

муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №2» пгт. Кировский

Районный конкурс учебно-исследовательских работ учащихся

«Путь к успеху»

«Влияние освещения на развитие микрорезелени сои»

Выполнил:

Ученик 11 класса

Никульшин Михаил

Руководитель:

Григорьева Наталья Николаевна

пгт. Кировский
2024 год

Содержание:

1. Введение.....	3
2. Основная часть.....	4
2.1. Глава 1.....	4
2.1.1. Использование света растениями	4
2.1.2. Влияние спектра света на развитие растений.....	4
2.1.3. Влияние длительности светового дня на развитие растения.....	5
2.1.4. Влияние освещённости на развитие растений.....	6
2.2. Глава 2.....	7
2.2.1. Эксперимент1.....	7
2.2.2. Эксперимент2.....	8
2.2.3. Эксперимент3.....	9
3. Заключение.....	12
4. Литература.....	13
5. Приложение.....	14

Введение

Актуальность.

В условиях нашего климата люди часто сталкиваются с недостатком витаминов в холодное время года. Его можно компенсировать, употребляя в пищу микрозелень. Для этой цели я решил выбрать сою. Это растение пользуется большой популярностью азиатской кухне. Микрозелень сои укрепляют нервную систему и иммунитет, нормализует пищеварение и работу печени, улучшает метаболизм. Также она насыщает организм витаминами А, В, С, Е, РР, такими микроэлементами, как железо, фосфор, кальций, магний, медь и селен, а также содержит много растительного белка.⁹ Выращивание микрозелени менее затратно, чем выращивание тепличных растений. Оно подойдёт большому количеству людей. Микрозелень неприхотлива. Для неё очень важно правильное освещение. В своём исследовании я решил выяснить, какой источник света лучше выбрать для выращивания микрозелени, чтобы она лучше развивалась.

Цель работы.

В ходе эксперимента установить параметры освещения, которые необходимы растениям для нормального роста и развития.

Задачи:

- узнать, как растения используют свет;
- выяснить, какую часть спектра используют растения;
- выяснить, длину светового дня, необходимую для нормального роста растений;
- выяснить, при какой освещённости растения растут лучше;
- провести эксперимент по проверке гипотезы;
- разработать рекомендации по правильному освещению микрозелени.

Гипотеза.

Предположим, что растениям для роста необходим только красный и синий свет и длительное яркое освещение.

Объект исследования.

Пророщенные семена сои

Предмет исследования.

Влияние параметров освещения на рост и развитие проростков сои

Методы исследования.

Теоретические: Систематизация, сравнение, обобщение, чтение научно-популярной и справочной информации, поиск информации в интернете, анализ, синтез.

Практические: наблюдение, измерение, эксперимент

Новизна.

Результаты моей работы помогут мне создать условия, необходимые для правильного роста микрозелени и разработать рекомендации по их выращиванию.

Основная часть

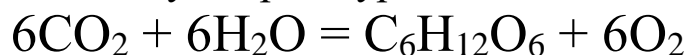
Глава 1.

Использование света растениями

Растения, как и все живые существа, нуждаются в энергии, которая обеспечивает протекание процессов жизнедеятельности. Источником энергии является солнечный свет, который поглощается хлорофиллом – зеленым пигментом, содержащимся в хлоропластах. Это особые органоиды клеток листа, главной функцией которых является фотосинтез.

Фотосинтез – биохимический процесс, во время которого с помощью особых пигментов растений и энергии света из неорганических веществ (углекислого газа, воды) возникают органические (глюкоза, крахмал). Это один из наиболее важных процессов, за счет которого появилось и продолжает существовать большинство организмов на Земле.¹

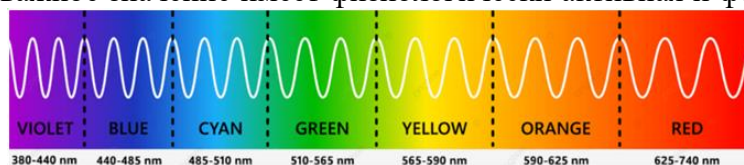
Суммарное уравнение:



Углекислый газ + вода = глюкоза + кислород

Влияние спектра света на развитие растений

Солнечный свет не является однородным, если рассматривать его спектральный состав. Свет солнца – это лучи, которые имеют разную длину волны. Но в жизни растений наиболее важное значение имеет физиологически активная и фотосинтетическая активная



радиация.

