Министерство образования и науки Российской Федерации

Областная детская эколого-биологическая станция

XIII областная научно-практическая конференция школьников

«Экология Кузбасса»

Номинация «Овощеводство»

Учебно-исследовательская работа

Влияние смешанного освещения на рост и развитие томатов

Выполнила:

Васильева Дарья,

МБОУ «СОШ №50»,

8 А класс

Научные руководители:

Гилмуллин Дамир Фаимиевич,

учитель химии;

Карлина Татьяна Николаевна,

учитель биологии

Новокузнецк, 2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……..……...……..3

Качественный состав солнечного света……..……...…...6

Немного из истории……..……...8

Ловцы света……..……9

Характеристика некоторых ламп искусственного освещения……..…11

Начало эксперимента……..……...12

Выращивание томатов сорта «Грушовка московская» в разных условиях освещённости……15

Наблюдения за развитием томатов в условиях убывающего естественного освещения……...20

Заключение……....25

Список литературы……..……..27

Приложения……....28

Введение

Всё живое на Земле тянется к свету. Большинство растений светолюбиво. При недостатке солнечного света в клетках нарушается фотосинтез, снижается иммунитет к болезням, замедляется рост. Особенно это касается рассады овощных культур. Без достаточного освещения саженцы имеют свойства вытягиваться, вырастают слабыми, нежизнеспособными. Их них в будущем не могут сформироваться полноценные урожайные растения. Поэтому, рассаду необходимо досвечивать.

Почему рассаде нужен свет? Для всходов и молодых растений проблема нехватки света актуальна по нескольким причинам:

1. для интенсивного роста сеянцу нужен свет, в нём он черпает энергию;

2. при недостатке света стебель растения начинает вытягиваться, питательные вещества и влага из почвы должны проделать более долгий путь, чтобы добраться до листьев; в результате листья развиваются слабо, теряют окраску и тургор;

3. ослабленное недостатком света растение уязвимо для микробов, вредителей, грибковых болезней;

4. вытянувшиеся растения деформируются и ломаются; их сложнее высаживать;

5. рассада, выращенная при недостаточном освещении, хуже адаптируется к климатическим особенностям и открытому грунту.

Мало кто в нашем климате может похвастаться окнами во всю стену, в которые февральскими днями светит яркое солнце. Именно такими могли бы быть идеальные условия для выращивания рассады, но, к сожалению, ни в феврале, ни даже в марте солнечных дней не бывает много, а окна квартир впускают ничтожно малое количество света. Поэтому, досвечивание рассады – это не прихоть, это необходимость. А как показывает практика, в досвечивании нуждаются и взрослые растения. Так, наш город Новокузнецк находится на 53^{o} широте северного полушария. Согласно таблице «Зонирование территории страны», составленной Институтом Гипронисельпром, выращиваемые

культуры (как в состоянии рассады, так и во взрослом состоянии) нуждаются в систематической подсветке с сентября по март *(Приложение 1).* [5]

С другой стороны, количество солнечного света в наших домах уменьшается человеком по причине неразумного градостроительства. Особенно страдают жители первых этажей многоквартирных домов.

В связи с этим, мы решили исследовать возможности дополнительных источников освещения в городских условиях.

Цель работы: изучить влияние смешанного освещения на рост и развитие томатов.

Объект исследования: развитие томатов в весенне-осенний период.

Предмет исследования: томаты в условиях смешанного освещения.

Гипотеза: мы предполагаем, что искусственное освещение изменяет морфофизиологические характеристики томатов в условиях различного светового дня.

Задачи: 1. проанализировать и систематизировать литературный материал по теме;

2. осуществить эксперимент по влиянию смешанного освещения на сорт томата «Грушовка московская»;

3. произвести высадку рассады томатов на пришкольный учебно-опытный участок и наблюдать развитие растений в течение вегетационного периода;

4. оценить полученные результаты.

Методы исследования:

1. теоретический (анализ литературы);

2. практические исследования роста и развития томатов в условиях смешанного освещения и на пришкольном учебно-опытном участке;

3. праксиметрические (анализ результатов).

Практическая значимость: результаты исследования позволят нам:

– познакомить с эффективностью воздействия различных ламп на развитие томатов сорта «Грушовка московская»;

- оценить полученную рассаду и урожай;

- осуществить высадку рассады томатов на пришкольный учебно-опытный участок и отработать навык ухода за ней;

- формировать базовые национальные ценности, уважения к труду и природе.

Место проведения опыта: Кемеровская область, г. Новокузнецк, МБОУ «СОШ №50» и её пришкольная территория.

Сроки проведение опыта: март 2016 года – январь 2017 года.

Качественный состав солнечного света

Свет – важнейший фактор, необходимый для жизнедеятельности растений. В природных условиях растения получают требующееся им количество света естественным образом. А культуры, которые мы выращиваем в домашних условиях, почти всегда в большей или меньшей степени оказываются им обделены. Нехватка света мгновенно отражается на самочувствии: бледнеют и увядают листья, излишне вытягиваются стебли, прекращается цветение. [3]

Одним из условий существования жизни на Земле является солнечный свет, поступающий из космического пространства. Солнечный свет состоит из видимых (красных, оранжевых, жёлтых, зелёных, голубых, синих и фиолетовых), а также невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Каждый свет – диапазон волн определённой длины, которую измеряют в нанометрах (нм).

Из всего спектра солнечного излучения для растений наибольшее значение имеет его видимая часть, которая находится в диапазоне волн длиной 390-710 нм и представляет собой «радугу». Когда мы любуемся разноцветной радугой, то на самом деле видим белый свет, который расщеплён на разные цвета, а именно на красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий и фиолетовый *(Приложение 2)*

Окраска видимого спектра света зависит от длины волны, которая увеличивается по направлению от синих к красным лучам солнечного спектра. А вот величина квантов и их энергетический потенциал изменяются при этом в противоположном направлении: кванты синих лучей значительно богаче энергией, чем кванты красных. [1]

Растения обычно поглощают красный и голубой свет и отражают зелёный. Различное воздействие лучей видимого света на рост и развитие растений представлены в *Приложение 3***.** [4]

Таким образом, растениям для нормального развития необходим не весь спектр излучения солнца: лишь 25 % лучей имеют нужную растениям длину (в

основном это синий, сине-фиолетовый и красный участки спектра). Красный свет активизирует пигменты, оказывающие влияние на рост корневой системы, цветение и созревание плодов. А синий и фиолетовый отвечают за развитие листьев и рост растения в целом, причём синий свет у взрослых растений, в частности, регулирует ширину устьиц листьев, управляет движением листьев за солнцем, угнетает рост стеблей. [2]

Немного из истории…

Как свидетельствуют археологические раскопки, ещё в Древнем Риме выращивали растения под стеклом. Но в то время ни о каком искусственном освещении речи и не шло: для интенсивного роста питомцев первых в мире зимних садов вполне хватало яркого южного солнца. В начале XVII века в Европе в моду вошло выращивание растений в так называемых «оранжереях». В дневное время оранжереи освещались естественным светом, вечером – при помощи свечей. Однако ни над парадным освещением, ни над специальным, способствующим росту растений, ещё никто не работал.

