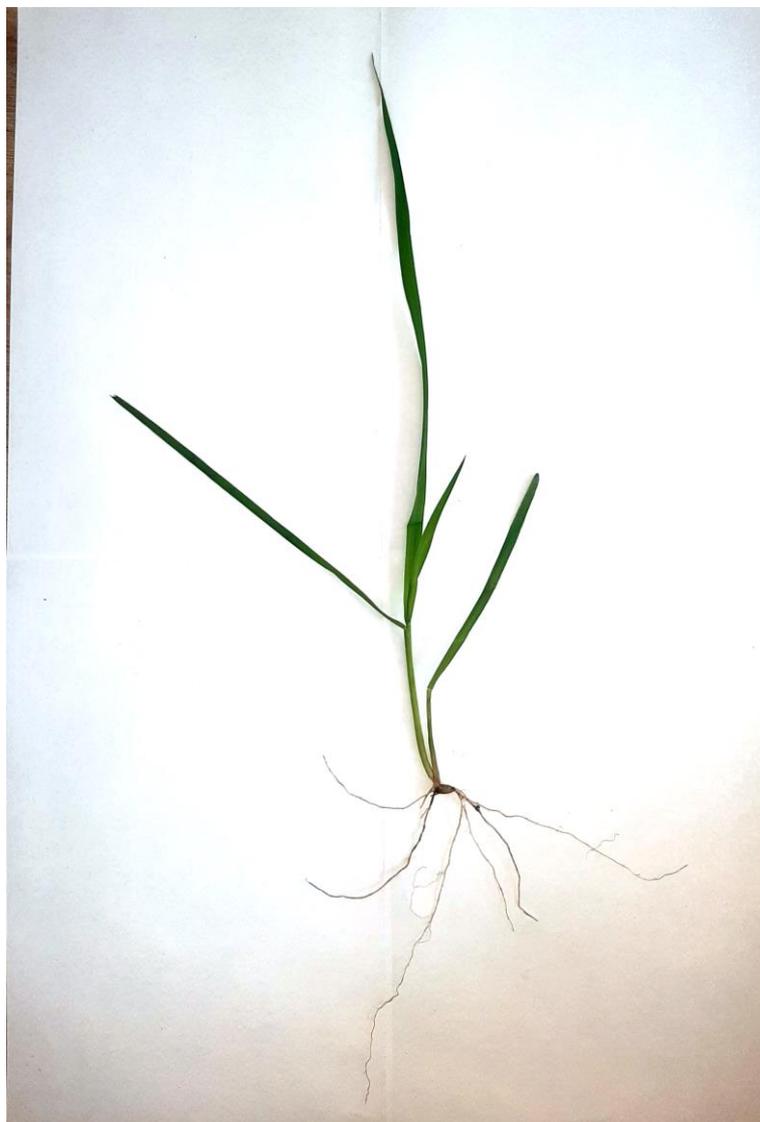


Рисунок 1.1 – Овес посевной (*Avena sativa*)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Алгоритм расчета показателей описательной статистики и статистики выводов

- 1) Расчет показателей нормальности распределения значений исследуемого признака.

$$A_{кр} = 3 \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot (n-1)}{(n+1) \cdot (n+3)}}$$

$$E_{кр} = 5 \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot n \cdot (n-2) \cdot (n-3)}{(n+1)^2 \cdot (n+3) \cdot (n+5)}}$$

где n - количество наблюдений.

$$As = \frac{\sum (x_i - M)^3}{n\sigma^3}$$

$$E_x = \frac{\sum (x_i - M)^4}{n\sigma^4} - 3$$

$$n = 350$$

$$A_{кр} = 0,39$$

$$E_{кр} = 4,05$$

$$A_{эмп} = 2,77$$

$$E_{эмп} = 0,01$$

Так как эмпирические значения асимметрии и эксцесса меньше критических, то можно сделать следующий вывод: распределение результативного признака (процесс кущения овса посевного в зависимости от действия различных доз ультрафиолетового излучения) в данном случае не отличается от нормального распределения.

- 2) Расчет показателей описательной статистики значений исследуемого признака с целью получения агрегированных оценок первичных данных.

