



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ»)

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА БОТАНИКИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ НА  
РОСТ И РАЗВИТИЕ ТОМАТОВ**

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование  
код, направление  
Направленность программы бакалавриата

« Химия. Биология »

Выполнил (а):  
Студент (ка) группы ОФ-501/064-5-1  
Зуболомова Елена Анатольевна

Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована  
« 27 » мая 2016 г.  
зав. кафедрой ботаники, экологии  
и методики обучения биологии  
(название кафедры)  
Уфимцева Г. А.

Научный руководитель:  
канд. пед. наук, доцент  
Третьякова И.А.

Челябинск  
2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
ГЛАВА 1 РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ.....	5
1.1.  Общее представление о росте и развитии.....	5
1.2.  Фазы роста и их особенности.....	7
1.3.  Основные этапы развития.....	10
1.4.  Ростовые корреляции.....	13
ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ.....	15
2.1 Влияние абиотических факторов среды на рост и развитие рас- тений.....	15
2.2 Влияние биотических факторов среды на рост и развитие расте- ний.....	26
ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	30
3.1 Объекты исследования.....	30
3.2 Методы исследования.....	31
ГЛАВА 4 ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОВ ТОМА- ТОВ.....	33
ГЛАВА 5 ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬ- СКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЕ НА УРОКАХ БИОЛО- ГИИ.....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	40
ВЫВОДЫ.....	41
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Отечественный рынок свежих овощей относится к дефицитным сегментам сельского хозяйства Российской Федерации. Импортозамещение стало одной из главных задач правительства, для ее реализации, необходимо развитие различных тепличных комплексов, малых хозяйств, для того чтобы удовлетворить потребность страны.

Томат является самой популярной и ценной овощной культурой в плодах которой содержится большое количество витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, каротина (витамин А), сахаров, яблочной и лимонной кислот, минеральных солей. Растения пасленовых, и томат в частности, берут свои корни с южных широт. Томат весьма требователен к условиям освещения, особенно в ранние фазы роста и развития (фаза 2-3 настоящих листьев – фаза цветения). Имеют достаточно длинный период вегетации и для того, чтобы получить урожай в условиях Челябинской области их выращивают через рассаду. В летний период, когда растения высаживают в открытый грунт, естественного освещения достаточно, для развития этой культуры, тогда как в весенний период, согласно литературным данным, даже на южных подоконниках, света в 2–3 раза меньше, чем требуется для роста растений.

Так как начальные периоды онтогенеза во многом определяют дальнейший рост и развитие, а в конечном итоге и урожай растений представлялось интересным изучить влияние различной интенсивности освещения на рост и развитие томатов, что и явилось целью нашего исследования, а выявление зависимости урожая томатов от условий освещения в рассадный период определяет актуальность данного исследования.

**Цель работы:** Изучить влияние различной интенсивности освещения на рост и развитие томатов.

**Задачи:**

1. Проанализировать научную литературу по теме исследования;
2. Изучить влияние различной интенсивности освещения на рост растений томата сорта «Мамин Сибиряк» в рассадный период;
3. Изучить влияние различной интенсивности освещения на урожай растений томата сорта «Мамин Сибиряк».

**Объект исследования** – растение томат сорта «Мамин Сибиряк».

**Предмет исследования** – влияние различной интенсивности освещения.

**Гипотеза:** недостаточная интенсивность освещения на начальных этапах онтогенеза приведет к снижению урожая.

## ГЛАВА 1. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

### 1.1 Общее представление о росте и развитии

В отличие от всех других живых существ растения растут на протяжении всей своей жизни. Выдающийся отечественный ученый К.А. Тимирязев написал: «Наиболее выдающаяся черта в жизни растения заключается в том, что оно растет: на это указывает само название его» [42].

Рост и развитие это неотъемлемые свойства любого живого организма. Это интегральные процессы. Растительный организм поглощает воду и питательные вещества, аккумулирует энергию, в нем происходят многочисленные реакции обмена веществ, в результате чего он растет и развивается [48]. Интегральный характер роста, его обусловленность совокупностью одновременно протекающих физиолого-биохимических процессов делают затруднительным определение самого понятия «рост». Первой наиболее подробной сводкой по росту растений является работа Иоста, в которой довольно детально изложены такие важные для понимания явлений роста вопросы, как рост клетки, целого растения и влияние внешней среды на рост и формирование. Иост отвергает представление о росте как о простом увеличении клетки или органа.

В изучении физиологии ростовых процессов крупную роль сыграл Д.А. Сабинин, которому принадлежит следующее определение понятия «рост»: «Рост – процесс новообразования элементов структуры организма» [38]. Реймерс определил рост как процесс новообразования элементов структуры организма, ведущий к необратимому увеличению размеров органов или всего организма. Он отметил, что рост есть не простое накопление энергопластических веществ и увеличение массы и объема растения, а процесс формообразовательный, выражающийся в дифференциации организма в целом, отдельных его органов, клеток и элементов клетки.

Г.Х. Молотковский дает новое толкование росту и развитию растений. По его мнению, рост растения (собственное вегетативное развитие органов) –

процесс, сопровождающийся формированием его органами себе подобных клеток и тканей, их количественным увеличением и постепенным качественным изменением. Его взгляды делают особенно наглядной необходимость установления более четкой, ясной и однозначной терминологии таких понятий, как рост, развитие. В научной литературе, часто употребляются такие выражения: «рост вегетативных органов», «развитие вегетативных органов», «вегетативная фаза развития», «вегетативное развитие», «вегетативный рост», «генеративное развитие». Как видно, здесь дело не просто с терминологической небрежностью, а со взглядами упомянутых авторов на процессы роста и развития, которые хотя и вносят известную путаницу в понятия «рост» и «развитие», но в то же время говорят о сложности определяемых ими явлений и трудностях, возникающих в связи с этим для установления четких понятий [38; 48; 51].

В настоящее время более точным определением является «Развитие – это качественные изменения в структуре и функциональной активности растения и его частей (органов, тканей и клеток) в процессе онтогенеза» [35]. Онтогенезом называют – индивидуальное развитие организма от зиготы до конца жизни.

«Рост – необратимое увеличение размеров и массы клетки, органа или всего организма, связанное с новообразованием элементов их структур. Понятие «рост» отражает количественные изменения, сопровождающие развитие организма или его частей» [35].

В отдельности каждый из признаков роста не всегда достоверно указывает на наличие роста в растении. Например, объем клетки увеличивается при насыщении ею воды. Однако такого рода изменение объема не является ростом. Не всегда показательны также изменения содержания в растении сухих веществ. Например, при прорастании семян в темноте размеры проростка сильно увеличиваются, тогда как содержание сухих веществ в нем в это время не увеличивается, а, наоборот, уменьшается [37].

Процессы роста и развития тесно взаимосвязаны, они протекают параллельно, но не сводимы друг к другу. Оба процесса регулируются на клеточном уровне. Однако темпы роста и развития могут быть разными, быстрый рост может сопровождаться медленным развитием, а быстрое развитие медленным ростом. О росте можно судить не только по увеличению линейных размеров, таких как: высота растения, ширина листьев, длина корня. Еще одним важным показателем роста является – увеличение числа клеток в результате клеточного деления. Если число клеток растет, то можно уверенно говорить о росте, но постоянное число клеток еще не говорит об отсутствии роста: в зоне растяжения увеличение числа клеток незначительно, тем не менее рост идет. Таким образом, ростом можно назвать необратимое увеличение растения хотя бы по одному из параметров: по числу клеток, линейным размерам [1].

## 1.2 Фазы роста и их особенности

Каждая клетка высшего растения проходит три фазы роста: эмбриональную (деление), растяжение и дифференцировку.

*Эмбриональная фаза роста клеток* протекает в меристемах стебля, корня и других органов и частей растения. Меристемы (от греч. «meristós» – делимый), или образовательные ткани, обладают способностью к делению и образованию новых клеток. Эмбриональная фаза, по другому митотический цикл, делится на два периода: собственно деление клетки (2–3 ч) и период между делениями – интерфаза (15–20 ч). Время это колеблется в зависимости от вида растений и условий (температуры). Деление клеток, наблюдается в точках роста корня и стебля, в междоузлиях (у злаков), в основании листьев, в оплодотворенных яйцеклетках, в камбиальном слое, а также во всех местах, где происходит новообразование тканей, например при поранениях растений, при образовании клубеньков и так далее. Клетки образовательной ткани, или меристемы, – это наиболее мелкие клетки, с тонкими оболочками, крупными клеточными ядрами и протоплазмой, заполняющей все остальное простран-

ство. Клетки не имеют вакуолей. К клеткам образовательной ткани поступает обильное количество органических веществ. Клетки находятся в состоянии сложного деления (кариокинеза), повторяющегося много раз. В образовательной ткани происходит увеличение числа клеток и нарастание общей массы живого вещества, несмотря на энергичный процесс дыхания [13; 37; 48].

### ***Фаза растяжения.***

Прекратившие деление клетки переходят к росту растяжением, чему содействуют особенности строения ее стенки. Длительность роста растяжением клеток различных тканей неодинакова. У части тканей, стенки которых способны к вторичным изменениям, рост растяжением на определенном этапе прекращается и наступает вторая фаза роста, при которой рост осуществляется путем наложения новых слоев на первичную оболочку или внедрением в нее. В этой фазе роста в клеточной протоплазме появляются вакуоли с клеточным соком, постепенно увеличивающиеся в одну общую вакуоль. Одновременно с увеличением содержимого клетки разрастается и оболочка. В процессе увеличения пластичности и растяжимости оболочки большую роль играют ауксины (фитогормоны). Роль ауксинов как эндогенных регуляторов роста, участвующих в делении, растяжении и дифференциации клеток, а также во многих физиологических и биохимических процессах, вполне доказана. Открытие ауксинов связано с исследованиями Ч. Дарвина (1860). Существует несколько типов роста клеточной оболочки:

- 1) вновь образовавшиеся микрофибриллы целлюлозы внедряются в промежутки между сетью старых микрофибрилл (интуссцепция);
- 2) сетка вновь образовавшихся микрофибрилл целлюлозы, между которыми образуются новые связи, накладывается на старую.