Самые важные лучи для растений – оранжевые (600-625 нм) и красные (625-700 нм). Они обладают максимальной активностью и поглощаются в основном хлорофиллом. В этих лучах наиболее интенсивно происходят процессы фотосинтеза, образования листьев, формирования корнеплодов и луковиц, а также переход растений к цветению. При этом наблюдается максимальный урожай.²

Синие, а также фиолетовые лучи (400-500 нм) поглощаются хлорофиллом каротиноидами и различными ферментами. В их функции входит стимулирование образования белков и регулирование скорости роста растения.² Пигмент ауксин, который отвечает за ориентацию растения к свету, также чувствителен к синим лучам, поэтому растения, выросшие с недостаточным количеством синего света, более высокие – они тянутся вверх, чтобы получить его как можно больше.

Лучи, которые имеют длину волны 315-380 нм, не позволяют растению чрезмерно «вытягиваться» и отвечают за синтез ряда витаминов. В то же время ультрафиолетовые лучи, которые имеют длину волны 280-315 нм, могут повышать холодостойкость растений.³

Для растений важны каротиноиды – это желтые, оранжевые, красные или коричневые пигменты, которые активно поглощают сине-фиолетовый свет. Обычно они замаскированы зелеными хлорофиллами, но хорошо проявляются перед листопадом, так как хлорофиллы в листьях распадаются первыми. Каротиноиды не только функционируют как дополнительные пигменты, но и защищают хлорофилл от избытка света и окисления кислородом, который выделяется в процессе фотосинтеза.⁴

Таким образом, жизненно важными для развития растений не являются только желтые и зеленые лучи (500-600 нм). Они обладают минимальной эффективностью, биохимические процессы при их использовании сильно заторможены. Поэтому использовать их при выращивании растений нерационально.²

Влияние длительности светового дня на развитие растения

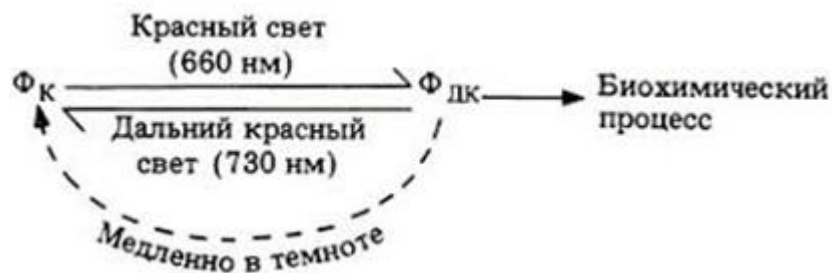
Световой день — это относительное количество света и темноты в суточном цикле. Эту характеристику также называют фотопериод.

Для многих растений фотопериод является важнейшим фактором, который влияет на процессы роста, развития и особенно цветения. Для листопадных деревьев световой день является одним из главных стимулов для начала подготовки к зиме — увеличивается запас углеводов, замедляется метаболизм, и опадают листья. То же характерно и для многих травянистых растений. Укорочение фотопериода сигнализирует о том, что благоприятные условия подходят к концу, и до наступления холодов нужно успеть оставить потомство. Тогда растения переходят к заключительным этапам своего жизненного цикла и начинают цвести.

Растения у которых цветение запускается «коротким днем», называют короткодневными. Например, просо, соя, рис требуют для своего развития длинной ночи и короткого дня. Они переходят к генеративной стадии при фотопериоде меньше определенной продолжительности. В том случае, когда зацветанию благоприятствует длительный световой день, растения называют длиннодневными. К этой группе относятся рожь, ячмень, пшеница.⁵

Постоянно меняющееся положение Земли относительно Солнца создает особый световой режим на планете. На экваторе длина дня почти постоянна и составляет примерно 12 часов, но чем дальше от экватора, тем больше будут её сезонные колебания. Поэтому этот фактор очень важен в умеренных широтах, где световой день изменяется в пределах от 9 до 16 часов.⁶ Растениям наших широт, как правило, требуется длинный световой день, по 12–16 часов.⁷