Первые опыты по досвечиванию растений искусственным источником начались в 1865 году. Тогда растения пытались досветить керосиновыми лампами. Уже тогда было установлено, что искусственный свет может положительно влиять на растения. [6]

Ловцы света

Основной лабораторией, где усваиваются лучи, являются хлоропласты зелёных растений. В состав хлоропластов входят различные растительные пигменты, отвечающие за поглощение света в процессе фотосинтеза. Одними из таких пигментов являются химические соединения *хлорофилл и каротиноиды*. Существует два типа хлорофилла: А и В. Между этими двумя типами хлорофилла по химическому строению есть небольшая разница. Тем не менее, оба варианта хлорофилла являются эффективными фоторецепторами и позволяют растению активно поглощать энергию солнечного света.

Второе различие между вариантами хлорофилла – длина поглощаемых волн. В обоих вариантах вещества они разные. В спектре поглощения хлорофиллов А и В – два ярко выраженных максимума: в красной области 660 и 640 нм и в сине-фиолетовой – 430 и 450 нм. Таким образом, можно говорить о том, что оба хлорофилла дополняют друг друга в поглощении солнечного света. В естественных условиях соотношение хлорофиллов соответствует пропорции 3 (хлорофилл-А): 1 (хлорофилл-В). Вместе они составляют зелёный пигмент.

Вторым химическим веществом, образующееся на свету в растениях, являются *каротиноиды* – спутники хлорофилла. Это большая группа пигментов жёлтого, оранжевого и красного цвета, которые широко распространены в природе. Их обнаружено больше трёхсот, однако, в фотосинтезе участвуют лишь некоторые из них. Каротиноиды поглощают свет с длиной волны 280–550 нм (это зеленая, синяя, фиолетовая, ультрафиолетовая области спектра). Красные лучи, поглощаемые хлорофиллами, каротиноиды не поглощают. Каротиноиды играют роль вспомогательных пигментов передающих энергию поглощённых квантов хлорофиллу, что позволяет организмам более полно использовать ту часть видимого спектра, которая не поглощается хлорофиллом. Кроме того, каротиноиды играют и специфическую роль в деятельности фотосинтетического аппарата растений: хлоропласты перемещаются в клетке только под влиянием синих лучей, поглощаемых каротиноидами. Защищают

фотосистемы от световых «перегрузок», которые могут приводить к сбоям в работе фотосистем. Также являются переносчиками активного кислорода в растениях (*Приложение 3).* [7]

Характеристика некоторых ламп искусственного освещения

Для комплексного развития и питания растений в условиях квартир, теплиц не всегда бывает достаточно естественного освещения. Однако заботливые хозяева пытаются восполнить недостаток солнечных лучей, применяя различные виды искусственного освещения. Такие как фитолампы, лампы накаливания, люминесцентные и светодиодные лампы. Различие между вышеперечисленными видами ламп заключается в испускаемом спектре излучения света (*Приложение 4-5*). [8, 11]

Таким образом, изучив все характеристики ламп дополнительного освещения растений, мы пришли к выводам, что каждая из них обладает своими достоинствами и недостатками как в спектральном составе, так в энергопотреблении и стоимости. [9,10]

Начало эксперимента

5 марта 2016 года осуществлялось замачивание семян томатов сорта «Грушовка московская». Для стимуляции и обработки семян они были разделены на 8 групп по 14 штук семян в каждой и замочены в разных растворах (*Приложение 6*):

1 группа – контрольная: водопроводная вода – необходима для пробуждения семени и растворения запаса питательных веществ, для активного роста зародыша;

2 группа – вода с мёдом – вода растворяет органические вещества семени, а мёд обладает антисептическими свойствами и содержит минеральные и органические вещества;

3 группа – сок алоэ – обладает антисептическими свойства, которые известны ещё нашим бабушкам, поэтому применяется для «протравливания» семян, что повышает их жизнеспособность;

4 группа – 2%-ный раствор марганцовки (перманганата калия) обладает широким антисептическим спектром действия, используется для обеззараживания семян от бактерий и грибков;

5 группа – «Аквамикс» – удобрение, рекомендованное для замачивания семян с целью протравливания и компенсации недостатков микроэлементов и более полному усвоению элементов питания;

6 группа – «Энерген Аква» – удобрение широкого спектра действия органического происхождения (переработка бурого угля) с повышенным содержанием калиевой соли гуминовых кислот, активизирует иммунные свойства семян, повышая их стрессоустойчивость;

7 группа – «Домоцвет» - природный регулятор роста для цветочно-декоративных культур, повышает всхожесть, укоренение и прорастание семян, усиливает ростовые процессы;

8 группа – «Эпин-экстра» – искусственно созданный аналог природного биостимулятора растений с ярко выраженным антистрессовым действием, активизирует собственные защитные функции организма, вырабатывая у них

иммунитет перед агрессивной окружающей средой, существенно ускоряет прорастание семян.

Таким образом, все растворы, в которых замачиваются семена можно классифицировать на «традиционные», используемые из поколения в поколение (вода, водный раствор мёда, сок алоэ, марганцовка) и препараты, предлагаемые садоводам современной химической промышленностью, такие как «Аквамикс», «Энерген Аква», «Домоцвет» и «Эпин-экстра».

6 марта 2016 года осуществлялась посадка семян в заранее подготовленную почву *(Приложение 7)*.

В экспериментальной части своей работы мы постараемся определить действие каждого «препарата» на всхожесть и развитие семян томата сорт «Грушовка московская».

В *приложении 8* продемонстрированы результаты наблюдения за всхожестью и развитием семян в контрольной группе, в воде с мёдом, соке алоэ и 2%-ном растворе марганцовке.

Таким образом, лучшие показатели наблюдались у семян, замоченных в водопроводной воде (контрольная группа). Также, хорошие результаты были в опытах с использованием 2%-ного раствора марганцовки, сока алоэ. Замачивание в водном растворе мёда показал неудовлетворительные результаты; семена имели низкую всхожесть и погибали по мере развития растений.

В *приложении 9 – 10* продемонстрированы результаты наблюдения за всхожестью и развитием семян в растворах «Аквамикс», «Энерген Аква», «Домоцвет» и «Эпин экстра».

Таким образом, лучшие показатели наблюдались у семян, замоченных в «Эпин-экстра» и «Аквамикс»; более низкие в «Домоцвете».

По результатам всего нашего опыта можно сделать вывод, что замачивание семян можно осуществлять в самых разных растворах, но развитие семян может быть различным. При достаточном количестве воды все семена набухают, т.е. переходят в фазу роста, но дальнейшее их развитие, как показал

наш опыт, более легче и дружно осуществляют семена, замоченные в химических удобрениях и стимуляторах.

Выращивание томатов сорта «Грушовка московская» в разных условиях освещённости

4 апреля 2016 года осуществлялась посадка растений в индивидуальные пластмассовые стаканы. Все растения были помещены в полутень для возможности сформировать корневые волоски и восстановить корневое питание *(Приложение 11*).

6 апреля 2016 года растения были разделены на пять групп (по 13 растений), для каждой из которых были созданы различные условия для дальнейшего развития. Целью этого эксперимента является выяснить влияние на развитие растений различных источников света:

1 группа – контрольная (естественное освещение растение солнечным светом);

2 группа – смешанный тип освещения (солнечный свет + фитолампа);

3 группа – смешанный тип освещения (солнечный свет + лампа накаливания);

4 группа – смешанный тип освещения (солнечный свет + люминесцентная лампа);

5 группа – смешанный тип (солнечный свет + светодиодная лампа «холодного» спектра).