При этом происходит и переориентировка старых молекул: они становятся в более вертикальное положение. Общая толщина стенки при этом не изменяется, оставаясь около 0,3–0,5 мкм. Этот особенный тип аппозиционного роста получил название многосетчатого роста. Таким образом, рост растяжением включает следующие этапы:



- 1) разрыхление связей между компонентами клеточной оболочки и увеличение ее пластичности;
- 2) поступление воды, которая давит на стенки, вызывает растяжение и увеличивает объем клетки;
- 3) закрепление увеличения объема путем многосетчатого роста оболочки. Быстрый рост клеток в этой фазе происходит главным образом за счет питательных веществ, которые обильно притекают из более старых прилегающих клеток и проводящих путей.

По мере растяжения клеток количество РНК в цитоплазме заметно уменьшается и происходит ее концентрация в образующихся структурных элементах клеток – микросомах, митохондриях, пластидах.

В конце фазы растяжения усиливается лигнификация клеточных стенок, что снижает ее упругость и проницаемость, накапливаются ингибиторы роста, повышается активность оксидазы ИУК, снижающей содержание ауксина в клетке.

На первой и второй фазах роста, клетки почти лишены индивидуальных черт. Специфические особенности строения и другие свойства, характерные для клеток определенных органов и тканей, приобретаются клетками в фазе дифференциации, в ходе которой и появляются все основные типы тканей (запасающие, проводящие, механические и другие) [13; 37; 48].

### ***Дифференцировка клеток***

Третьей фазой роста клеток и растительного органа является дифференцировка клеток и тканей. На этой фазе процесс проявляется в определенных структурных признаках, то есть меняется форма, внутренняя и внешняя структура клетки. Из клеточной протоплазмы выделяются вещества, из которых образуется целлюлоза, откладывающаяся на внутренних стенках оболочки и образующая или сплошное утолщение ее. Клетки видоизменяются и приобретают форму и величину, свойственные той или иной ткани. Однородная меристема дифференцируется на ряд разнообразных тканей – основную, механическую, покровную, проводящую и другие. Образованию утол-

щений клеточных оболочек у сосудов ксилемы, клеток механической ткани, клеток эпидермиса предшествует значительное накопление RNK около утолщений. Одновременно с дифференцировкой клетки происходит полное исчезновение RNK из цитоплазмы.

Таким образом, если проследим за жизнью одной растительной клетки, то придем к выводу, что сперва молодая клетка растет медленно, затем рост ее (растяжение) ускоряется до известного предела и, наконец, начинает замедляться и совершенно прекращается. Если таким свойством роста обладает каждая клетка, то понятно, что и отдельные органы растения растут неравномерно.

Измеряя ежедневно линейкой, разделенной на миллиметры, в один и тот же час длину самого молодого междоузлия стебля томата, пока оно не прекратит своего роста, можно заметить, что сначала рост его идет медленно, затем ускоряется, достигает максимума, а затем замедляется и совершенно прекращается. Подобное явление называется большим периодом роста.

Наблюдения показывают, что и все растение растет подобным же образом. Молодое дерево вначале растет медленно, затем рост его ускоряется, достигает максимума, затем замедляется и прекращается.

В целом рост растения складывается из трех фаз: интенсивного роста, замедления роста и стабильного состояния. Это связано с особенностями различных стадий онтогенеза, то есть индивидуального развития растений [13; 37; 48].

### **1.3 Основные этапы развития**

До сих пор рассматривали в основном характеристику роста растений на клеточном уровне. В 1962 г Вент утверждал, что невозможно понять организм, изучая его только на молекулярном или клеточном уровне. Давно известно, что целое больше, чем сумма его частей, за этой фразой скрываются сложнейшие проблемы, когда начинаем наблюдать изменения, совершающиеся в растении во время цикла развития [28].

Под процессами развития растений понимают изменения в новообразовании элементов структуры организма, обусловленные прохождением им жизненного цикла (Д.А. Сабинин) [26].

Развитие каждого растительного организма проходит ряд этапов: эмбриональный, ювенильный, генеративный и синильный.

1. Эмбриональный этап онтогенеза охватывает период развития зародыша от зиготы до созревания семени. Зигота образуется в результате слияния спермия пыльцевой трубки с яйцеклеткой зародышевого мешка. В зародышевом мешке происходит двойное оплодотворение, состоящее в слиянии одного спермия с яйцеклеткой, а второго – с центральным диплоидным ядром, в результате чего образуются зигота и эндосперм.

2. Ювенильный этап (молодость) начинается с прорастания семян или органов вегетативного размножения и характеризуется быстрым накоплением вегетативной массы. Растения в этот период не способны к половому размножению. В этот период происходит прорастание семян и формирование вегетативных органов. Прорастание делится на фазы: набухания, проклевывания, гетеротрофного роста проростка, переход к автотрофному способу питания.

Один из наиболее заметных морфологических признаков ювенильности – это форма листа. Обычно ювенильные листья имеют более простую форму, для данной стадии характерен более быстрый рост. Есть предположение, что простая форма листьев является результатом более быстрого роста (Сасекс и Клюттер, 1960). Ювенильная форма часто образует корни гораздо легче, чем взрослая [28].

Усиливать ювенильность может обрезка, она не только побуждает к росту расположенную ниже и потому более ювенильную меристему, но и по-видимому увеличивает степень ювенильности. Многие растения реагируют на обрезку образованием молодых листьев.

Ювенильность – это, по-видимому, количественное выражение мощности, связанное с количественными различиями в вегетативных признаках, а также с количественными ограничениями цветения [28].

3. Генеративный этап (зрелость) охватывает период от закладки и роста органов размножения до плодоношения. К этому моменту онтогенеза растительного организма накапливается вегетативная масса, достаточная для формирования цветков, семян и плодов.

4. Сенильный этап (старость и отмирание) включает период от полного прекращения плодоношения до естественной смерти. Для растений характерны разные типы старения. Так, однолетние растения отмирают целиком, у многолетних трав отмирает надземная часть, у листопадных деревьев стареют и опадают все листья. Замедление фотосинтеза начинается вскоре после того, как лист достигнет своих окончательных размеров, в листьях снижается содержание хлорофилла, белков, нуклеиновых кислот, все это показатели начала естественного упадка, ведущего к старению. Процессы старения регулируются фитогормонами – этиленом и абсцизовой кислотой.

Процессы старения и отмирания способствуют более быстрой эволюции, так как ускоряют смену поколений, оборачиваемость генетического материала.

Существует ряд теорий объясняющих старение и смерть растений:

Гипотеза Молиша – после цветения и плодоношения растение умирает от истощения.

Гипотеза Казаряна – смерть растений это последствие нарушения функциональной корреляции между корнями и листьями. Во время плодоношения происходит приток питательных веществ к плодам, что приводит к недостатку питания корней, и они отстают в росте. В результате нарушается соотношение площади листьев и корней, что и приводит к опадению надземных органов [51]. Ряд факторов внешней среды может влиять на скорость старения листа. Самое сильное влияние оказывают повышенная температура, темнота и недостаток воды.

Старение целого растения – это один из способов адаптации к неблагоприятным условиям внешней среды.

#### **1.4 Ростовые корреляции**

При рассмотрении особенностей роста необходимо учитывать, что все органы растительного организма взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга. Ростовые корреляции – это зависимость роста и развития одних органов или частей от других [26]. Существует определенное соотношение отдельных частей организма и их функций. При удалении тех или иных органов или их частей коррелятивные соотношения нарушаются. В этом случае наблюдается усиление или торможение роста отдельных органов растения.

Различают корреляционные взаимоотношения двух типов: трофические, регулируемые метаболитами общего типа, и гормональные, которые регулируются фитогормонами.

Самый простой тип корреляции связан с питанием. Например корни зависят в своем развитии от побега, снабжающего их органическими соединениями. В свою очередь развитие побега зависит от корня, поставляющего минеральные вещества и воду. Корреляции, связанные с питанием, наблюдаются в случае торможения вегетативного роста при плодоношении, что объясняется оттоком питательных веществ в развивающиеся семена и плоды.

Примером гормональной регуляции служит явление апикального доминирования – торможения верхушкой побега или корня развития соответственно пазушных почек или боковых корней. Апикальное доминирование обусловлено тем, что точка роста побега, содержащая большое количество ауксина, является мощным аттрагирующим центром, притягивающим питательные вещества и цитокинин, синтезированный в корне.

Ростовые корреляции широко используются в практике растениеводства для получения высокого урожая. Например, пасынкование – удаление боковых побегов у томатов – способствует образованию более крупных плодов; пикировка – обрывание концов корней при пересадке рассады овощей – соз-

дает условия для увеличения массы боковых и придаточных корней; вершкование – удаление соцветий (у табака) – для повышения выхода листьев.

Целостность растущего растения – это общебиологическое свойство, определяемое его полярностью, то есть морфолого-физиологическими градиентами, которые проявляются в различиях, возникающих на противоположных концах или сторонах растения, органа или его частей. Физиологическая неравноценность противоположных полюсов клетки, органа и целого растения называется – полярностью [26].