За восприятие фотопериода отвечает пигмент фитохром. Он существует в двух формах. $\Phi_{\text{дк}}$ форма поглощает дальний красный свет с длиной волны 730 нм, а вторая $\Phi_{\text{к}}$ — красный с длиной волны 660 нм. Поглотив свет, фитохром за несколько минут переходит из одной формы в другую. В обычном солнечном свете преобладают красные лучи, поэтому днём преобладает физиологически активная форма $\Phi_{\text{дк}}$. Ночью она переходит в более устойчивую $\Phi_{\text{к}}$ форму.



Некоторые растения зацветают после выдерживания при низкой температуре. Это явление называется яровизацией. В этом случае действующий фактор воспринимается не листьями, а точкой роста зрелого стебля или зародышем семени. Необходимая длительность охлаждения находится в пределах от четырех дней до трех месяцев, при этом наиболее эффективны температуры около 4°C.

Фотопериодизм и яровизация служат для того, чтобы обеспечить размножение в самое благоприятное время года. Кроме того, эти физиологические реакции помогают одновременному зацветанию растений данного вида и таким образом способствуют перекрестному опылению со всеми вытекающими отсюда преимуществами, связанными с генетическим разнообразием.⁶

Влияние освещённости на развитие растений

Почти все комнатные растения светолюбивы, т.е. лучше развиваются при полном освещении, но различаются по теневыносливости. Потребность в освещении большинства комнатных растений составляет от 500 до 2000 люксов. Принимая во внимание отношение растений к свету, их принято подразделять на две основные группы: светолюбивые и теневыносливые.

Как и все живые организмы, растения обладают способностью адаптироваться к изменяющимся условиям. Эта способность различна у разных видов. Есть растения, довольно легко приспосабливающиеся к достаточному или избыточному свету, но встречаются и такие, которые хорошо развиваются только при строго определенных параметрах освещенности.⁷

Способность адаптироваться к условиям пониженной освещённости убывает в порядке водоросли – мхи – папоротники – семенные растения.⁸

Освещенность ниже видоспецифического порога неизбежно приводит к гибели растения. Наиболее чувствительны к дефициту освещения молодые растения.⁷

В результате адаптации растения к пониженной освещенности несколько меняется его облик. Листья становятся темно-зелеными, более тонкими, стебель оголяется снизу, начинает вытягиваться, теряя при этом свою прочность. Затем рост растений постепенно уменьшается, так как резко снижается производство продуктов фотосинтеза, идущих на построение тела. При недостатке света многие растения перестают цвести: цветов образуется меньше, размером они более мелкие.

Небольшой кратковременный недостаток освещенности можно компенсировать, снижая температуру воздуха. Существует правило: чем меньше освещены растения, тем меньше должна быть температура, но она не должна быть ниже 14–12°C.⁷

При освещении растений лучами полуденного солнца хлорофилл благодаря зелёной окраске отражает жёлто-зелёные лучи, которые наиболее интенсивны в это время, и таким способом защищает растение от перегрева.²

При слишком большой освещённости хлорофилл частично разрушается, и цвет листьев становится желто-зеленым. Первым признаком повреждения, вызванного прямой инсоляцией, часто является скручивание пластинки листа вдоль центральной жилки. Затем практически не защищенные от испарения излишков воды листья этих растений теряют тургор, и повреждение становится необратимым. На сильном свету рост растений замедляется, они получают более приземистыми с короткими междоузлиями и широкими короткими листьями.

В первую очередь страдают от прямых солнечных лучей молодые растения с нежными, незащищенными кутикулой или опушением листьями, проростки, свежеекоренные черенки. Они должны получать только рассеянный свет.

Поэтому в солнечную погоду поливать комнатные растения следует только ранним утром, а лучше вечером, так как капли воды, случайно попавшие на листья растения фокусируют солнечные лучи и вызывают ожоги. По этой же причине абсолютно недопустимо опрыскивать растения на прямом солнечном свету.

Тенелюбивые растения (маранты, калатеи, некоторые папоротники) могут быть повреждены даже кратковременным прямым солнечным освещением, особенно весной. Для них достаточно 500 – 800 люкс рассеянного света.