Результаты наблюдений за растениями в условиях разной освещённости продемонстрированы в *приложении 12* и *13.*

Таким образом, за время эксперимента погибло 3 растения: два растения под люминесцентной лампой и 1 растение под светодиодной лампой. В результате смешанного освещения мы можем сделать выводы, что более развитые растения (без пожелтевших листьев) наблюдаются у групп с фитолампой, люминесцентной и светодиодными лампами; пожелтевшие листья в контрольной группе и группе с лампой накаливания. Следует отменить, что побеги растений более вытянувшиеся, светло-зелёные, наблюдаются под лампой накаливания, чуть ниже растения из группы с естественным

освещением. Группы растений, освещаемые фитолампой, люминесцентной лампой и светодиодной лампами демонстрируют одинаковые показатели.

Следует отменить что листья у растений развиты хорошо, имеют тёмно-зелёную насыщенную окраску.

20 мая 2016 года осуществили корневую подкормку растений органоминеральным удобрением**.**

3 июня 2016 года произвели высадку растений томатов по 10 растений из каждой группы на пришкольный учебно-опытный участок школы №50 (выбрали относительно одинаковые растения для чистоты эксперимента, *Приложение 14*).

7 июня 2016 года оценивали состояние растений (*Приложение 15*):

1 группа (контрольная): у растений на нижних листьях наблюдаются ожоги, верхушечные листья ярко-зелёного цвета;

2 группа (солнечный свет + фитолампа): ожоги на листьях в виде белых пятен, макушки листья зелёного цвета;

3 группа (солнечный свет + лампа накаливания): ожоги слегка на нижних листьях, листьях в основном зелёного цвета;

4 группа (солнечный свет + люминесцентная лампа): растения здорового зелёного цвета, ожогов почти нет;

5 группа (солнечный свет + светодиодная лампа «холодного» спектра): ожоги на нижних листьях, желтоватые края на верхних листьях.

Таким образом, более лучшие показатели по приживаемости демонстрируют растения из групп, к которым применялись лампы накаливания и люминесцентная лампы. Это можно объяснить погодными условиями на момент высадки растений (было жарко и сухо).

23 июня и 5 июля 2016 года – производилось пасынкование, прополка, рыхление и окучивание почвы *(Приложение 16)*.

8 июля 2016 года – наблюдается цветение растений в группе, которая находилась под светодиодной лампой (зацвело 3 растения). Появляются

«развилки» побегов на растениях, выращенные с применением светодиодной и фитолампой (*Приложение 17*).

13 июля 2016 года – в контрольной группе зацвело 4 растения, под фитолампой – 5 растений, под лампой накаливания – 5, люминесцентной – 7 растений, под светодиодной – уже 8 растений. Все растения примерно одинаковой высоты 50-60 см, хорошо развиты, имеют здоровые листья, большую вегетативную массу, цветки мелкие, собранные в соцветие кисть.

22 июля 2016 года - повторное пасынкование, прополка, рыхление и окучивание. В контрольной группе выявлено завязывание плодов на пяти растениях размером 0,5-1 см. Под фитолампой – все растения цветут, завязь крупнее, плоды до 4 см; хорошее формирование плодов наблюдается на шести растениях. Лампа накаливания – все растения цветут, завязь формируется на четырёх растениях; размер плодов от 0,5-1,5 см. Под люминесцентной лампой – все растения цветут, завязь на пяти растениях, размер плодов до 1 см. Под светодиодной лампой – все растения цветут, хорошая развитая завязь на восьми растениях, плоды от 0,5-3 см.

Следует отметить, что все растения хорошо развиты, развиваются цветочные кисти, в среднем по 3-4 на одном растении.

12 августа 2016 года осуществили наблюдения и уборку урожая томатов (см. таблицу 1, Приложение 18 – 19).

1. контрольная группа – у растений данной группы нижние листья высохли, скорей всего это проявление фитофторы (лето влажное и тёплое, ночи стали прохладными); у растений наблюдается по 2-3 кисти с томатами молочной спелости, в каждой из них 2-3 плода размером 2-4 см;

2. фитолампа – у растений листья также поражаются фитофторой, сформированы по 2-3 плодовых кисти, в каждой из них по 2-3 томата молочной спелости и 2-3 завязи;

3. лампа накаливания – растения менее развиты, продолжают цвести, на одном растении сформированы по 2 кисти с небольшими плодами молочной спелости, продолжается завязывание плодов;

4. люминесцентная лампа – кусты растений развиты хорошо, темно-зелёного окраса, практически у всех растений наблюдаются сформированные по 2-3 кисти; есть повреждения фитофторозом;

5. светодиодная лампа – растения хорошо развиты, практически у всех растений хорошо развиты «развилки», умеренное развитие растений фитофторозом; на растениях по 2-3 кисти с плодами молочной спелости, много завязи (0,5-2 см), растения данной группы продолжают цвести.

Таблица №4 «Оценка собранного урожая томатов»

Вид освещения	Характеристика плодов	Общая масса урожая, г	Масса крупного плода, г
Естественное освещение растение солнечным светом (контрольная группа)	Плоды некрупные, преимущественно среднего размера, массой около 54-64 г (таких плодов было около 8 штук со всех растений)	1376	64
солнечный свет + фитолампа	Большинство плодов крупные (около 10 штук), мелких почти нет, масса плодов от 53-94 г	1717	94
солнечный свет + лампа накаливания	Плоды некрупные, более крупных плодов 7 штук, их масса 64-74г и меньше	1312	97
солнечный свет + люминесцентная лампа	Масса плодов в среднем 59-73 г, таких плодов около 13 штук	2008	78
солнечный свет + светодиодная лампа «холодного» спектра	Плоды крупные, мелких нет, массой в среднем от 93-63г, таких плодов было около 10	1965	103

	штук		

Таким образом, можно сделать вывод, что растения, выращиваемые под фитолампой и светодиодной лампой дали самые крупные плоды. Растения, развивающие под люминесцентной лампой в общем объеме дали самые высокие показатели, но плоды их были небольшими.

Данные результаты были получены в условиях увеличивающегося естественного светового дня (весенне-летний период).

Наблюдения за развитием томатов в условиях убывающего естественного освещения

9 сентября 2016 года осуществлялся повторный посев томатов сорта «Грушовка московская». Для соблюдения чистоты эксперимента, мы осуществили аналогичное замачивание семян. Всходы показали тождественные показатели (*Приложение 20*).

2 октября 2016 года производили пикировку рассады и высадки по 10 штук в каждый ящик.

18 октября 2016 года осуществили наблюдения за растениями:

1. контрольная группа – растения по высоте неоднородны: 2 растения более высоких около 6 см, 4 – низких – 3 см, остальные – средней высоты, окраска листьев зелёная; растения развиты неодинаково;

2. фитолампа – растения по высоте приблизительно одинаковой высоты, в среднем около 5 см, насыщенный зелёный цвет листовых пластинок даёт предположить, что в них содержится большое количество хлоропластов;

3. лампа накаливания – растения высокие 7-8 см, растения выглядят более вытянувшимися по сравнению с растениями из контрольной группы, это может быть результатом исходящего тепла от лампы накаливания;

4. люминесцентная лампа – растения по развитию схожи с растениями из контрольной группы, высотой 3,5-5 см, листья раскидистые, тёмно-зелёного цвета; различий с контрольной группой практически нет;

5. светодиодная лампа – растения данной группы более высокие высотой от 6-6,5 см, окраска листьев чуть светлее в сравнении с контрольной группой; следует отменить, что листья прижаты к стеблю и тянутся вверх.