Полярность проявляется в определенной направленности роста корня и стебля, в определенном направлении передвижения веществ. Если взять черенки ивы и поместить их во влажную атмосферу, то адвентивные корни будут развиваться на морфологически нижнем, а почки – на верхнем конце, даже если черенки перевернуть. Таким образом, несмотря на то что черенки ивы не имеют каких-либо морфологических различий между верхним и нижним концами, видно, что они обладают отчетливой физиологической полярностью.

Возникновение полярности может быть вызвано разными причинами – как внешними, так и внутренними. Важно заметить, что может быть вызвана не только при неравномерном (одностороннем) воздействии того или иного фактора среды (света, температуры, земного притяжения), но и при неравномерном его восприятии [25; 26; 31].

## **ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ**

### **2.1. Влияние абиотических факторов на рост и развитие растений**

Живое неотрывно от среды. Каждый отдельный организм, являясь самостоятельной биологической системой, постоянно находится в прямых или косвенных отношениях с разнообразными компонентами и явлениями окружающей его среды или, иначе, среды обитания, влияющими на состояние и свойства организма. Среда — одно из основных экологических понятий, которое означает весь спектр окружающих организм элементов и условий в той части пространства, где обитает организм, все то, среди чего он живет и с чем непосредственно взаимодействует [33].

Развитие организма у различных растений происходит неодинаково даже у представителей одного и того же вида. Влияние среды на рост и развитие растений обусловлено действием различных факторов. Все условия внешней среды действуют в совокупности, и их действие теснейшим образом между собой связано и взаимообусловлено. В явлениях роста отражена вся цепь совершающихся в организме процессов развития и обмена веществ, отдельные звенья которой находятся в различной зависимости от условий внешней среды.

Абиотические факторы среды – вся совокупность факторов неорганической среды, влияющих на жизнь и распространение животных и растений [21].

Существуют также биотические факторы, действие которых обусловлено влиянием на растения деятельности других живых организмов (грибов, животных, других растений). К абиотическим относятся химические и физические (или климатические) факторы. Химическими абиотическими факторами являются газовые составляющие атмосферного воздуха, химический состав водоемов, почв. Основные физические факторы – это температура,

влажность, интенсивность солнечного освещения. Влияние на организм абиотических факторов разнообразно и зависит от интенсивности воздействия каждого отдельно взятого фактора и сочетания их между собой.

### ***Влияние освещенности на рост и развитие растений***

Одним из основных условий существования всех растений является свет – это не только жизненно важный фактор, но и лимитирующий как на минимальном, так и максимальном уровне. С этой точки ни один из факторов так не интересен для экологии, как свет! [41]. Хотя его и достаточно на поверхности Земли для роста и развития, однако сила света и продолжительность освещения в течении суток весьма значительно оказывают влияние на данные процессы. Свет оказывает большое и разностороннее влияние на темпы и характер роста, как отдельных органов, так и растительного организма в целом. На свету в листьях в результате фотосинтеза образуются сложные органические вещества, которые необходимы для роста и развития живого организма. Для образования органических веществ (сахара и крахмала) из углекислого газа и воды нужна энергия, и хлоропласты получают ее в виде энергии солнечного луча. Потребность растений к интенсивности освещения меняется в различные фазы. В период цветения она выше, чем в фазу распускания почек. Ростовые органы менее требовательны к свету, чем репродуктивные (цветковые), но при хорошем освещении ростовые процессы активизируются [22; 23].

Факторы окружающей среды, особенно свет, действуя на развивающиеся листья, могут оказывать существенное влияние на их окончательные размеры и толщину. У многих видов листья, выросшие при высокой освещенности (световые), мельче и толще, чем теневые, сформировавшиеся при меньшем количестве света. Требования к свету у растений не одинаковые и зависят от происхождения того или иного вида. Растения по отношению к освещенности подразделяются на светолюбивые (гелиофиты), тенелюбивые (сциофиты) и теневыносливые. Первые две группы обладают разными диапазонами толерантности в пределах экологического спектра освещенности. Ге-



лиофиты – луговые травы, хлебные злаки, сорняки; к сциофитам относят – растения таежных ельников, лесостепных дубрав и другие. Теневыносливые растения имеют широкий диапазон толерантности к свету и могут развиваться как при яркой освещенности, так и в тени [21]. Факторы среды такие, как температура, обеспеченность водой, кислородом, углекислотой, элементами минерального питания все время меняются и находятся в постоянной зависимости от времени суток, облачности, силы ветра и так далее. При этом в определенные моменты один фактор может быть в минимуме, другой – в максимуме, а третий – в оптимуме. В какие – то периоды все факторы будут в оптимуме или близки к нему. В такие периоды растения растут и развиваются очень быстро. Также свет оказывает большое влияние на развитие корневой системы: при интенсивном освещении она развивается быстрее, чем надземные органы. Если снижается интенсивность света, то следует обязательно снижать температуру почвы и воздуха, особенно при выращивании рассады. Низкая освещенность нередко приводит к удлинению побегов, что обусловлено наличием активных ауксинов, что создает условия для несбалансированного и излишне ускоренного роста. Чем больше света получает растение, тем меньше вырабатывается гормона, и наоборот, затемнение увеличивает его синтез. Уменьшается площадь листа, что приводит к сокращению образования хлорофилла, задерживает начало цветения и плодоношение. Растительный организм обладает способностью к определенной ориентировке своих органов в пространстве. Реагируя на внешние воздействия, растения меняют ориентировку органов. При освещении с одной стороны, стебель изгибается по направлению к свету, такое явление получило название – фототропизм [37].

Одностороннее освещение смещает в затененную сторону поток ростового гормона ауксина, направленного, как правило, строго вниз. Обеднение ауксином освещенной стороны побега приводит здесь к торможению роста, а обогащение ауксином затененной стороны – к стимуляции роста, что и вызывает искривление [41].

### *Фотопериодизм*

В 1920 г. американские физиологи У.У. Гарнер и Г.А. Аллард установили, что есть растения, которые переходят к цветению только в условиях короткого дня, то есть когда день короче ночи. К таким растениям относятся табак сорта Мериленд Мамонт, соя, хризантема и другие. В условиях, когда светлый период суток превышает темный (длинный день), эти растения не образуют репродуктивных органов. В дальнейшем были обнаружены растения, которые переходили к цветению лишь при воздействии длинного дня.

Фотопериодизм – это реакция растений на соотношение продолжительности дня и ночи, вызывающая изменения процессов роста и развития и связанная с приспособлением онтогенеза к сезонным изменениям внешних условий [26]. Проявлением фотопериодизма у растений является реакция зацветания и формирование репродуктивных органов. Фотопериодическая реакция не только затрагивает процесс развития растений, но и вызывает некоторые изменения ростовых процессов. Фотопериодические раздражения воспринимаются листьями, в которых образуются вещества, переходя к цветочным почкам, обуславливающие их развитие.

По реакции на продолжительность дня растения делят на 2 основные группы: длиннопдневные и короткодневные. Растения, развитие которых нормально происходит при длинном дне, называют длиннопдневными. Это растения наших северных зон и средней полосы (рожь, пшеница, луговые злаки, клевер, фиалки и др.). Другие растения нормально развиваются при сокращенном световом дне. Их называют короткодневными. К ним относятся выходцы из южных районов (гречиха, просо, подсолнечник, астры и другие.) [41]. Кроме этого, в настоящее время выделены еще короткодлиннопдневные и длиннокороткодневные и промежуточные группы растений, цветение которых происходит при смешанных фотопериодах.

Существует прямая связь между географическим происхождением растений и продолжительностью дня в течение вегетационного периода. Среди

растений, произрастающих в умеренных широтах, преобладают растения длинного дня, а к растениям короткого дня относятся выходцы с юга.

Исследования показали, что на развитие растений влияют интенсивность и спектральный состав света. Опыты В.И. Разумова показали, что красный свет действует как естественное дневное освещение, а синий воспринимается как темнота [26].

Фотопериодизм проявляется лишь в сочетании с другими факторами, например температурой: если в X день холодно, то растение зацветает позже, или в случае с вызревaniem – если холод наступает раньше дня X, то, например – картофель дает низкий урожай [21].

### ***Температура как абиотический фактор***

Значительное влияние на рост растений оказывает температура. При характеристике температуры необходимо различать температуру воздуха и температуру почвы, разность между ними. Для растений это особенно важно, так как они способны поглощать питательные вещества из почвы при условии, если температура почвы будет на несколько градусов ниже температуры воздуха. Например, гречиха достигает наилучшего развития, когда температура близ корней равна  $10^{\circ}\text{C}$ , а у надземных частей  $22^{\circ}\text{C}$ . При температуре почвы и воздуха  $22^{\circ}\text{C}$  состояние растений резко ухудшается, и они не дают цветков. При дальнейшем повышении температуры почвы до  $34^{\circ}\text{C}$ , когда надземные органы остаются при  $22^{\circ}\text{C}$ , у растений наблюдается отмирание верхушек почек, стеблей, а впоследствии погибает все растение [41].

От значения температуры внешней среды зависит интенсивность обмена веществ растения. Повышение температуры до определенного уровня ускоряет, а понижение – тормозит процессы жизнедеятельности растительного организма. С повышением температуры до определенного предела рост растений усиливается, наивысшая температура, при которой рост еще возможен, называется температурным максимумом. Чрезмерно высокие температуры неблагоприятно влияют на растения и могут повлечь их гибель. Для развития каждого растения, в том числе и для томатов, есть своя оптимальная темпе-

ратура, отклонение от которой приостанавливает их рост и в целом негативно отражается на развитии.