Пустынные кактусы, литопсы, некоторые толстянковые нуждаются в очень хорошем освещении, так как жаркое солнце – необходимое условие для их развития. Для этих растений даже яркий рассеянный свет бывает недостаточен.⁷

Глава 2.

Эксперименты по проверке гипотезы

Чтобы проверить мою гипотезу нужно провести 3 эксперимента.

Оборудование: семена сои, песок, садовая земля, 6 контейнеров с крышками, линейка, измерительный циркуль, светонепроницаемый короб с встроенной лампой, пульверизатор, пинцет, деревянные палочки, датчик освещённости цифровой лаборатории «Точка роста. Физиология», электронный микроскоп цифровой лаборатории «Точка роста. Биология».

Ход работы:

1. Отберём целые ровные крупные семена сои (60 шт). (см. Приложение Фото 1)
2. Замочим семена сои в тёплой воде на 2 часа. (см. Приложение Фото 2)
3. Наполним контейнеры смесью садовой земли и песка. (см. Приложение Фото 3)
4. Хорошо увлажним грунт.
5. Высадим семена сои по 10 штук в один контейнер. (см. Приложение Фото 4)
6. Будем проращивать семена в темноте.
7. При появлении всходов подвергнем их условиям эксперимента.
8. Будем регулярно измерять высоту побега, число и размер листьев и записывать наблюдения в таблицу.
9. Будем продолжать эксперимент 7 дней.
10. На 7 день аккуратно достанем растения из контейнеров и замерим длину главного и боковых корней.

Эксперимент 1

«Выявление влияния спектра света на развитие растений»

При появлении всходов включим лампу и будем освещать каждую группу определённым спектром, при световом дне 12 часов и постоянной освещённости 530 лк измеренной датчиком освещённости цифровой лаборатории «Точка роста».

Группа 1 – синий цвет (длина волны – 440-485 нм)

Группа 2 – красный цвет (длина волны – 625-720 нм)

Группа 3 – зелёный цвет (длина волны – 510-565 нм)

Группа 4 – фиолетовый цвет (длины волн – 440-485, 625-720нм)

Группа 5 – белый цвет (длина волны – 440-720 нм)

Группа 6 – солнечный свет (контрольная группа)

Результаты эксперимента:

Группа 1 (синий свет) – (см Приложение фото 5) Растения высокие,верху стебель извит. К концу эксперимента достигли высоты 21 – 25 см. Стебли зелёные крепкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 2,4 см в длину и 2,2 см в ширину, насыщенно зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 6). Длина главного корня равна 12 – 14 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 2 (красный свет) – (см Приложение фото 7) Растения высокие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 20 – 26 см. Стебли зелёные крепкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 2,4 см в длину и 2,2 см в ширину, насыщенно зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 8). Длина главного корня равна 13 – 14 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 3 (зелёный свет) – (см Приложение фото 9) Растения высокие, падают. Стебли белые очень тонкие. К концу эксперимента достигли высоты 17 – 22 см. Настоящие листья появились на 5 день, к концу эксперимента достигли размера 1,9 см в длину и 1,8 см в ширину, светло-зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 10). Длина главного корня равна 19 – 22 см. Длина боковых корней равна 5 – 6 см.

Группа 4 (фиолетовый свет) – (см Приложение фото 11) Растения высокие, немного извиты вверху. К концу эксперимента достигли высоты 20 – 23 см. Стебли зелёные крепкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 3,3 см в длину и 3,2 см в ширину, насыщено зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 12). Длина главного корня равна 18 – 24 см. Длина боковых корней равна 8 – 9 см.

Группа 5 (белый свет) – (см Приложение фото 13) Растения низкие крепкие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 8 – 13 см. Стебли крепкие зелёные с розовыми пятнами. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 1,5 см в длину и 1,9 см в ширину, насыщено зелёного цвета. Корневая система развита средне (см Приложение фото 14). Длина главного корня равна 15 – 16 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 6 (солнечный свет) – (см Приложение фото 15) Растения низкие крепкие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 8 – 10 см. Стебли крепкие зелёные с фиолетовыми пятнами. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 2,4 см в длину и 1,9 см в ширину, насыщено зелёного цвета с ярко выраженным опушением. Корневая система развита средне (см Приложение фото 16). Длина главного корня равна 12 – 16 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Вывод:

Красный и синий спектры очень важны для растений. При недостатке хотя бы одного из них растения вытягиваются. При сочетании красного и синего спектра получается фиолетовый свет. Параметры растений, выращенных в нём, превышают параметры растений, выращенных только в красном или только в синем свете. При освещении только зелёным светом рост и развитие растений замедляется, но при добавлении его к красному и синему свету, растения становятся ниже и заметно крепче.