17 ноября 2016 года:

1. контрольная группа – растения разного и развития роста, 3 растения высоких высотой 11-12,5 см и 4 растения низких – около 6 см, окрас листьев зелёный, но у первых настоящих листьев наблюдается желтоватый цвет (скорей всего это результат действия низких температур);

2. фитолампа – растения имеют одинаковую высоту около 12 см за исключением 3 растений (около 5 см), окраска верхних листьев более насыщенного цвета;

3. лампа накаливания – растения по сравнению с растениями из других групп выглядят очень высокими и наблюдается их неоднородность по высоте от 7,5 до 17 см. Первые и вторые настоящие листья с желтоватым налётом, более того вторые настоящие листья с пятнами;

4. люминесцентная лампа - растения имеют разную высоту, самое низкое растение высотой 5 см, самое высокое 12 см. Первые настоящие листья слегка желтоватые, растения имеют приятный внешний вид раскидистого типа;

5. светодиодная лампа – растения по высоты однородны, окраска листьев стала насыщенного зелёного цвета в сравнении с растениями контрольной группы. Низких растений – 2 томата высотой 6-6,5 см, самый высокий – 10,5 см.

16 декабря 2016 года:

1. контрольная группа – растения выглядят угнетенно, но одинаковой высоты, 4 растения высоких – 11-12 см, остальные низкие – 5-6 см; стебель растений тонкий;

2. фитолампа – растения по высоте неоднородны от 5 – 12 см, листья насыщенного зелёного окраса, жёлтых листьев почти нет;

3. лампа накаливания - растения по высоте неоднородны от 8-19,5 см, окраска листьев светло-зелёная;

4. люминесцентная лампа - растения по высоте неоднородны от 4 – 14,5 см, окраска листьев бледная;

5. светодиодная лампа – растения высотой от 5 до 10,5 см. Окрас листьев бледно-зелёная.

28 января 2017 года:

1. контрольная группа – растения тонкие, угнетённые; неоднородны по высоте: 5 растений 23-24 см, другие 5 растений – приблизительно 15 см; относительно хорошо развитые листья только в верхней части в количестве

около 4 листьев на растении, нижние листья в угнетённом состоянии либо пожухли (листья не желтеют, а высыхают и сразу отпадают);

2. фитолампа – растения приблизительно одного роста около 22-23 см, самое низкое 11 см, самое высокое 26 см; нижняя пара листьев сброшена; в среднем у одного растения насчитывается 5-6 больших листьев и 2-3-малых листа; интенсивность окраски более насыщена по сравнению с растениями контрольной группы; растения однородны по высоте и развитию;

3. лампа накаливания – практически все растения высокие, вытянувшиеся, самое низкое - 16 см, остальные высотой 40-46 см; томаты не выдержав своей массы на тонких стеблях, упали; хорошо развитые зелёные листья по 2-3 шутки сохраняются только в верхней части растения; нижние листья отпали; листья в средней части растений – жёлтые, увядающие;

4. люминесцентная лампа – все растения в угнетённом состоянии, неоднородны по высоте, самое высокое растение 34 см, остальные от 13-25 см; листья имеют светло-зелёную окраску, сохраняются только в верхней части растения, нижние листья сбрасываются и засыхают, на одном растении наблюдается 2-3 развитых листа;

5. светодиодная лампа – растения более однородны по высоте от 20-24 см, наблюдается 3 небольших растения 9 см, 12 см и 17 см соответственно; листья имеют зелёную окраску, более насыщенного цвета на верхних листьях; растения сохраняют в среднем 4-5 листьев; в средней части растения листовые пластинки имеют желтоватый оттенок; нижние листья сохнут и отпадают.

Как видно из представленного графика №1 (*Приложение 21*) влияние различных типов искусственного и естественного освещения благотворно воздействует на развитие рассады томатов в весенний период, но следует отметить, что влияние лампы накаливания привело к развитию низкой рассады; тепловое воздействие лампой накаливания приводило к ожогам листьев, пересыханию почвы и, в целом, лёгкой угнетённости растений. Влияние светодиодных ламп показали лучшие результаты. Растения развиты хорошо (высоту 20-21 см), на вершинах растений формируются соцветия. Листья

имеют насыщенную зелёную окраску. Видимых отличий по воздействию на рассаду томатов светодиодной лампы и фитолампы мы не наблюдали. Если сравнивать выращенные растения контрольной группы с группой растений из люминесцентной лампы, то видимых отличий мы не наблюдали.

Рассматривая график №2 (*Приложение 22*) по изучению влияния смешанного освещения на развитие рассады томатов в осенне-зимний период, мы можем сделать совершенно отличные выводы. Влияние лампы накаливания показало самые неудовлетворительные результаты: растения сформировались высокими и тонкими бледно-зелёного окраса; отдельные растения были высотой 43 см. Это объясняется наличием большого количества красных лучей в спектре данной лампы. Из-за высокого роста и теплового излучения лампой накаливания листья получали термические ожоги, что приводило к их засыханию и опаданию.

Таким образом, применение ламп накаливания в осенне-зимний период нерационально для применения в качестве подсветки. Также не очень хорошие результаты показывает и люминесцентная подсветка: растения достаточно высокие, тонкие, листья имеют светло-зелёную окраску, растения угнетённые и выглядят хуже, чем растения из контрольной группы, где не применялась никакая подсветка.

Применение светодиодных ламп в условиях осенне-зимнего периода показывают наилучшие результаты. Растения имеют более насыщенную зелёную окраску, хорошо сохраняют развитые листья насыщенного зелёного окраса, количество здоровых листьев на растениях больше, чем у растений из контрольной группы. Это можно объяснить более «правильным» спектром лучей испускаемых данными лампами, то есть применение таких ламп является более рациональным при подсвечивании растений в зимний период или в местах с недостаточным естественным освещением.

Но несмотря на всё разнообразие источников света и естественного освещения, ни одно растение не приступило к формированию соцветий, хотя возрастной период сортовых характеристик данного сорта томатов предполагал

цветение, т.е. растения задерживаются в развитии и не могут реализовать сортовые характеристики.

Но какие бы ни применялись дополнительные подсветки, ни один из рассматриваемых нами в ходе эксперимента источников света не в состоянии заменить естественное солнечное освещение, так необходимое для качественного роста и развития всего живого.

Заключение

Мы все прекрасно знаем, что для успешного развития растений необходим качественный свет полного спектра, но архитектура современных городов далека от этого. Поэтому, в ходе своей исследовательской работы, мы изучили влияние естественного и смешанного освещения.

Поставленный эксперимент определил влияние ламп дополнительного освещения на рост и развитие томатов.

Мы пришли к следующим выводам:

1. использование лампы накаливания нерационально как самостоятельный источник света, но довольно успешно при совместном досвечивании при растущем световом дне;
2. применение люминесцентных ламп используется уже достаточно давно и считается традиционным; рассада при таком досвечивании частично компенсирует синий спектр лучей в совокупности с солнечным светом; но применение ламп такого типа в условиях убывающего дня крайне нерационально;
3. наилучшие показатели как в весенний период, так и осенне-зимний, демонстрировали растения, к которым применялось досвечивание светодиодными лампами холодного спектра (*Приложение 23*);
4. фитолампа, из классификации светодиодных ламп, также показала хорошие результаты, но её розово-синее свечение было непривычным человеческому восприятию. Сочетание в данной лампе светодиодов синего и красного спектров является оптимальным для роста и развития растений как весенний ясный день, что позволяет растению изменить свой фотопериодизм. За лампами такого типа – будущее сельского хозяйства всех стран мира.