На нашей планете есть виды, способные выдерживать длительные морозы более  $-50\text{ C}^\circ$ , как лиственница даурская, в то время как для многих растений в тропиках губительно даже кратковременное понижение температуры до  $+4\text{ C}^\circ$ . Испаряя воду в большом количестве, растения способны понижать температуру поверхности листьев до  $6\text{ C}^\circ$  относительно этого показателя внешней среды. Те растения, которые могут выдерживать длительные периоды низких температур, называются холодостойкими (овес, ячмень, лен), а те, которые нуждаются в относительно высоких температурах, – теплолюбивыми (арбуз, персик, кукурузы, дыня). Для многих видов растений благоприятны перепады более низких ночных температур и более высоких дневных, так как это оказывает стимулирующее воздействие на их рост [49]. Помидоры требуют большого количества тепла в течение длительного периода. Практика и наблюдения овощеводов за ростом и развитием помидора показали, что оптимальная температура для роста и развития помидора в открытом грунте лежит в пределах  $22\text{--}25\text{ C}$ . В теплице рост быстрее всего происходит при  $24\text{--}31\text{ C}$ ; при  $33\text{ C}$  рост замедляется, а при  $35\text{ C}$  прекращается.

### ***Водный режим***

Вода – необходимое условие для роста и развития любой флоры.

В жизни растений она выполняет жизненно важные функции, поддерживающие обменные процессы, а также является источником питания.

Некоторые примеры из них:

- выполняет транспортную функцию по «доставке» питательных веществ тканям и органам при корневом и листовом питании;
- терморегулирующую, препятствующую перегреву тканей и денатурации (разрушению) белков, в том числе ферментов и гормонов;
- является основной составляющей частью растительных организмов (на  $70\text{--}90\%$  растения состоят из воды), создающая тургор – упругость тканей;

Все это общеизвестные и очень важные свойства воды, определяющие жизнь растений.

Как уже было сказано растения содержат 70–95 % воды, которая необходима для поддержания клеток в состоянии наполнения. Процесс роста клеток растений растяжением осуществляется путем вакуолизации при поступлении в клетки воды. Поэтому недостаточное снабжение клеток водой задерживает рост, а при недостатке воды клетки растения ослабляются, и растение увядает. Корни способны расти только в достаточно влажной почве, почти насыщенной водяным паром. Надземные части растений всегда находятся в более сухом воздухе с влажностью 50–70%. От потери воды ткани наземных органов защищены кутикулярно-эпидермальным слоем. Поэтому в мезофилле листьев упругость водяного пара обычно не бывает ниже 98–99% относительной влажности. При длительном стрессе, что приводит к укорочению стебля и корня, к уменьшению размеров листьев, к их мелкоклеточности и т.д. Недостаток воды снижает урожай [35].

Вода поступает в почву с осадками из воздуха, с грунтовыми водами и при поливе. Однако излишняя влага вытесняет из почвы воздух и отрицательно влияет на рост и развитие культур. На почвах переувлажненных или с близким стоянием грунтовых вод растения плохо развиваются. Способность различных видов почв впитывать и сохранять влагу неодинакова. Лучше всего набирают воду песчаные почвы, так как в них самое большое пространство между частицами, но вследствие этого и удерживать ее они не способны. Глинистые почвы из-за своей плотной структуры и незначительных пространств между твердыми частицами впитывают влагу много хуже и медленно избавляются от ее избытка. Идеальным вариантом являются гумусные почвы, которые хорошо впитывают влагу и, удерживая ее внутри, доставляют к корням растений. Кроме того, почвенная влага является регулятором температуры и поддерживает ее баланс. Чем больше увлажнена почва, тем медленнее она нагревается и медленнее охлаждается.

Овощные растения особенно требовательны к влаге, что объясняется значительным содержанием ее в овощах (от 65 до 97%, в зависимости от культуры), а также большой испаряющей поверхностью листьев.

Молодые растения помидоров содержат 92–95% воды, а плодоносящие во второй половине вегетации 85–90%. С помощью воды происходит передвижение внутри растений растворенных в ней минеральных солей и ассимилятов. Листья помидоров могут в известной мере поглощать воду из атмосферы, насыщенной водяными парами, и имеющиеся на поверхности листьев распыленные минеральные частички могут растворяться и усваиваться растением. На этом принципе основана некорневая подкормка растений, способствующая повышению урожайности. Таким образом, вода в жизни растений играет огромную роль.

### ***Газовый состав атмосферы (влияние аэрации)***

Воздух играет не менее важную роль в процессах роста и развития растений. Из воздуха они потребляют кислород и углерод. От степени удовлетворения потребностей растений в кислороде зависит вся сложная цепь процессов питания растений водой, минеральными и азотистыми соединениями, передвижение и переработка воспринятых веществ.

Интенсивность дыхания растений в разные периоды развития неодинакова. Особенно энергично дышат прорастающие семена. Отметим, что дышат все органы растения, в том числе и корни. Листья и стебли в кислороде недостатка не испытывают, но корни, особенно на плотных почвах, часто подвержены кислородному голоданию. Снижение парциального давления  $O_2$  в атмосфере тормозит рост корней значительно сильнее, чем рост стеблей. Следовательно почву необходимо поддерживать в рыхлом состоянии. При неблагоприятных для дыхания условиях наступает кислородное голодание, иногда приводящее к ослаблению, заболеванию и гибели растений. Подобные неприятности возможны при длительном затоплении участков водой, образовании ледяной корки. Значит, должно быть, постоянное обеспечение

доступа воздуха в почву и поддержание достаточного содержания в ней углерода. Для этого почву постоянно рыхлят и вносят большие дозы органических удобрений. Избыток CO<sub>2</sub> в воздухе приводит к снижению pH (закислению) клеточных стенок, что вызывает кратковременный рост тканей [41].

### *Минеральное питание*

Основоположник учения о рациональном питании растений К.А. Тимирязев писал, что для обеспечения урожая необходимо прежде всего знать потребности растений и уметь их удовлетворять [26].

Минеральное питание растений – совокупность процессов поглощения, передвижения и усвоения растениями химических элементов, получаемых из почвы в форме ионов минеральных солей [11].

Растение в первые фазы развития используют главным образом запасы питательных веществ, имеющиеся в семени; прирост органического вещества в этот период обычно незначителен. В дальнейшем потребность растений в элементах питания быстро возрастает, и к периоду наиболее интенсивного увеличения его объема и массы достигает максимума, это совпадает с периодом цветения и завязывания плодов. Сочетание основного предпосевного внесения удобрений с дополнительным в виде подкормок дает возможность наиболее полно обеспечить растения в соответствующие фазы развития элементами минерального питания [26].

Достичь высоких устойчивых урожаев требуемого качества невозможно без применения удобрений, без того, чтобы элементы питания - основной фактор роста и развития растений, были гармонично представлены в строго определенных сочетаниях в течение всей вегетации [19]. Элементы, присутствующие во всех растениях, были отнесены к жизненно важным – это калий, кальций, магний, железо, сера и фосфор, азот. Из почвы минеральные элементы и вода поглощаются высокоспециализированным органом – корневой системой растения.

Полностью заменить одни элементы какими-либо другими невозможно. Каждое из них наполняет почву необходимыми и недостающими элемен-

тами и, в последствии растения произрастают на участке более стабильно. Очень важно соблюдать нормы подкормок и не вносить удобрения по принципу «чем больше – тем лучше». Каждому химическому элементу отводится особая роль в жизни растения, приведем примеры некоторых из них:

Фосфор – элемент энергетического обеспечения. В растениях он входит в состав нуклеиновых кислот, нуклеотидов, некоторых витаминов, ферментов и других биологически важных макромолекул. Большое значение для растений фосфор имеет в начале их вегетации, так как ускоряет рост, и в частности корневой системы, способствует лучшему усвоению питательных веществ, поглощению влаги [26]. Повышает холодостойкость, повышает устойчивость к механическим повреждениям и улучшает сохранность плодов. Растения поглощают из почвенного раствора в форме солей ортофосфорной кислоты. Фосфор концентрируется в молодых тканях растений, цветках, семенах. При достаточном фосфорном питании значительно ускоряется образование растениями репродуктивных органов. Внешне фосфорное голодание проявляется в скручивании листьев с краев, образовании фиолетовых и красноватых пятен. При сильном голодании приостанавливается рост стеблей и листьев, семена не образуются [26]. Недостаток фосфора у томата вызывает заворачивание во внутрь долей листа, чахлый рост. При дальнейшем фосфорном голодании растения остаются карликовыми.

Азот – один из главных элементов образования органического вещества. Азот входит в состав аминокислот, белков и других веществ. Растениям недоступны напрямую огромный запас азота в воздухе и органический азот почвы, на долю которого приходится 99% общего азота почвы. Они поглощают азот из почвы в виде минеральных ионов нитрата и аммония [1].

Низкая урожайность многих сельскохозяйственных культур чаще всего определяется недостатком именно азота [26]. Первый признак дефицита азота – покраснение и измельчение листьев. При недостатке азота у томата плоды и листья бывают мелкими, старые листья сгорают по краям, желтеют и опадают. Растения вытягиваются, выглядят чахлыми.



При избытке азота в почве у помидоров развивается мощная вегетативная масса – листья и стебли сильно разрастаются, растения становятся «ленивыми», что приводит к снижению плодообразования и задержке созревания плодов и понижению устойчивости растений к болезням.

Калий. В растениях он содержится в форме солей и их ионов. Из всех необходимых катионов он нужен в наибольших количествах и внесение его в почву значительно увеличивает урожай. Особенно много калия в молодых органах – меристемах почек, молодых листьях, живых тканях коры и других. В ионной форме выполняет важную для жизнедеятельности растений функцию: этот элемент является компонентом ионных «насосов», ионных потоков и потенциалом действия – процесса единого ионного транспорта. Достаточное обеспечение калием способствует повышению морозо- и засухоустойчивости. При резкой недостаточности калия на пластинках листьев с краев появляются бурые пятна, замедляется рост, а при сильном дефиците листья приобретают бронзово-красный цвет. В течение вегетационного периода листья разрушаются, окраска кончиков молодых листьев изменяется, как и при азотном дефиците. Стебли становятся тонкими и ломкими [1; 26]. Помидоры используют в небольшом количестве и особенно в период плодоношения растений. Роль калия важна и на первых этапах развития помидоров для формирования стеблей и завязей. Делает растение крепче, сильнее, улучшает качество плодов. Увеличивает рост корневой системы. При недостатке молодые листья томатов заворачиваются внутрь трубочкой, а старые листья желтеют, засыхают по краям.