Эксперимент 2.

«Выявление влияния освещённости на развитие растений»

При появлении всходов включить лампу и освещать каждую группу разной освещённостью, определённой датчиком освещённости цифровой лаборатории «Точка роста», при световом дне 12 часов и белом свете.

- Группа 1 – 0 лк
- Группа 2 – 37 лк
- Группа 3 – 90 лк
- Группа 4 – 530 лк
- Группа 5 – 3 800 лк
- Группа 6 – 60 000 лк

Результаты эксперимента:

Группа 1 (0 лк) – (см Приложение фото 17) Растения высокие, стебель сильно извит. К концу эксперимента достигли высоты 26 – 27 см. Стебли белые толстые хрупкие. Настоящие листья появились на 4 день, к концу эксперимента достигли размера 1,6 см в

длину и 1,2 см в ширину, светло-жёлтого цвета. Корневая система развита средне (см Приложение фото 18). Длина главного корня равна 14 – 16 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 2 (37 лк) – (см Приложение фото 19) Растения высокие, стебель сильно извит. К концу эксперимента достигли высоты 23 – 27 см. Стебли зелёные тонкие, хрупкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 1,9 см в длину и 2,1 см в ширину, зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 20). Длина главного корня равна 17 – 21 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 3 (90 лк) – (см Приложение фото 21) Растения средней высоты прямые. К концу эксперимента достигли высоты 15 – 18 см. Стебли зелёные крепкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 1,9 см в длину и 2,2 см в ширину, ярко-зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 22). Длина главного корня равна 15 – 22 см. Длина боковых корней равна 6 – 8 см.

Группа 4 (530 лк) – (см Приложение фото 23) Растения низкие прямые немного наклонены к земле. К концу эксперимента достигли высоты 9 – 13 см. Стебли крепкие зелёные с фиолетовыми пятнами. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 1,5 см в длину и 1,9 см в ширину, насыщено зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 24). Длина главного корня равна 14 – 16 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 5 (3 800 лк) – (см Приложение фото 25) Растения высокие немного извиты вверху. К концу эксперимента достигли высоты 18 – 21 см. Стебли крепкие зелёные с фиолетовыми пятнами. Первая пара настоящих листьев появились на 2 день. К концу эксперимента достигли размера 3,3 см в длину и 3,2 см в ширину. На 6 день сформировались ещё 3 листа. К концу эксперимента достигли размера 1,4 см в длину и 1 см в ширину. Все листья насыщено зелёного цвета. При поливе на семядоли попали капли воды. В этих местах остались небольшие ожоги (см приложение Фото 26). Рассмотрим их под электронным микроскопом цифровой лаборатории «Точка роста» (см Приложение фото 27). Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 28). Длина главного корня равна 14 – 16 см. Длина боковых корней равна 6 – 7 см.

Группа 6 (60 000 лк) – (см Приложение фото 29) Растения низкие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 12 – 16 см. Стебли зелёные крепкие. Первая пара настоящих листьев появились на 2 день. К концу эксперимента достигли размера 2,6 см в длину и 2,5 см в ширину. На 6 день сформировались ещё 3 листа. К концу эксперимента достигли размера 2 см в длину и 1 см в ширину. Все листья тёмно-зелёного цвета. При поливе на семядоли попали капли воды. В этих местах остались сильные ожоги (см приложение Фото 30). Рассмотрим их под электронным микроскопом цифровой лаборатории «Точка роста» (см приложение фото 31). Корневая система развита очень хорошо (см Приложение фото 32). Длина главного корня равна 26 – 30 см. Длина боковых корней равна 8 – 9 см.