Но важен не только спектр (качество) доставляемых лучей растению, но и длительность цикла освещённости. При несоблюдении этого цикла растения хуже развиваются: снижается их иммунитет, замедляется развитие и, как результат, это может отразиться на будущем урожае. В общем, избыток света тоже не очень хорошо, но страшнее его недостаток.

Но ни один источник света не может заменить в полном объёме естественное освещение, т.к. только оно является самым рациональным и сбалансированным для всех растений.

Можно утверждать, что цель работы – изучить влияние смешанного освещения на рост и развитие томатов – была реализована в полном объёме.

Проведенные исследования подтвердили гипотезу, что искусственное освещение изменяет морфофизиологические характеристики томатов в условиях различного светового дня.

Таким образом, полученный опыт позволил нам убедиться, что лучшим источником дополнительного освещения (как по энергосбережению, по сроку службы лампы, так и по качеству свечения и испускаемого спектра) являются лампы светодиодного типа.

Практическое значение нашей работы очевидно. Мы обогатили себя теоретическим и практическим материалом по данному вопросу. Вырастили рассаду томатов сорта «Грушовка московская» под разными лампами, оценили качество рассады во время весеннего и осенне-зимнего периодов и оценили полученный урожай лета 2016 года.

Во время проведения нашего эксперимента, тема нашей работы вызвала интерес как у обучающихся, так и педагогов школы. Индивидуальное консультирование по данной проблематике позволило учащимся и их родителям, а также учителям нашей школы организовать оптимальный режим освещения в домашних условиях рассады и комнатных растений.

Список литературы:

1. Досвечивание рассады [Текст] // Сад своими руками. – 2012. - №12. – С. 18 – 19;

2. Курникова, Л. Восход солнца вручную [Текст] / Л. Курникова // Приусадебное хозяйство. – 2015. – № 11. – С. 50-52;

3. Ромакина, Марина. Свет по расписанию [Текст] / Мария Ромакина // Идеи вашего дома. – 2011. – №2. – С. 182-187;

4. Тараканов, И. Каждому овощу – свой луч [Текст] / И. Тараканов // Приусадебное хозяйство. – 2004. - №12. С. 31-33;

Электронные ресурсы:

5. http://botanik.me/2016/02/fotosintez-osveshhennost-i-prodolzhitelnost/

6. http://www.illuminator.ru/article_416.html

7. http://blgy.ru/biology10pro/chlorophyll

8. http://led22.ru/ledstat/plant-grow/plant-grow.html

9. http://www.botanichka.ru/blog/2011/03/13/light-4/

10. http://www.botanichka.ru/blog/2011/03/11/light-3/

11. http://the-light.ru/osveschenie-komnatnyh-rasteniy

12. http://ledperm.ru/stati-o-svetodiodnih-svetilnikah/vliyanie-iskusstvennogo-osveshcheniya-na-rost-rastenij/

13. http://klumba.guru/uhod-za-rasteniyami/kak-vybrat-lampy-dnevnogo-sveta-dlya-komnatnyh-rasteniy.html

14. http://sadyrad.ru/vrediteli/lampy-dlja-dosvechivanija-rastenij.html

15. http://greensector.ru/instrumenty-i-tekhnika/fitolampy-fitosvetilniki-lampy-dlya-rastenijj-i-podsvetki-rassady.html

16. http://klumba.guru/uhod-za-rasteniyami/osobennosti-primeneniya-lampy-dlya-osvescheniya-rassady-fitosvet.html

17. http://um-ogorod.ru/podsvetka/spektr.htm

18. http://jbio.ru/svet-v-zhizni-organizmov

19.http://elementy.ru/genbio/synopsis/14/Sovremennye_predstavleniya_o_funktsionalnoy_roli_karotinoidov_v_khloroplastakh_eukariot

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Зонирование территории страны по географической широте (через 4°) по критерию выбора либо естественного режима облучения (Е), либо совместного режима облучения (С), для рассады (данные числителя) и взрослой культуры (данные знаменателя)

Широта с. ш.	Зоны	Месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
82-78	1	C/C	C/C	C/C	C/C	E/E	E/E	E/E	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C
78-74	2	C/C	C/C	C/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C	C/C	C/C
74-70	3	C/C	C/C	C/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C	C/C	C/C
70-66	4	C/C	C/C	E/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C	C/C
66-62	5	C/C	C/C	E/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C	C/C
62-58	6	C/C	C/C	E/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C	C/C
58-54	7	C/C	C/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C	C/C
54-50	8	C/C	C/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C	C/C
50-46	9	C/C	C/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	C/C	C/C	C/C
46-42	10	C/C	E/C	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	E/C	C/C	C/C

Приложение 2
Шкала солнечного электромагнитного излучения

Длина волны: 1 мкм (1т) =1/1000 мм
Частота: 1 Гц = число колебаний волны за секунду

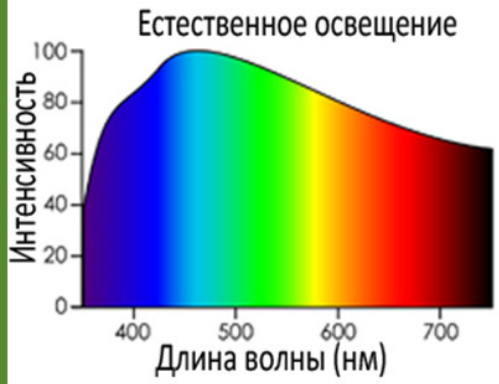
Приложение 3
Воздействие лучей видимого спектра на растения

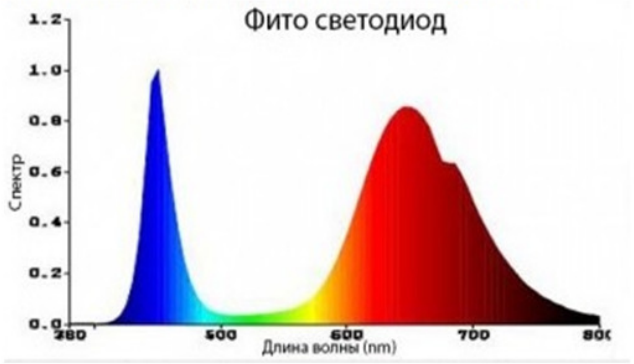
Сине-фиолетовый спектр лучей (400-450 нм)	Зелёный спектр лучей (500-565 нм)	Жёлто-оранжевый спектр лучей (565-625 нм)	Красный спектр лучей (640-710 нм)
Влияет на рост и формирование растений: стимулирует увеличение количества клеток за счёт их деления, способствует образованию аминокислот, задерживает растяжение клеток, стимулирует развитие листьев и корневой системы, задерживает наступление цветения, не даёт вытягиваться побегам за счёт чего стебель получается крепкий, что делает данный спектр лучей идеальным для выращивания лиственных растений и рассады (способствует росту зелёной массы); регулирует ширину устьиц листьев (у взрослых растений), управляет движением листьев за солнцем	Фотосинтетическая эффективность зелёного света крайне низка ввиду высокой степени отражения лучей данного спектра хлорофиллом. Растения чуть больше отражают (не усваивают) зелёную составляющую спектра, а т.к. человек особенно чувствителен именно к этой длине волны, то ему растения кажутся выражено зелёного цвета.	Зона максимального фотосинтетического эффекта, способствующая выработке хлорофилла	Увеличивает всхожесть семян, помогает развитию стеблей, стимулирует ускорение цветения и вегетативный рост (но если будет в избытке, станут высокими и тощими), способствует развитию листьев, , цветение и созревание плодов; росту растений за счёт удлинения клеток; образованию и созреванию плодов; в тканях растений накапливаются углеводы, побеги, стебли и листья быстрее растут; активизирует пигменты, оказывающие влияние на рост корневой системы