Сера – важный макроэлемент, необходимый растительным организмам. Она требуется для протекания важных метаболических процессов. В растениях сульфатная сера ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) восстанавливается и входит в состав органических соединений. Серное голодание делает растение слабым, и существенно замедляет его рост. При недостатке серы растения имеют короткие и тонкие стебли, пожелтевшие листья. Слишком много серы сопровождается опадением листьев.

Железо. Этот элемент играет важную роль в дыхании растений. В окислительно – восстановительных процессах он является акцептором кислорода, участвует в синтезе предшественников хлорофилла. Признаки дефицита железа прежде всего появляются на молодых листьях. На верхушках листьев возникает хлороз. При более сильном дефиците железа листья приобретают желто-зеленую, желтую окраску. Рост растений замедляется, урожай значительно уменьшается. Недостаток у томатов вызывает пожелтение верхушки растения. Куст замедляет рост.

Важная и разносторонняя роль в обмене веществ растения принадлежит кальцию. Кальций в соединении с пектиновыми веществами составляет основу срединных пластинок, склеивающих стенки отдельных клеток. При его недостатке в питательном субстрате наблюдаются резкие изменения и нарушения ультраструктуры мембран органоидов клетки. Также проявляются такие признаки, как задержка роста корней и формирования корневой системы, листья желтеют, появляются бурые пятна. При более сильном дефиците интенсивность красной окраски усиливается. При недостатке кальция у томатов молодые листья выглядят будто опаленные на кончиках, на них появляются светло-желтые пятна. На плодах появляется вершинная гниль – верхушка чернеет и подсыхает [1; 26].

## **2.2. Влияние биотических факторов на рост и развитие растений**

В природе существование каждого живого организма зависит не только от абиотических факторов, но и от обитающих рядом других организмов. В отличие от абиотических факторов, охватывающих всевозможные действия неживой природы, биотические факторы – это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие [41].

Действие биотических факторов может рассматриваться как действие их на среду, на отдельные организмы, населяющие эту среду, или действие этих факторов на целые сообщества. Сосредоточим внимание в большей степени на действиях биотических факторов на отдельные особи, организмы, на

среде, населенной этими организмами. Отличие биотических факторов от абиотических состоит в том, что их воздействие проявляется в виде взаимного влияния живых организмов разных видов друг на друга. Взаимодействия между организмами могут быть прямыми и косвенными. Под прямым действием следует понимать, что организмы непосредственно контактируют друг с другом и при этом оказывают взаимное влияние. При косвенном действии один организм влияет на другой, при этом не вступая с ним в контакт, он изменяет его среду обитания.

Биотические факторы, воздействующие на растения, подразделяют на зоогенные и фитогенные. Зоогенные биотические факторы – это влияние животных на растения. Прежде всего, к ним относят поедание растений животными. Животное может поедать растение целиком либо его отдельные части. Контактывая с растениями или употребляя их в пищу, животные способствуют распространению их семян. В одних случаях семена и плоды распространяются благодаря случайному прикреплению к животным (шерсти, перьям, лапам, клювам и т.п.), в других это связано с поеданием животными плодов. Растения, которые повреждают животные – фитофаги вынуждены бороться за свое существование и в целях самозащиты наращивают колючки, образуют избыточную фитомассу, усердно наращивают оставшиеся листья. В результате объедания животными ветвей и побегов растений, изменяется крона деревьев. Большой вред растениям наносят землерои (кроты, суслики). Они поедают не только надземные части растений, но и клубни, луковицы, корневища, тем самым замедляют их рост.

Но существует и весьма положительная сторона во влиянии животных на растения: один из них это – опыление. Опылением называют перенос пыльцы с тычинок на рыльце пестика. Хорошим примером является насекомые – большие лакомки. Они любят сладкий цветочный сок – нектар, не отказываются и от пыльцы. Но чтобы добраться до нектара, надо коснуться пыльников или рыльца, которые располагаются как раз на пути к нему. Та-

ким образом, перелетая с цветка на цветок в поисках пищи или крова, насекомые производят опыление растений.

Велика роль и микроорганизмов, населяющих почву, в жизни растений. В результате их деятельности в почве происходят сложные биохимические процессы, способствующие разложению органических веществ, их минерализации.

К фитогенным биотическим факторам относят влияние растений, находящихся на небольшом расстоянии, друг на друга. Примерами действия биотических факторов на растения, являются нейтрализм, паразитизм, аменсализм, симбиоз, конкуренция, переплетение и срастание корнями, переплетение крон, схлестывание ветвей и т.п. Примером паразитизма является повилика, питающаяся соками клевера или крапивы, угнетая и заметно задерживая их рост. К тому же, опутывая растения, она не дает им распрямиться. Примером симбиоза (взаимовыгодного сожительства) может служить взаимодействие между клубеньковыми бактериями – азотофиксаторами и большинством растений семейства бобовых. Бактерии из рода *Rhizobium*, живущие в клубеньках на корнях бобовых (клевер, фасоль, соя), обеспечиваются питанием (сахара) и местообитанием, а взамен растения получают от них доступную форму азота. Понятие «нейтрализм» говорит само за себя, при этом сосуществующие на одной территории организмы не приносят друг другу ни пользы, ни вреда. При паразитизме организмы, принадлежащие к разным видам, сосуществуют антагонистически, то есть паразит, обитая в теле своего хозяина, живет за его счет и наносит ему вред, например, многие бактерии и грибы по отношению к организму человека, некоторых высших растений и животных. Среди растений есть много паразитических видов: повилика, петров крест, омела, др. При аменсализме один из сосуществующих организмов несет ущерб, а другому воздействие первого безразлично (пеницилл убивает бактерий, которые не могут повлиять на него) [21; 41].

Симбиоз – это все формы сожительства организмов разных видов. А взаимовыгодное сосуществование организмов, относящихся к различным ви-

дам, называется мутуализм. В качестве примера можно привести факт взаимоотношений между бобовыми растениями и азотфиксирующими клубеньковыми бактериями, которые обитают на их корневой системе. Аналогично взаимодействуют корни высших растений с грибницей шляпочных грибов. И те, и другие организмы получают друг от друга необходимые для жизнедеятельности вещества.

Конкуренция – это тип взаимодействия, при котором растения одного либо разных видов могут соперничать между собой за ресурсы окружающего пространства – воду, освещение, питательные вещества, местоположение, т.д. В этом случае потребление определенных ресурсов одними организмами снижает их доступность для других. Пример внутривидовой конкуренции – искусственный сосновый лес, где деревья одного возраста соперничают за свет. Те деревья, которые не успевают за растущими быстрее, в тени значительно хуже развиваются, и многие из них погибают. Межвидовая конкуренция прослеживается среди близких по потребностям видов и родов растений, которые входят в состав одной группы, к примеру, в смешанных лесах между грабом и дубом [21; 41].

Следует отметить, что косвенные взаимоотношения между организмами не менее важны, чем прямые для жизнедеятельности и выживания растений разных видов. Так, насекомые и некоторые мелкие птицы опыляют цветковые растения. А размножение семенами многих видов покрытосеменных без участия животных было бы невозможным. Таким образом, влияние всего живого друг на друга не подлежит сомнению и имеет очень большое значение для жизни на Земле.

## ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1. Объекты исследования

В качестве объекта было выбрано растение томата (лат. *Solanum lycopersicum*), сорта «Мамин Сибиряк».



Рис. 1. Растения томата сорта «Мамин Сибиряк».

#### Характеристика изучаемого объекта:

Томат (лат. *Solanum lycopersicum*) по своей природе многолетнее растение, но в нашей стране оно возделывается как однолетнее растение, вид рода Паслён (*Solanum*) семейства Паслёновые (*Solanaceae*). Возделывается как овощная культура. Томат имеет смешанный тип корневой системы. Корни разветвленные, растут и формируются быстро. Уходят в землю на большую глубину. Стебель у томата прямостоячий или полегающий, ветвящийся, высотой от 30 см до 2 м и более. Боковые побеги называются пасынками. Листья непарноперистые, рассеченные на крупные доли. Цветки томата собраны в соцветие – завиток, которое овощеводы называют кистью. Она по своему строению может быть простой, сложной или полусложной. Цветки мелкие, желтые различных оттенков. Плоды известны под названием помидоры – сочные многогнездные ягоды различной формы.

Томат – факультативный самоопылитель: в одном цветке имеются мужские и женские органы. Это светолюбивое растение.

Томаты сорта «Мамин Сибиряк» – куст высотой 1,2–1,5 м. Плоды красные, перцевидной формы, с небольшим утолщением в нижней части, собраны в кисти по 5–7 плодов. В среднем на растении формируется 5–8 кистей. Масса плодов 100–130г.

### **3.2 Методы исследования**

В работе использовали :

- метод наблюдения;
- линейный метод для определения высоты растений;
- весовой метод для определения массы плодов;
- статистический метод для определения достоверности полученных результатов.

Для посева отбирались одинаковые по размерам семена, обладающие высокими посевными качествами (всхожесть, энергия прорастания, крупность, чистота, влажность) . Выровненные семена томатов высевали в подготовленную почвенную смесь ( перегной, торф, дерновая земля). Через 20 дней после всходов, после образования второго настоящего листочка, растения рассадили в стаканчики и поместили в разные условия освещения, согласно разработанной схеме опыта.