Вывод:

При низкой освещённости растения вытягиваются (см приложение Фото 33). В листьях наблюдается недостаток хлорофилла. Стебли становятся хрупкими. Минимальной для нормального роста растений является освещённость около 500 лк. Лучше всего растения развиваются при освещённости 3 – 4 тыс. лк. При слишком высокой освещённости растения формируют защитные механизмы: тёмный окрас листьев и укорочение побега.

Эксперимент 3.

«Выявление влияния фотопериода на развитие растений»

При появлении всходов включить лампу и освещать каждую группу фиолетовым светом, освещённостью 530 лк, измеренной датчиком освещённости цифровой лаборатории «Точка роста», разное время.

Группа 1 – 0,5 ч

Группа 2 – 2 ч

Группа 3 – 4 ч

Группа 4 – 6 ч

Группа 5 – 8 ч

Группа 6 – 12 ч

Группа 7 – 16 ч

Группа 8 – 18 ч

Группа 9 – 21 ч

Группа 10 – 24 ч

Результаты эксперимента:

Группа 1 (0,5 ч) – (см Приложение фото 34) Растения высокие, вверху стебель извит. К концу эксперимента достигли высоты 18 – 22 см. Стебли белые хрупкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 1,5 см в длину и 1,3 см в ширину, светло-жёлтого цвета. Корневая система развита средне (см Приложение фото 35). Длина главного корня равна 14 – 16 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 2 (2 ч) – (см Приложение фото 36) Растения высокие вверху стебель извит. К концу эксперимента достигли высоты 22 – 25 см. Стебли светло-зелёные тонкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 2,2 см в длину и 2 см в ширину, светло-зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 37). Длина главного корня равна 17 – 22 см. Длина боковых корней равна 5 – 6 см.

Группа 3 (4 ч) – (см Приложение фото 38) Растения высокие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 15 – 16 см. Стебли светло-зелёные крепкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 2 см в длину и 2 см в ширину, зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 39). Длина главного корня равна 17 – 18 см. Длина боковых корней равна 5 – 6 см.

Группа 4 (6 ч) – (см Приложение фото 40) Растения средней высоты, стебель сильно извит. К концу эксперимента достигли высоты 17 – 19 см. Стебли зелёные тонкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 2,3 см в длину и 2,2 см в ширину, зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 41). Длина главного корня равна 16 – 19 см. Длина боковых корней равна 6 – 7 см.

Группа 5 (8 ч) – (см Приложение фото 42) Растения высокие прямые наклонены к земле. К концу эксперимента достигли высоты 19 – 22 см. Стебли светло-зелёные крепкие. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 2,5 см в длину и 2,4 см в ширину, ярко-зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 43). Длина главного корня равна 17 – 23 см. Длина боковых корней равна 7 – 8 см.

Группа 6 (12 ч) – (см Приложение фото 44) Растения высокие, стебель немного извит. К концу эксперимента достигли высоты 18 – 23 см. Стебли крепкие зелёные вверху и светло фиолетовые внизу. Настоящие листья появились на 3 день, к концу эксперимента достигли размера 3,3 см в длину и 3,2 см в ширину, насыщено зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 45). Длина главного корня равна 18 – 24 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 7 (16 ч) – (см Приложение фото 46) Растения высокие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 22 – 25 см. Стебли светло-фиолетовые крепкие. Первая пара настоящих листьев появились на 2 день. К концу эксперимента достигли размера 3,4 см в длину и 3,6 см в ширину. На 5 день появилось ещё 3 листа. К концу эксперимента достигли размеров 2 см в длину и 1,1 см в ширину. Все листья насыщено зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 47). Длина главного корня равна 15 – 19 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 8 (18 ч) – (см Приложение фото 48) Растения высокие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 23 – 25 см. Стебли светло-фиолетовые крепкие. Первая пара настоящих листьев появились на 2 день. К концу эксперимента достигли размера 3,5 см в длину и 3,5 см в ширину. На 5 день появилось ещё 3 листа. К концу эксперимента достигли размеров 2 см в длину и 1 см в ширину. Все листья насыщено зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 49). Длина главного корня равна 12 – 14 см. Длина боковых корней равна 4 – 6 см.