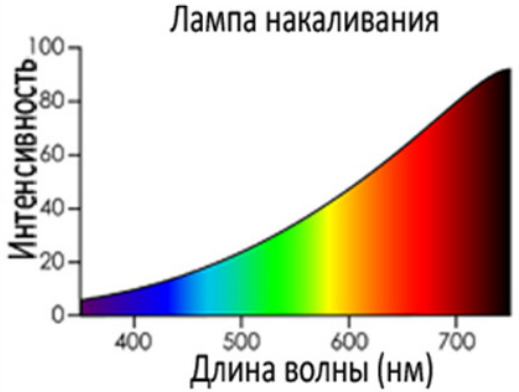
Приложение 4
Характеристика некоторых ламп искусственного освещения

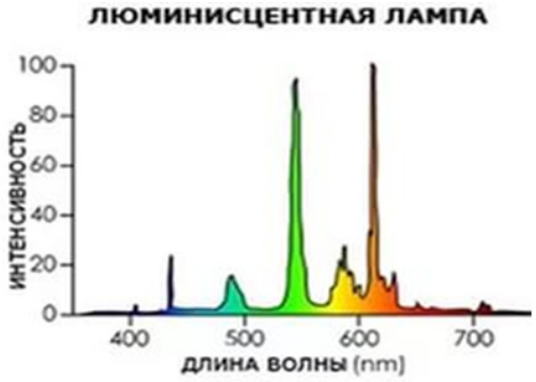
Тип лампы	Излучаемый спектр излучения	Достоинства	Недостатки
Фитолампа	Лампа из диодов, испускаемые синий и красный лучи светового спектра	Высокий КПД, что позволяет снизить энергозатраты; экологически безопасны (не содержат ртути), практически не нагреваются (можно располагать близко к растениям), не нагревают и не сушат воздух в теплицах	Дороговизна; розоватый свет, излучаемый лампой, полезен для растений, но не для человека (раздражает глаза и может стать причиной головной боли)
Лампа накаливания	Источник красного спектра радиации	Применение исключительно для подогрева воздуха в теплицах и оранжереях, лучше применять совместно с люминесцентной лампой, в спектре которой мало красного света.	В спектре данной лампы отсутствуют синие цвета, малая светоотдача, сильно греются, поэтому их нельзя размещать вплотную к растениям – иначе растения получат ожоги. А размещение этих ламп на расстоянии более 1м практически ничего не даёт
Люминесцентная	Источник сине-фиолетовой радиации	Обладают высокой светоотдачей, низким тепловым излучением и большим сроком службы	Для роста растений спектр света не совсем эффективен для подсветки растений, но если количество света достаточно, то спектр не столь важен
Светодиодная «холодного» спектра	Обеспечивает 3 самых важных цвета: синий – для пышной зелёной кроны и плодовитости, красный – для роста, цветения и развития подземной части растения, зелёный – мясистая зелёная растительность	Является самым экологически чистым и самым экономичным вариантом для освещения домов и теплиц при выращивании растений преобразуют в световое излучение до 80% полученной электроэнергии; очень хорошая световая отдача; потребляют намного меньше энергии, производят меньше тепла, имеют большой срок службы (50 тыс.часов и более, до 20 лет службы при восьмичасовом режиме работы в сутки)	Дороговизна и яркость освещения

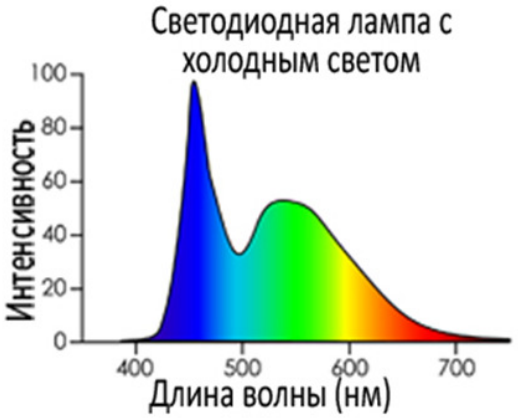
Приложение 5
Спектры излучения различных ламп











Приложение 6
Растворы для замачивания семян томатов

Название препарата	Характеристика
Контрольная группа (водопроводная вода)	необходима для пробуждения семени и растворения запаса питательных веществ, для активного роста зародыша
Вода с мёдом	вода растворяет органические вещества семени, а мёд обладает антисептическими свойствами и содержит минеральные и органические вещества
Сок алоэ	обладает антисептическими свойства, которые известны ещё нашим бабушкам, поэтому применяется для «протравливания» семян, что повышает их жизнеспособность
2%-ный раствор марганцовки	обладает широким антисептическим спектром действия, используется для обеззараживания семян от бактерий и грибков
«Аквамикс»	удобрение, рекомендованное для замачивания семян с целью протравливания и компенсации недостатков микроэлементов и более полному усвоению элементов питания
«Энерген Аква»	удобрение широкого спектра действия органического происхождения (переработка бурого угля) с повышенным содержанием калиевой соли гуминовых кислот, активизирует иммунные свойства семян, повышая их стрессоустойчивость
«Домоцвет»	природный регулятор роста для цветочно-декоративных культур, повышает всхожесть, укоренение и прорастание семян, усиливает ростовые процессы
«Эпин-экстра»	искусственно созданный аналог природного биостимулятора растений с ярко выраженным антистрессовым действием, активизирует собственные защитные функции организма, вырабатывая у них иммунитет перед агрессивной окружающей средой, существенно ускоряет прорастание семян

Приложение 7
Посев семян томатов сорта «Грушовка московская»
(6 марта 2016 года)

Приложение 8
Дневник наблюдения всхожести и развития семян
в «бабушкиных» растворах

Название раствора	Даты наблюдения						
	11.03	15.03	18.03	23.03	25.03	29.03	04.04 (пересадка в пластмассовые стаканы)
Вода (контрольная группа)	Всходов нет	Всего 12 растений	Всего 13 растений	Всего 13 растений	Всего 13 растений, более развитые 10 растений, мене развиты 3, два из которых удерживают семенную кожуру	Всего 13 растений, хорошо развиты 10 растений, менее развиты 3, с плохо развитыми семядольным и листьями (на них сохранились семенная кожура) – 1 растение.	Всего 13 растений
Вода с мёдом	Всходов нет, но появляются четыре «петельки» томатов	Всего 7 растений	Всего 8 растений	Всего 6 растений, погибло 2 растения	Всего 6 растений, более развиты 4 растения. Взошло 2 растения	Всего 6 растений, хорошо развиты 4	Всего 6 растений (погибло 2)

Приложение 8
Дневник наблюдения всхожести и развития семян в «бабушкиных» растворах