Так как распределение изучаемого признака не отличается от нормального, то мы можем в дальнейшем использовать параметрические методы показательной статистики, в том числе показатель меры центральной тенденции – M (среднее арифметическое), m (ошибка среднего арифметического), а в качестве показателя изменчивости признака вариабельности – Σ (стандартное отклонение).

M	0,88	0,7	1,18	1,74	1,88	2,2	2,38	3,06
Σ	0,73	0,60	0,80	1,05	1,43	2,00	2,68	3,19
m	0,11	0,09	0,11	0,15	0,20	0,29	0,38	0,46

Рисунок 2.1 – Параметрические методы показательной статистики сухих семян овса посевного

M	0,96	0,98	1,2	1,68	1,58	1,86	2,24	4,12
Σ	0,87	0,62	0,57	0,73	0,83	0,94	0,74	1,07
m	0,12	0,09	0,08	0,10	0,12	0,13	0,11	0,15

Рисунок 2.2 – Параметрические методы показательной статистики замоченных семян овса посевного

- 3) Расчет статистических критериев проверки гипотез для оценки сходства / различий сравниваемых групп.

С целью выявления достоверности статистической значимости различий в экспериментальных группах был использован U-критерия Манна-Уитни, применяемый для оценки различий между двумя независимыми малыми выборками по уровню количественного признака.

- 4) Выводы.

Каждое значение ряда отличается от среднего значения 2.05 в среднем на 0.778. Значения асимметрии и эксцесса мало отличаются от нуля. Поэтому можно предположить близость данной выборки к нормальному распределению. По выбранному ранее критерию (U-критерий Манна-Уитни) можно сделать вывод о том, что выбранные для статистики показатели входят в норму незначимости, то есть повторных показателей не наблюдалось и можно считать достоверным гипотезу о том, что действительно ультрафиолетовое излучение влияет на процесс кущения овса посевного. Отличие экспериментальных данных сухих и облученных семян от контроля наблюдаются в таком соотношении – если показатели контроля были взяты за 100 %, то показатели дальнейших наблюдений следующие: 1 минута – 79 %, 3 минуты – 134 %, 5 минут –

198 %, 10 минут – 213 %, 15 минут – 250 %, 20 минут – 270 % и 25 минут – 247 %. Наблюдается также тенденция увеличения процентных показателей и у второй группы исследования – семена, обработанные методом стратификации в таком соотношении – если показатели контроля были взяты за 100 %, то показатели дальнейших наблюдений следующие: 1 минута – 102 %, 3 минуты – 125 %, 5 минут – 175 %, 10 минут – 167 %, 15 минут – 193 %, 20 минут – 233 % и 25 минут – 429 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Возможные вопросы на аналитическом этапе

Таблица 3.1 – Вопросы на аналитическом этапе

Этап	Вопрос
Определение задач	<ul style="list-style-type: none">– Что вам уже известно о теме?– Чем конкретно вам будет интересно заниматься в работе над этим проектом?– По каким вопросам вы могли бы проконсультировать свою группу (другую группу, весь класс)?– Какую помощь вы можете оказать в процессе работы над проектом?– Попробуйте сформулировать задачу так, чтобы все члены вашей группы поняли, какие исследования необходимы для успешной реализации проекта.
Поиск и сбор информации	<ul style="list-style-type: none">– Какие способы поиска и сбора информации вы знаете?– Где можно найти необходимую информацию? Кто может в этом помочь? Кого можно пригласить для консультации?– В какие организации можно обратиться за консультацией? Какие конкретно сведения вы там запросите?– Какие исследования требуют больше (меньше) времени?– Чем необходимо заняться в первую очередь? В каком порядке будет выполняться работа?– Как распределить работу между членами группы?– Кто и за что будет отвечать?– Где будет проводиться работа? В какие сроки?
Интерпретация полученных данных	<ul style="list-style-type: none">– Какая информация необходима для решения поставленной задачи?– Без какой информации можно обойтись? Обоснуйте ваше мнение.– Каковы критерии оценки полученной информации?– Установите связь (если она есть) между собранными данными