Группа 9 (21 ч) – (см Приложение фото 50) Растения высокие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 22 – 24 см. Стебли светло-фиолетовые крепкие. Первая пара настоящих листьев появились на 2 день. К концу эксперимента достигли размера 3,7 см в длину и 3,5 см в ширину. На 5 день появилось ещё 3 листа. К концу эксперимента достигли размеров 1,8 см в длину и 1,1 см в ширину. Все листья насыщено зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 51). Длина главного корня равна 12 – 14 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Группа 10 (24 ч) – (см Приложение фото 52) Растения высокие прямые. К концу эксперимента достигли высоты 22 – 25 см. Стебли светло-фиолетовые крепкие. Первая пара настоящих листьев появились на 2 день. К концу эксперимента достигли размера 3,3 см в длину и 3,7 см в ширину. На 5 день появилось ещё 3 листа. К концу эксперимента достигли размеров 1,8 см в длину и 1 см в ширину. Все листья насыщено зелёного цвета. Корневая система развита хорошо (см Приложение фото 53). Длина главного корня равна 11 – 14 см. Длина боковых корней равна 4 – 5 см.

Вывод:

При увеличении светового дня от 0,5 ч до 8 ч происходит усиление яркости окраски листа, увеличение площади его поверхности, стебли становятся более крепкими и прямыми, корневые системы становятся более развитыми (см Приложение фото 54). При увеличении светового дня от 12 до 16 часов происходит увеличение количества листьев с 3 до 5. Но при увеличении светового дня с 16 до 24 часов изменения отсутствуют (см Приложение фото 55). Следовательно, оптимальный световой день 12 – 16 часов.

Заключение

Моя работа посвящена изучению влияния освещения на развитие микрорзелени сои. Цель исследования – в ходе эксперимента установить параметры освещения, которые необходимы растениям для нормального роста и развития.

В начале работы я предположил, что растениям для роста необходим только красный и синий свет и длительное яркое освещение.

Для достижения цели мне потребовалось:

- узнать, как растения используют свет;
- выяснить, какую часть спектра используют растения;
- выяснить, длину светового дня, необходимую для нормального роста растений;
- выяснить, при какой освещённости растения растут лучше;
- провести эксперимент по проверке гипотезы;
- разработать рекомендации по правильному освещению микрорзелени.

В ходе исследования я смог выполнить все поставленные задачи.

Я узнал, что главным источником энергии для растений является солнечный свет. Содержащиеся в нём красный и синий спектр имеют наибольшее значение для фотосинтеза. При недостатке хотя бы одного из них растения не могут правильно развиваться. Нарушения в развитии также наблюдаются при низкой освещённости. В этом случае в листьях проявляется недостаток хлорофилла, стебли становятся хрупкими. Минимальной для нормального роста растений является освещённость около 500 лк. Лучше всего растения развиваются при освещённости 3 – 4 тыс. лк. При слишком высокой освещённости растения формируют защитные механизмы: тёмный окрас, опущение листьев и укорочение побега. Ещё одним очень важным фактором для многих растений является фотопериод. Он влияет на процессы роста, развития, цветения, подготовку растения к зиме: запуск листопада, замедление метаболизма и увеличение запаса углеводов. Фотопериодизм также служит для того, чтобы обеспечить размножение в самое благоприятное время года и одновременное зацветание растений данного вида, которое способствует перекрестному опылению и увеличению генетического разнообразия. При увеличении светового дня от 0,5 ч до 8 ч происходит усиление яркости окраски листа сои, увеличение площади его поверхности, стебли становятся более крепкими и прямыми, корневые системы становятся более развитыми. При увеличении светового дня от 12 до 16 часов происходит увеличение количества листьев с 3 до 5.

При проведении экспериментов я обнаружил небольшое расхождение результатов с поставленной мной ранее гипотезой. Параметры растений, выращенных в смеси красного и синего излучения, превышают параметры растений, выращенных только в одном из спектров. При добавлении зелёного света к красному и синему, растения становятся заметно крепче и перестают чрезмерно вытягиваться. Это свидетельствует о его участии в процессах жизнедеятельности растений. При увеличении светового дня с 16 до 24 часов изменения в высоте растения, форме и размере листьев отсутствуют.

В дальнейшем можно подробнее изучить роль зелёного света в метаболизме растений.