Название раствора	Даты наблюдения						
	11.03	15.03	18.03	23.03	25.03	29.03	04.04 (пересадка в пластмассовые стаканы)
Сок алоэ	Взошло 1 растение и появились 2 «петельки»	Всего 12 растений	Всего 12 растений	Всего 11 растений, погибло 1	Всего 11 растений, более развиты 9 растений, менее 2 (удерживают семенную кожуру)	Всего 11 растений, хорошо развиты 8 растений, с семядольными листочками 2 растения	Всего 11 растений
Марганцовка (2%-ный раствор)	Взошло 2 растения и появились 2 «петельки»	Всего 11 растений	Всего 11 растений	Всего 10 растений, погибло 1	Всего 11 растений, более развиты 6, менее 4, взошло ещё 1 растение	Всего 11 растений, из которых 7 хорошо развиты, а 3 растения с семядольными листочками	Всего 11 растений

Приложение 9
Искусственные стимуляторы роста

Приложение 10

Дневник наблюдения всхожести и развития семян в растворах, предлагаемых современной химической промышленностью

Название раствора	Даты наблюдения						
	11.03	15.03	18.03	23.03	25.03	29.03	04.04 (пересадка в пластмассовые стаканы)
Аквамикс	Взошло 1 растение, появились 6 «петелек»	Взошло 14 растений	Всего 14 растений	Всего 14 растений	Всего 14 растений, более развиты 10, менее 3 (удерживают семенную кожуру), 2 растения с семядольным и листочками	Всего 14 растений, более развиты 9, 2 растения с семядольным и листочками	Всего 13 растений
Энерген Аква	Взошло 1 растение, появились 6 «петелек»	Взошло 12 растений	Всего 12 растений	Всего 12 растений	Всего 12 растений, более развиты 9, менее 2, 2 растения с семядольным и листочками	Всего 12 растений, более развиты 9, 2 растения угнетённых и с семядольным и листочками	Всего 12 растений

Приложение 10

Дневник наблюдения всхожести и развития семян в растворах, предлагаемых современной химической промышленностью

Название раствора	Даты наблюдения						
	11.03	15.03	18.03	23.03	25.03	29.03	04.04 (пересадка в пластмассовые стаканы)
Домоцвет	Всходов нет	Взошло 10 растений	Всего 10 растений	Всего 9 растений (одно погибло)	Всего 10 растений, более развиты 8, менее 2, 1 растение с семядольным и листочками	Всего 10 растений, 2 слабо развитых	Всего 10 растений
Эпин-экстра	Всходов нет, 3 «петельки»	Взошло 14 растений	Всего 14 растений	Всего 14 растений	Всего 14 растений, более развиты 9, менее 5, 2 растения с семядольным и листочками	Всего 14 растений, 4 растения слабых, 2 растения с семядольным и листочками	Всего 14 растений

Приложение 11
Посадка томатов в индивидуальные пластмассовые стаканы
4 апреля 2016 года

Приложение 12

Наблюдения за растениями в условиях разной освещённости

Вид освещения	Даты наблюдений		
	20.04.	06.05	20.05
Естественное освещение растение солнечным светом (контрольная группа)	10 растений около 7-8 см, одинаковые в развитии, угнетённых растения 3 высотой около 2-3 см	Растения приблизительно одинаковой высоты 10-11 см; низких – 2 растения, высоких-11, длина листьев 5 см; цвет листьев неоднородный (светло- и тёмно-зелёный). Погибших растений нет.	Растения выравниваются, все растения приблизительно одинаковой высоты 17-20 см, длина листьев 13-14 см, цвет листьев неоднородный, светло-зелёный. Есть растения с пожелтевшими листьями
солнечный свет + фитолампа	9 растений высотой 5-7 см, угнетённых и низких 4 растения высотой 1,5-2 см, цвет листа тёмно-зелёный	Низких растений-2, высоких-11 высотой 7-8 см, длина листьев 3-4 см, цвет листовой пластинки-тёмно-зелёный. Погибших растений нет.	Растения приблизительно одинаковой высоты 17-18 см, длина листовой пластинки 14-14,5 см, цвет листа тёмно-зелёный. Растения с пожелтевшими листьями утствуют

Приложение 12

Наблюдения за растениями в условиях разной освещённости

Вид освещения	Даты наблюдений		
	20.04.	06.05	20.05
солнечный свет + лампа накаливания	10 растений высокие высотой 7-9 см, угнетённых 3 растения 1-1,5 см; цвет листьев имеют светло-зелёную окраску	Растения неравномерно развиты. Низких растений-2 высотой 6 см, высоких-11 высотой 10-11 см, длина листьев 9 см, у большинства растений пожелтевшие листья. Погибших растений нет	Растения приблизительно одинаковой высоты 18-21 см, одно растение низкое, длина листьев 11-13 см, их цвет более светлый в сравнении с другими группами томатов. Есть растения с пожелтевшими листьями
солнечный свет + люминесцентная лампа	10 растений высотой 7-9 см, угнетённых 3 растения высотой 1-1,5 см, погибло 1 растение	Низких растений нет, все растения одинаковой высоты 11-12 см, длина листьев 10,5-11 см, цвет листьев светло-зелёный; погибло 1 растение.	Низких растения-3, высота растений 15-18 см, длина листовой пластинки 12-14 см, цвет насыщенный, тёмно-зелёный. Растений с пожелтевшими листьями не наблюдалось.
солнечный свет + светодиодная лампа «холодного» спектра	8 растений высотой 6-8 см, угнетённых 4 растения высотой 4-5 см, 1 растение погибло	Низких растения 2, высоких 10 высотой 10-11 см, длина листьев 8,5 см, цвет листьев тёмно-зелёный. Погибших растений нет	Растения приблизительно одинаковой высоты 15-17 см, длина листьев 14 см, их цвет зелёный с бордовым налётом

Приложение 13
Наблюдения за растениями в условиях разной освещённости

Приложение 14
Высадка томатов на пришкольный учебно-опытный участок школы №50 (3 июня 2016 года)

Приложение 15
Оценка состояния томатов (7 июня 2016 года)

Название группы	Характеристика
контрольная (естественное освещение растение солнечным светом	у растений на нижних листьях наблюдаются ожоги, верхушечные листья ярко-зелёного цвета
солнечный свет + фитолампа	ожоги на листьях в виде белых пятен, макушки листья зелёного цвета
солнечный свет + лампа накаливания	ожоги слегка на нижних листьях, листьях в основном зелёного цвета
солнечный свет + люминесцентная лампа	растения здорового зелёного цвета, ожогов почти нет
солнечный свет + светодиодная лампа «холодного» спектра	ожоги на нижних листьях, желтоватые края на верхних листьях

Приложение 16
Уход за посадками томатов (23 июня, 5 июля, 22 июля 2016 года)

Приложение 17
Цветение томатов (8 июля, 13 июля 2016 года)

Приложение 18

Оценка состояния томатов (12 августа 2016 года)

Название группы	Характеристика
контрольная (естественное освещение растение солнечным светом	у растений данной группы нижние листья высохли, скорей всего это проявление фитофторы (лето влажное и тёплое, ночи стали прохладными); у растений наблюдается по 2-3 кисти с томатами молочной спелости, в каждой из них 2-3 плода размером 2-4 см
солнечный свет + фитолампа	у растений листья также поражаются фитофторой, сформированы по 2-3 плодовых кисти, в каждой из них по 2-3 томата молочной спелости и 2-3 завязи
солнечный свет + лампа накаливания	растения менее развиты, продолжают цвести, на одном растении сформированы по 2 кисти с небольшими плодами молочной спелости, продолжается завязывание плодов
солнечный свет + люминесцентная лампа	кусты растений развиты хорошо, темно-зелёного окраса, практически у всех растений наблюдаются сформированные по 2-3 кисти; есть повреждения фитофторозом
солнечный свет + светодиодная лампа «холодного» спектра	растения хорошо развиты, практически у всех растений хорошо развиты «развилки», умеренное развитие растений фитофторозом; на растениях по 2-3 кисти с плодами молочной спелости, много завязи (0,5-2 см), растения данной группы продолжают цвести.