Схема опыта:

- 1 вариант – 12 000 лк – условия недостаточного освещения;
- 2 вариант – 20 000 лк – оптимальные условия освещения (контроль);
- 3 вариант – 40 000лк – условия повышенного освещения.

Согласно литературным данным для непрерывного развития и плодоношения томатов необходимое освещение составляет 10.000 люксов, а оптимальное 20 000 люксов, данное значение было взято в качестве контрольного варианта. Измерение интенсивности освещения проводилось, при помощи прибора – люксметра.

Для улучшения светового режима применяли дополнительное освещение (лампы дневного освещения) в течение 6 часов: с 7–10 утра и с 19–21 ч вечера.

Контрольное измерение высоты растения проводили перед посадкой в открытый грунт.



## ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ НА РОСТ И ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОВ ТОМАТОВ

Культура овощных растений имеет целью получение максимального урожая плодов, так как жизненно важные процессы закладываются на начальных этапах роста и развития, то для исследования было взято время рассадного периода. Томат очень требователен к освещенности, это один из основных факторов, лимитирующих его рост и развитие.

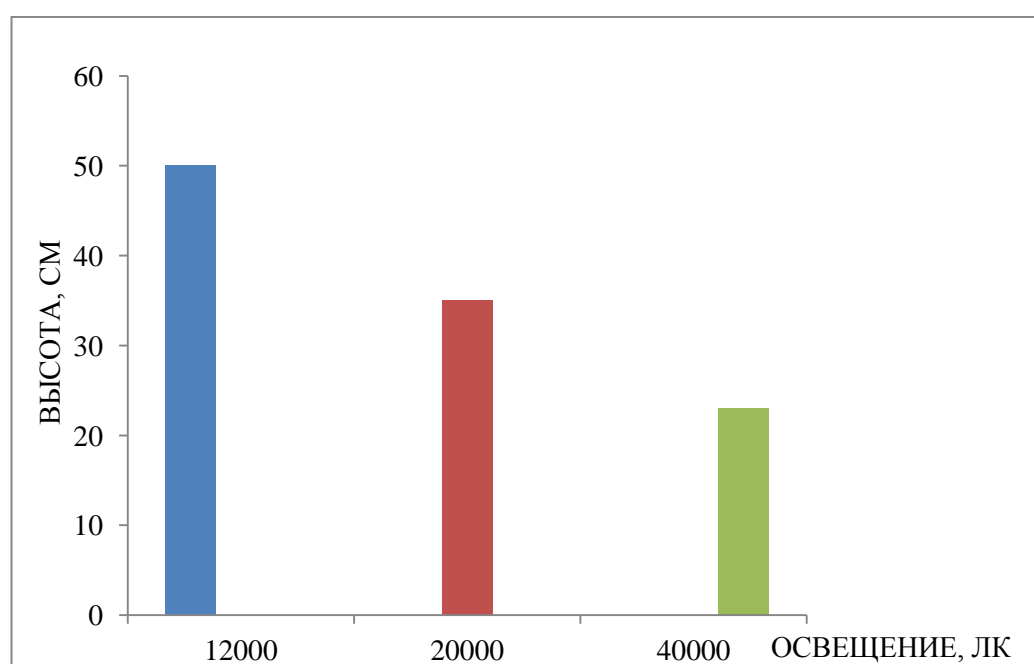


Рис.2. Влияние различной интенсивности освещения на высоту растения томата сорта «Мамин Сибиряк» в рассадный период

Исходя из рисунка 2, видно, что при недостаточном освещении длина побега почти в 1,5 раза превышает длину побега контрольного варианта, при избыточном же освещении рост томата уменьшился в 1,5 раза.

Опираясь на литературные данные, можно предположить, что это обусловлено несколькими причинами:

1– Изменением гормонального баланса, что приводит к вытягиванию стебля, это связано с содержанием ауксинов, что создает условия для несбалансированного и излишне ускоренного роста. Значительное влияние на выработку

ауксинов оказывает освещение, чем меньше света получает растение, тем выше содержание гормона, и наоборот, интенсивное освещение затормаживает его синтез;

2–Визуальные наблюдения за растениями во время рассадного периода показали, что растения произрастающие в условиях недостаточного освещения имели более вытянутый побег, стебель выглядел более слабым, светлым, тонким и полегающим, в отличие от других вариантов. Можно предположить, что там менее интенсивно проходит процесс фотосинтеза. Из-за недостатка фотоассимилятов слабо развиваются клеточные оболочки и механические ткани, обеспечивающие прочность растению.

В открытом грунте растения находились в одинаковых условиях. Все агротехнические приемы: полив, рыхление, пасынкование проводились равномерно.

Анализируя урожай опытных растений (рис. 3), можно отметить сле-

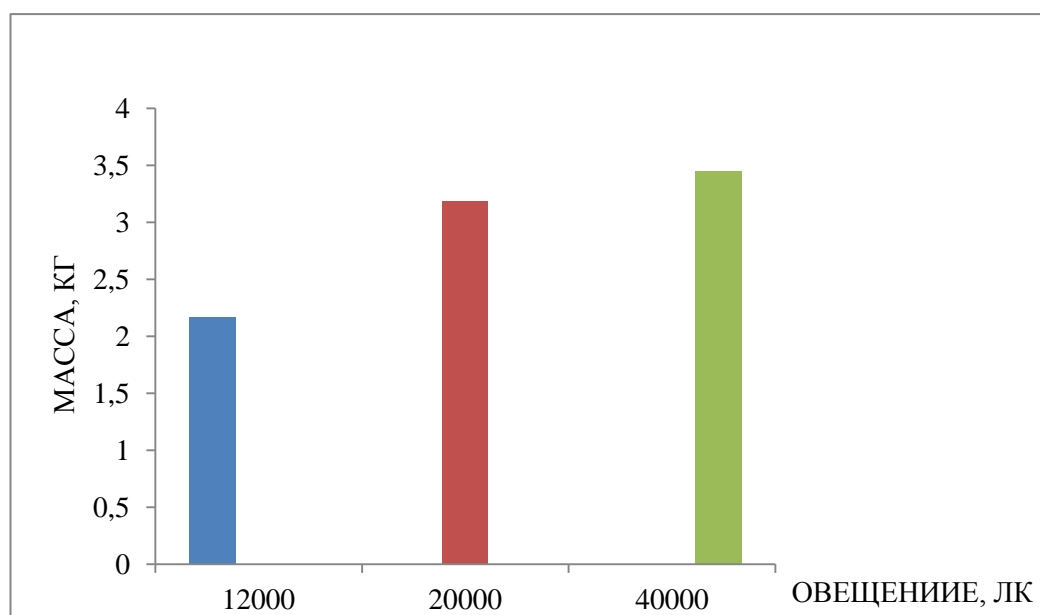


Рис .3. Влияние различной интенсивности освещения на массу плодов с куста растения томат сорта «Мамин Сибиряк»

дующее: в условиях хорошего освещения развитие и созревание плодов происходило примерно на 3–5 дней раньше, варианта с недостаточным освещением.

При равном количестве плодов на кистях одного растения, урожай в варианте с освещением 12000 лк снизился и составил 67,9 %, по отношению к контрольному варианту. Увеличение освещения в 3 варианте до 40000 лк незначительно сказалось на урожае.

Снижение урожая в условиях недостаточной освещенности на начальных этапах онтогенеза вызвано формированием относительно мелких плодов (рис.4) и это не смотря на то, что во время формирования урожая эти растения находились в равных условиях с растениями других вариантов.

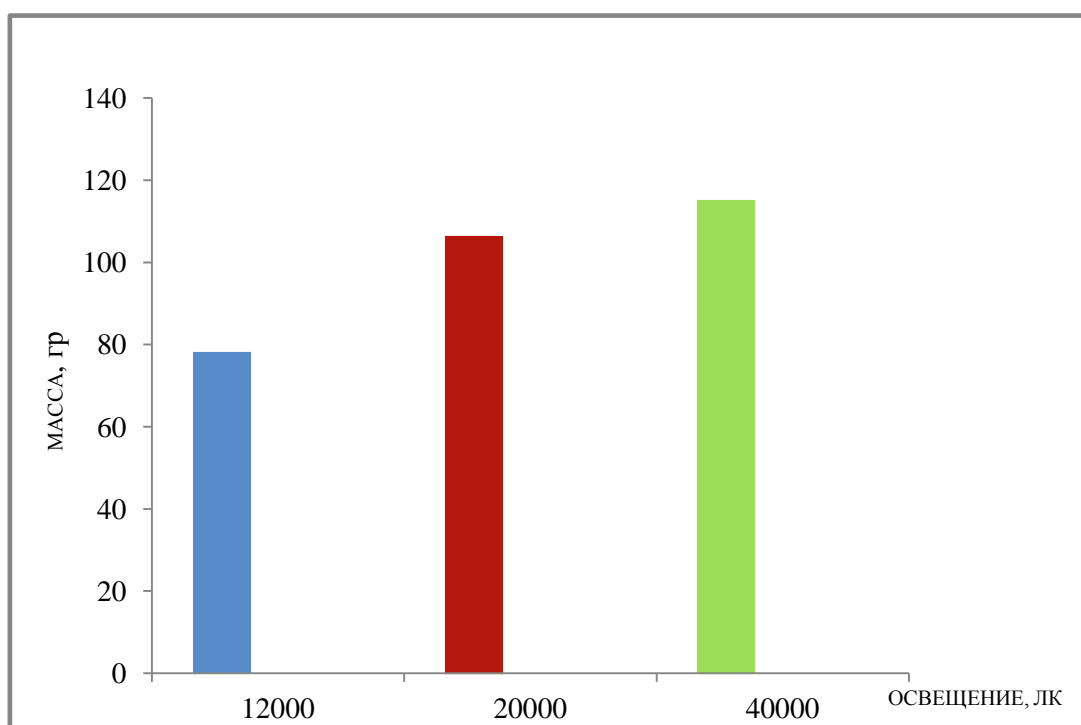


Рис.4. Влияние различной интенсивности освещения на массу плода растения томат сорта «Мамин Сибиряк»

Таким образом выдвинутая в начале работы гипотеза о том, что недостаточная интенсивность освещения на начальных этапах онтогенеза приведет к снижению урожая, подтвердилась.