В ходе работы над проектом я выработал рекомендации по правильному освещению микрорзелени, выращиваемой в искусственных условиях. В спектре большую долю должен занимать красный и синий свет, но также необходимо небольшое количество зелёного спектра. Необходима освещённость от 3 000 лк до 4 000 лк. Световой день должен длиться от 12 до 16 часов. При большей продолжительности освещения растения усваивают свет хуже, и электроэнергия, потребляемая лампой, тратится зря. Свет с такими параметрами излучают специальные фитолампы, но для выращивания микрорзелени также можно использовать обычные светодиодные светильники. Они испускают немного больше зелёного спектра, поэтому менее энергоэффективны, но обеспечивают растения необходимым светом и более доступны.

Литература:

1. [Школьник Ю. К. «Растения. Полная энциклопедия» М. : Эксмо, 2014](#)
2. [Е. П. Алешин, А. А. Пономарев «Физиология растений» М.: Колос, 1979](#)
3. http://highgrowing.ru/stat_i/svet_dlya_rastenij/
4. [Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор «Биология» Под редакцией Р. Сопера, Б.М. Медникова, А.А. Нейфаха В трёх томах. Том 1. Перевод с английского М.Г. Дуниной, В.И. Мельгунова, М.С. Морозовой, Е.Р. Наумовой, О.В. Протасовой. Москва «Мир» 1990](#)
5. <https://growergood.ru/blog/fotoperiod-v-zhizni-rasteniy-kak-dlina-svetovogo-dnya-vliyaet-na-razvitie-raznyh-kultur>
6. [Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор «Биология» Под редакцией Р. Сопера, Б.М. Медникова, А.А. Нейфаха В трёх томах. Том 2. Перевод с английского М.Г. Дуниной, В.И. Мельгунова, М.С. Морозовой, Т.В. Никитиной. Москва «Мир» 1990](#)
7. <https://floralworld.ru/care/light.html#up>
8. [«Жизнь растений» В шести томах. Гл. ред. чл.-кор. Ж71 АН СССР, проф. А. А. Федоров. Том 1. «Введение. Бактерии и актиномицеты» Под редакцией чл.-кор. АН СССР, проф. Н. А. Красильникова и проф. А. А. Уранова. М.: «Просвещение», 1974](#)
9. <https://itravi.ru/catalog/semena-zlakovye-i-bobovye-dlya-prorashchivaniya/semena-mikrozeleni/soya-semena-dlya-prorashchivaniya-mikrozeleni-i-prorostkov/>



Глава 2 Фото 1



Глава 2 Фото 2



Глава 2 Фото 3



Глава 2 Фото 4



Глава 2 Фото 5



Глава 2 Фото 6



Глава 2 Фото 7



Глава 2 Фото 8



Глава 2 Фото 9



Глава 2 Фото 10



Глава 2 Фото 11



Глава 2 Фото 12



Глава 2 Фото 13



Глава 2 Фото 14



Глава 2 Фото 15



Глава 2 Фото 16



Глава 2 Фото 17



Глава 2 Фото 18



Глава 2 Фото 19



Глава 2 Фото 20



Глава 2 Фото 21



Глава 2 Фото 22



Глава 2 Фото 23



Глава 2 Фото 24



Глава 2 Фото 25



Глава 2 Фото 26



Глава 2 Фото 27



Глава 2 Фото 28



Глава 2 Фото 29



Глава 2 Фото 30



Глава 2 Фото 31



Глава 2 Фото 32



Глава 2 Фото 33



Глава 2 Фото 34



Глава 2 Фото 35



Глава 2 Фото 36



Глава 2 Фото 37



Глава 2 Фото 38



Глава 2 Фото 39



Глава 2 Фото 40



Глава 2 Фото 41



Глава 2 Фото 42



Глава 2 Фото 43



Глава 2 Фото 44



Глава 2 Фото 45



Глава 2 Фото 46



Глава 2 Фото 47



Глава 2 Фото 48



Глава 2 Фото 49



Глава 2 Фото 50



Глава 2 Фото 51



Глава 2 Фото 52



Глава 2 Фото 53



Глава 2 Фото 54



Глава 2 Фото 55