Приложение 19

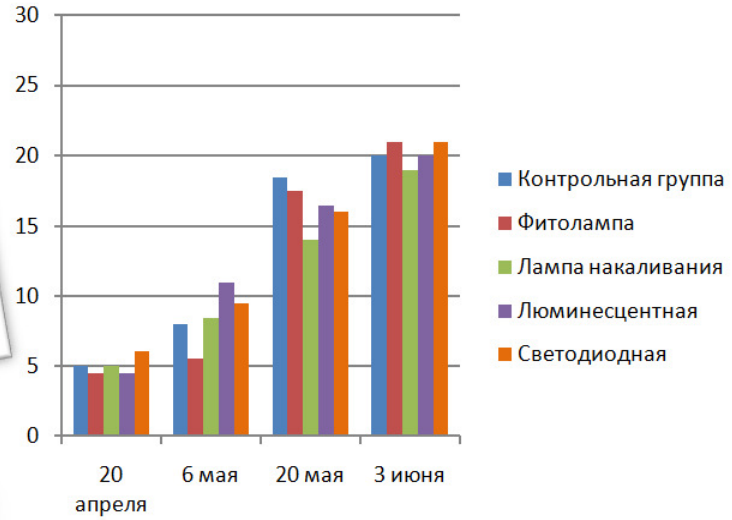
Оценка собранного урожая (12 августа 2016 года)

Вид освещения	Характеристика плодов	Общая масса урожая, г	Масса крупного плода, г
естественное освещение растение солнечным светом (контрольная группа)	Плоды некрупные, преимущественно среднего размера, массой около 54-64 г (таких плодов было около 8 штук со всех растений)	1376	64
солнечный свет + фитолампа	Большинство плодов крупные (около 10 штук), мелких почти нет, масса плодов от 53-94 г	1717	94
солнечный свет + лампа накаливания	Плоды некрупные, более крупных плодов 7 штук, их масса 64-74г и меньше	1312	97
солнечный свет + люминесцентная лампа	Масса плодов в среднем 59-73 г, таких плодов около 13 штук	2008	78
солнечный свет + светодиодная лампа «холодного» спектра	Плоды крупные, мелких нет, массой в среднем от 93-63г, таких плодов было около 10 штук	1965	103

Приложение 20
Повторный посев семян томатов сорта
«Грушовка московская» (9 сентября 2016 года)

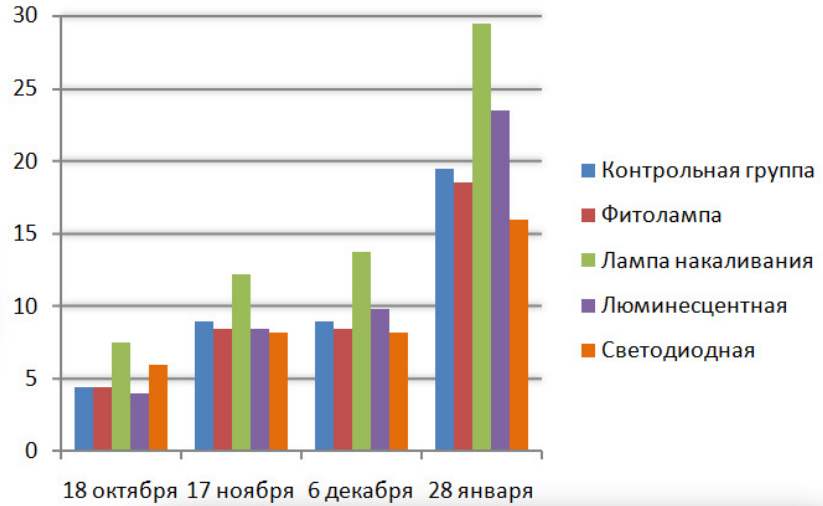
Приложение 21

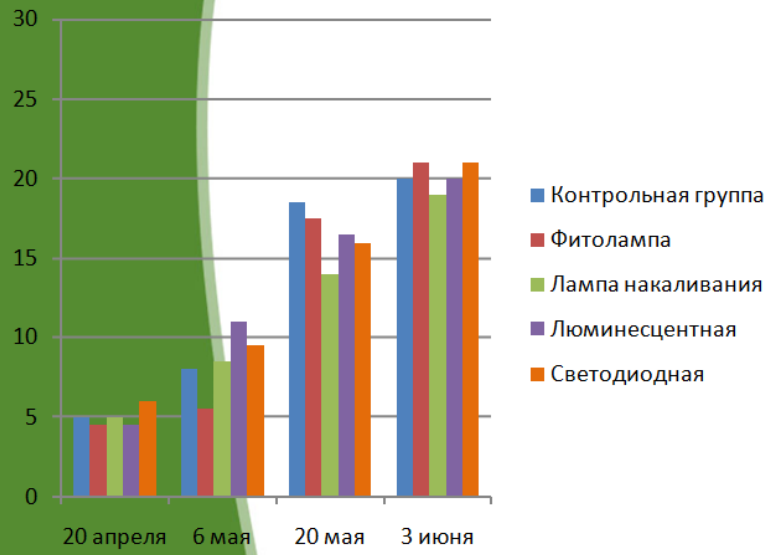
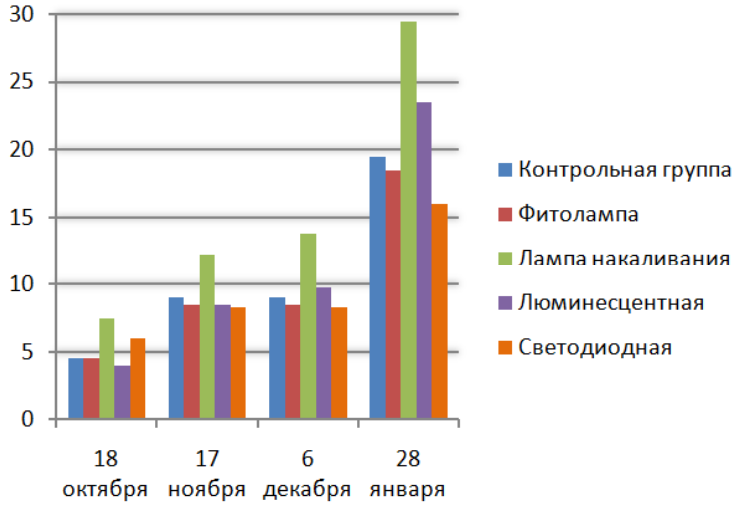
График №1 «Влияние смешанного освещения на развитие рассады томатов в весенний период»



Приложение 22

График №2 «Влияние смешанного освещения на развитие рассады томатов в осенне-зимний период»



Приложение 23

Сравнение смешанного освещения на развитие рассады томатов в весенний и осенне-зимний периоды