## ГЛАВА 5. ПРИМЕНЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЕ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ

Одной из основных задач современного образования достижение нового, современного качества образования. Под новым качеством образования понимается ориентация на развитие личности ребенка, его познавательных и созидательных способностей. Совершенствование учебного процесса идет в направлении увеличения активных методов обучения, обеспечивающих глубокое проникновение в сущность изучаемой проблемы. Общеобразовательная школа должна формировать новую систему универсальных знаний, умений, навыков, а также опыт самостоятельной деятельности и личной ответственности обучающихся, то есть современные ключевые компетенции. При формировании компетенций учащихся, учебные занятия планируются таким образом, чтобы они способствовали приобретению учащимися навыков самостоятельного поиска ответов на поставленные вопросы. В современной России достаточно широкое распространение получило такое направление работы со школьниками, как организация их научно-исследовательской деятельности [3; 5; 9; 32].

Исследовательская деятельность по определению И.А.Зимней и Е.А.Шашенковой – это «специфическая человеческая деятельность, которая регулируется сознанием и активностью личности, направлена на удовлетворение познавательных, интеллектуальных потребностей, продуктом которой является новое знание, полученное в соответствии с поставленной целью и в соответствии с объективными законами и наличными обстоятельствами, определяющими реальность и достижимость цели.

*Исследовательская деятельность обучающихся* – деятельность учащихся, связанная с решением учащимися творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным решением (в отличие от практикума, служащего для иллюстрации тех или иных законов природы) и предполагающая наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере, нормиро-

ванную исходя из принятых в науке традиций: постановку проблемы, изучение теории, посвященной данной проблематике, подбор методик исследования и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, научный комментарий, собственные выводы. Любое исследование, неважно, в какой области естественных или гуманитарных наук оно выполняется, имеет подобную структуру. Такая цепочка является неотъемлемой принадлежностью исследовательской деятельности, нормой ее проведения [3; 5; 9; 32].

Исследовательская деятельность это процесс совместной работы обучающегося и педагога по выявлению сущности изучаемых явлений и процессов. Самое решающее звено этой новации – учитель. Меняется роль учителя, из носителя знаний и информации, всезнающего оракула, учитель превращается в организатора деятельности, консультанта и коллегу по решению проблемы, добыванию необходимых знаний и информации из различных (может быть и нетрадиционных) источников. Работа над учебным проектом или исследованием позволяет выстроить бесконфликтную педагогику, вместе с детьми вновь и вновь пережить вдохновение творчества, превратить процесс образовательный процесс из скучной принудилочки в результативную созидательную творческую работу.

Главным смыслом исследования в сфере образования есть то, что оно является учебным. Это означает что его главной целью является развитие личности, а не получение объективно нового результата, как в «большой» науке. Если в науке главной целью является производство новых знаний, то в образовании цель исследовательской деятельности – в приобретении учащимся функционального навыка исследования как универсального способа освоения действительности, развитии способности к исследовательскому типу мышления, активизации личностной позиции учащегося в образовательном процессе на основе приобретения субъективно новых знаний (то есть самостоятельно получаемых знаний, являющихся новыми и личностно значимыми для конкретного учащегося) [3; 5; 9; 32].

Исследовательская деятельность учащихся среднего и старшего звена в курсе изучения биологии направлена на развитие у учащихся навыков самостоятельной работы, постановки эксперимента, наблюдений, обработки результатов, умения делать выводы, то есть позволяет учащимся овладеть алгоритмом исследовательской работы, опираясь на знания и умения, полученные учащимися при изучении биологии ранее. Использование проблемного подхода в обучении позволяет не передавать знания учащемуся в готовом виде, а научить его получить их в процессе учебной деятельности.

*Учебный проект или исследование с точки зрения обучающегося* – это возможность максимального раскрытия своего творческого потенциала. Это деятельность, позволит проявить себя индивидуально или в группе, попробовать свои силы, приложить свои знания, принести пользу, показать публично достигнутый результат. Это деятельность, направленная на решение интересной проблемы, сформулированной зачастую самими учащимися в виде задачи, когда результат этой деятельности – найденный способ решения проблемы – носит практический характер, имеет важное прикладное значение и, что весьма важно, интересен и значим для самих открывателей [3; 5; 9; 32].

### **Основные этапы исследования:**

Первый этап – подготовительный – включает в себя выбор проблемы и темы, определение и подготовку объекта и предмета, разработку целей и задач, гипотезы исследования, подготовку инструментария, обучение участников исследования, выбор методов и разработку методики исследования.

Второй этап – конструирующий (постановочный, создающий) – содержит непосредственно исследование (возможна и его разбивка на этапы).

Третий этап – корректирующий: это формулирование предварительных выводов, их апробирование и уточнение.

Четвёртый этап – контрольный.

Пятый (заключительный) – подведение итогов и оформление результатов.

В рамках данного научного исследования можно организовать научно – исследовательскую работу школьников, в которой продолжится изучение влияния различной интенсивности освещения на рост и развитие томатов любого сорта.

План работы:

1. Изучить литературные источники по данной теме;
2. Изучить биологические особенности изучаемого объекта;
3. Сбор данных наблюдений;
4. Анализировать полученные данные в связи с заявленной темой;
5. Сделать выводы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопрос о природе факторов, регулирующих ход индивидуального развития растения привлекает внимание физиологов на протяжении многих лет. Такие отечественные ученые как, К.А. Тимирязев, И.В. Мичурин, Д.А. Сабинин, М.Х. Чайлохян и другие в историю науки вписали немало замечательных страниц [26; 37].

Так как начальные периоды онтогенеза во многом определяют дальнейший рост и развитие, а в конечном итоге и урожай растений представлялось интересным изучить влияние различной интенсивности освещения на рост и развитие томатов, что и явилось целью исследования, а выявление зависимости урожая томатов от условий освещения в рассадный период определило актуальность данного исследования.

В ходе данной работы выяснили что низкая интенсивность освещения на ранних этапах онтогенеза растений ухудшила рост и развитие томатов, что привело к снижению урожая, тем самым, выдвинутая в начале работы гипотеза, полностью подтвердилась. Согласно литературным источником о том, что низкая освещенность нередко приводит к уменьшению площади листа и к удлинению побегов было экспериментально подтверждено. Ученые доказали, что вытягивание стебля связано с отсутствием в них ингибиторов и наличием ауксинов, что создает условия для несбалансированного и излишне ускоренного роста, а при нормальном или замедленном росте стебля хорошо освещенных растений наблюдается весьма высокое содержание активных ингибиторов и незначительное – ауксинов [41].

Зная, что свет является одним из важных для жизни растений экологическим показателем, необходимым для фотосинтеза, можно влиять на интенсивность этого процесса. Правильная организация освещенности выращиваемых растений будет способствовать лучшему росту и развитию растений, повышению урожайности овощных культур.



Скорость реакции фотосинтеза возрастает прямо пропорционально интенсивности освещения. При очень большой интенсивности освещения иногда начинается обесцвечивание хлорофилла, что замедляет фотосинтез. При излишнем свете рост растений начинает замедляться, они получают более приземистыми с короткими междоузлиями и широкими короткими листьями [37].

Важно заметить, что недостаток освещения в фазы 3-го листа – цветение, не компенсируется выровненными условиями во время закладки и формирования урожая.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что при недостаточном освещении рост и развитие растения ухудшаются, что приводит к низкому урожаю, а увеличение интенсивности освещения приводит к формированию более крупных плодов, что приводит к повышению урожая.

## **ВЫВОДЫ.**

1. Недостаток освещения растений томатов сорта «Мамин Сибиряк» на ранних этапах развития привел к формированию мелких плодов
2. Недостаток освещения в фазы 3-го листа – цветение, не компенсируется выровненными условиями во время закладки и формирования урожая.
3. Условия освещения 12000 лк на начальных этапах онтогенеза, снизило урожай растений томатов сорта «Мамин Сибиряк» на 32 %

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алехина, Н.Д, Физиология растений: учебник для студ.вузов [Текст] / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко, и др.: под ред. И.П. Ермакова.– 2-е изд., испр.– М.: Издательский центр «Академия»,2007.–640 с
2. Артамонов, В.И. Занимательная физиология растений [Текст] / В.И. Артамонов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 336 с.
3. Байбородова, Л.В. Методика обучения биологии [Текст] / Л.В. Байбородова, Т.В. Лаптева. – М.: Издательство: Владос, 2003. – 176 с.
4. Беликов, П.С. Физиология растений. [Текст] / П.С. Беликов, Г.А. Дмитриева. – М.: Изд-во Российского ун-та дружбы народов, 1992. – 376 с.
5. Васильева М.З. Методика преподавания биологии: учебно-методический комплекс. [Текст] /М.З. Васильева. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. – 138 с.
6. Ващенко, И.М. Практикум по основам сельского хозяйства: учебное пособие для студентов биологических специальностей педагогических институтов. [Текст] / И.М. Ващенко, К. П. Ланге, М.П. Меркулов; под ред. И. М. Ващенко. - Москва: Просвещение, 1982. – 399 с.
7. Воскресенская, Н.П. Фотосинтез и спектральный состав света [Текст] / Н.П. Воскресенская. – М.: Наука, 1965. – 309 с.
8. Генкель, П.А. Физиология растений: учебник для студентов [Текст] / П.А. Генкель. – М.: Просвещение, 1975. – 335 с.
9. Голикова, Т.В. Методика обучения биологии [Текст] / Т.В. Голикова, Е.А. Галкина, В.М. Пакулова. – Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2013. – 68 с
10. Голованова, Т.И. Физиология растений : учеб. Пособие [Текст] / Т.И. Голованова, Н.П. Белоног, Т.Б. Горбанева; Красноярский гос. ун-т. – К.: Высш. шк., 2003. – 327 с.

11. Горкин, А.П. Биология: Современная иллюстрированная энциклопедия [Текст] / А.П. Горкин. – М.: РОСМЭН, 2006. – 560 с.
12. Гусев, Н.А. Состояние воды в растении. [Текст] / Н.А. Гусев. – М.: Наука, 1974. – 130 с.
13. Дибберт, Э. Физиология растений. [Текст] / Э. Дибберт. – М.: Мир, 1976. – 423 с.
14. Ермакова, И.П. Учебник по физиологии растений для студентов биологических специальностей вузов [Текст] / под. ред. И.П. Ермакова. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 464 с.
15. Занина, М.А. Физиология растений: учебно-метод. пособие для студентов заочного отделения факультета экологии и биологии [Текст] / М.А. Занина: Изд-во: «Николаев», 2005. – 64 с.
16. Зимняя, И.А. Исследовательская работа как специфический вид человеческой деятельности [Текст] / И.А. Зимняя, Е.А. Шашенкова. – Ижевск–Москва: Изд-во Удмуртского гос. ун-та, 2001. – 234 с.
17. Кефели, В.И. Рост растений [Текст] / В.И. Кефели. – М.: Колос, 1973. – 120 с.
18. Кефели, В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны [Текст] / В.И. Кефели – М.: Наука, 1974. – 253 с.
19. Кидин, В.В. Система удобрения [Текст] / В.В. Кидин – М.: Издательство РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева 2011. – 535 с.
20. Клешнин, А.Ф. Растение и свет [Текст] / А.Ф. Клешнин – М.: Издательство АКАДЕМИИ НАУК СССР, 1954. – 460 с.
21. Коробкин, В.И. Экология [Текст] / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский 12-е изд., доп. и перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 602 с.
22. Куперман, Ф.М. Биология развития растений [Текст] / Ф.М. Куперман, Е.И. Ржанова. – М.: Государственное издательство «ВЫСШАЯ ШКОЛА», 1963. – 424 с.

23. Куперман, Ф.М. Закономерности индивидуального развития растений в зависимости от условий внешней среды [Текст] / Ф.М. Куперман.– М.: Издательство московского университета, 1963. – 104 с.
24. Куперман, Ф.М. Биология развития культурных растений [Текст] / Ф.М. Куперман– М.: Высшая школа, 1982.– 343 с.
25. Кузнецов, В.В. Физиология растений [Текст] / В.В. Кузнецов, Дмитриева Г.А. М.: Высш.шк., 2006. – 742 с.
26. Лебедев, С.И. Физиология растений.– 3-е изд., перераб. и доп. [Текст] / С.И. Лебедев – М.: Агропромиздат, 1988. – 544 с.
27. Лебедева, Т.С. Пигменты растительного мира [Текст] / Т.С. Лебедева, К.М. Сытник. – Киев: Науковая думка, 1986. – 86с.
28. Леопольд, А. Рост и развитие растений [Текст] / А. Леопольд. – М.: Издательство «МИР», 1968. –495 с.
29. Максимов, Н.А. Краткий курс физиологии растений: учебник [Текст] / Н.А. Максимов. – М. : Сельхозгиз, 1958. – 354 с.
30. Малиновский, В.И. Физиология растений [Текст] / В.И. Малиновский. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2004. – 105 с.
31. Медведев, С.С. Физиология растений [Текст] / С.С. Медведев. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.
32. Мухамадиярова, Г.В. Формирование исследовательских умений старшеклассников сельской школы в учебной деятельности [Текст] / Г.В.: Мухамадиярова, автореф. дис.... канд. пед наук: 13.00.01.– Йошкар-Ола, 2010.– 196 – 199 с.
33. Николайкин, Н.И. Экология: Учеб. для вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – 3-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004. –624с.
34. Овчаров, К.Е. Химия и жизнь растений [Текст] / К.Е. Овчаров. – М.: издательство министерства сельского хозяйства РСФСР, 1960. – 80 с.
35. Полевой, В.В. Физиология растений [Текст] / В.В. Полевой– М.: Высш.шк.,1889.– 464 с.

36. Подгорный, П.И. Растениеводство [Текст] / П.И. Подгорный – М.: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1963. – 480 с.
37. Рубин, Б.А. Курс физиологии растений. [Текст] / Б.А. Рубин Изд. 4-е, перераб. и доп. Учебник для ун-тов. – М., «Высшая школа», 1976. – 576 с.
38. Сабинин, Д.А. Физиология развития растений. [Текст] / Д.А. Сабинин – М.,. Наука.1963. – 194 с.
39. Саламатова, Т.С. Физиология растительной клетки: учебное пособие [Текст] / Т.С. Саламатова. – Л.: Изд. ленинградского университета, 1983. – 232 с.
40. Слейчер, Р. Водный режим растений [Текст] / Р. Слейчер. – М.: Мир, 1970. – 366 с.
41. Степановских, А.С. Экология: Учебник для вузов [Текст] / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 703 с.
42. Тимирязев, К. А. Жизнь растения [Текст] / К. А. Тимирязев.– Москва Ленинград 1936. – 248 с.
43. Усманов, И.Ю. Экологическая физиология растений [Текст] / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. – М.: Логос, 2001. – 224 с.
44. Филипцова, Г.Г. Основы биохимии растений [Текст] / Г.Г. Филипцова, И.И. Смолич –Минск: Издательство: БГУ Год: 2004, – 136
45. Шакирова, Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция [Текст] / Ф.М. Шакирова Издательство: Гилем, 2001.– 160 с
46. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений [Текст] / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, Ленингр. отд., 1974. – 324 с.
47. Шульгин, И.А. Растение и солнце [Текст] / Шульгин, И.А. ГИДРОМЕТИОИЗДАТ Ленинград, 1973. – 252 с.
48. Якушкина, Н.И. Физиология растений [Текст] / Н.И. Якушкина, – М.: Просвещение, 2004.– 464 с
49. Сайт Bearplanet [Электронный ресурс] Режим доступа:

[http://beaplanet.ru/zhiznedeyatelnost\\_rasteniy/ekologicheskie\\_factory\\_sredy/abioticheskie\\_factory.html](http://beaplanet.ru/zhiznedeyatelnost_rasteniy/ekologicheskie_factory_sredy/abioticheskie_factory.html), свободный. – Загл. с экрана.

50. Сайт Зооинженерного факультета МСХА им. К.А. Тимирязева. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.activestudy.info/sovremennye-predstavleniya-o-roste-rastenij/>, свободный. – Загл. с экрана.

51. Сайт Студопедия.Орг [Электронный ресурс]. – 2014-2016 Режим доступа: <http://studopedia.org/9-3315.html>, свободный. – Загл. с экрана

## Приложение

### Приложение 1.

#### Однофакторный дисперсионный анализ (вес плодов в зависимости от влияния различной интенсивности освещения )

ИТОГИ				
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
избыток	30	3410	113,6667	39,88506
контроль	30	3130	104,3333	93,05747
недостаток	30	2162	72,06667	448,823

#### Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	28588,09	2	14294,04	73,71034	1,88E-19	3,101296
Внутри групп	16871,2	87	193,9218			
Итого	45459,29	89				

#### Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	6763,956	29	233,2398	0,361656	0,998148	1,656383
Внутри групп	38695,33	60	644,9222			
Итого	45459,29	89				

#### Однофакторный дисперсионный анализ

##### ИТОГИ

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
избыток	30	3478	115,9333	92,75402
контроль	30	3170	105,6667	132,2299
недостаток	30	2367	78,9	287,6103

#### Дисперсионный анализ



<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	21933,27	2	10966,63	64,18312	7,51E-18	3,101296
Внутри групп	14865,23	87	170,8648			
Итого	36798,5	89				

## Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>
Между группами	4919,833	29	169,6494	0,319303	0,999378
Внутри групп	31878,67	60	531,3111		
Итого	36798,5	89			

## Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ				
<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
избыток	30	3443	114,7667	68,18506
контроль	30	3257	108,5667	104,9437
недостаток	30	2478	82,6	273,9724

## Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	17474,02	2	8737,011	58,62439	7,54E-17	3,101296
Внутри групп	12965,93	87	149,0337			
Итого	30439,96	89				

## Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	5575,289	29	192,2513	0,463915	0,98703	1,656383
Внутри групп	24864,67	60	414,4111			
Итого	30439,96	89				

**Однофакторный дисперсионный анализ (диаметр плодов в зависимости от влияния различной интенсивности освещения)**

**ИТОГИ**

<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Избыток	30	123	4,1	0,117931
Контроль	30	109,9	3,663333	0,102402
Недостаток	30	98,9	3,296667	0,156195

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	9,704667	2	4,852333	38,66106	9,69E-13	3,101296
Внутри групп	10,91933	87	0,12551			
Итого	20,624	89				

Дисперсионный анализ

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	3,524	29	0,121517	0,426376	0,99304	1,656383
Внутри групп	17,1	60	0,285			
Итого	20,624	89				