

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «СОЗВЕЗДИЕ»
Воронежская область г. Воронеж
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ «Гипотеза»
МБОУ лицей №4

Учебно-исследовательская работа

**ИЗУЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ И
СОПУТСТВУЮЩИХ ИМ ВЕЩЕСТВ
ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ (MEDICAGO SATIVA)**

Исполнитель: ученица - 10 класса
Проскурина Валерия
Руководители:
педагог дополнительного образования
МБУДО ЦДО «Созвездие» -
Решетникова Татьяна Владимировна;
учитель биологии МБОУ лицей № 4
Савченко Ольга Романовна

Воронеж 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	4
ГЛАВА II. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	11
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	14
ВЫВОДЫ	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	21
ПРИЛОЖЕНИЕ	22

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях в связи с быстрым, стремительным изменением технологий увеличивается ритм жизни. Чтобы организм был готов к такому ритму, человек часто употребляет кофеин содержащие напитки, энергетики, различные синтетические вещества, которые отрицательно влияют на состояние здоровья. Для получения высоких урожаев растений используются химические удобрения, что часто ведет к не предвиденным отрицательным результатам. Чтобы разрешить свои проблемы человек должен обращаться к природе. Сила зеленых растений известна с древних времен. Все млекопитающие во время болезни придерживаются зеленой диеты. Это объясняется содержанием в растениях большого количества биологически активных веществ, витаминов, микроэлементов, не маловажную роль играют фотосинтетические пигменты.

Какими свойствами обладают фотосинтетические пигменты растений, как действует на живой организм? В ходе нашего исследования мы хотим ответить на эти вопросы.

Практическая значимость: Полученные результаты исследований позволяют оценить степень влияния фотосинтетических пигментов на состояние живого организма.

Объект исследования: Свойства фотосинтетических пигментов.

Предмет исследования: Влияние фотосинтетических пигментов на животный и растительный организм.

Гипотеза: Фотосинтетические пигменты способны положительно влиять на физическое развитие живых организмов.

Цель работы Установить наличие влияния фотосинтетических пигментов и сопутствующих веществ люцерны посевной на процессы жизнедеятельности растений и животных.

Задачи исследования:

1. Экстрагировать фотосинтетические пигменты и сопутствующие им вещества из листьев люцерны посевной (*Medicago sativa*);
2. Испытать свойства фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ на белой лабораторной мыши;
3. Испытать свойства фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ люцерны посевной (*Medicago sativa*) на особенностях прорастания редиса;
4. Дать рекомендации по использованию фотосинтетических пигментов и сопутствующих им вещества люцерны посевной (*Medicago sativa*) .

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Из истории изучения фотосинтетических пигментов

1.1.1 Из истории изучения хлорофилла [9]

Первые научные данные о хлорофилле были опубликованы в 1940 году в профессиональном журнале «Американский хирургический журнал» №49 «Зеленое вещество»- хлорофилл, обязательное для осуществления фотосинтеза, впервые было выделено из листьев растений в 1817г. Французскими химиками П.Ж. Пельтье и Ж.Б. Каванту только спустя полвека после открытия фотосинтеза Д. Пристли (1771г).

В 1915г. Р. Вильштеттер был удостоен Нобелевской премии по химии за исследования растительных пигментов. Он обнаружил в растениях хлорофиллы а и b, установил химический состав молекулы хлорофилла и ее идентичность во всех растениях, а также доказал, что хлорофилл - основной пигмент, обуславливающий зеленый цвет всех типов растений в различных местах обитания.

До недавнего времени было известно 4 структурные разновидности хлорофилла растений-а, b ,с и d. В 2010 г. Обнаружен пятый пигмент, относящийся к этой же группе - хлорофилл f.

В 50-х гг. прошлого века были начаты фундаментального исследования, которые помогли сформировать представления о механизме фотосинтеза и роли хлорофилла в нем видимой части солнечного света. При освещении их белым светом проявляется окраска, которая как раз и определяется теми длинами волн, что поглощаются веществом.

1.1.2 История открытия каротинов [9]

В 1846 году немецкий ученый Вильгельм Вакенродер нашел в желтой репе и моркови особые вещества. Он назвал их каротины, от английского слова carrot — морковь. Каротины, как оказалось, присутствуют в клетках и тканях у всех представителей живой природы. Сегодня открыто более 600 видов каротинов, самые известные из них: бета-каротин, лютеин и зеаксантин.

1.2 Растительные пигменты [4]

Пластиды характерны только для растительных клеток. Различают три основных типа пластид: *лейкопласты* – бесцветные пластиды в клетках неокрашенных частей растений, *хромoplastы* – окрашенные пластиды обычно желтого, красного и оранжевого цвета, *хлоропласты* – зеленые пластиды.

Пигменты - красящие вещества, придающие цвет растениям. Растительные пигменты – это крупные органические молекулы, имеющие группировки, ответственные за поглощение света.

Пигменты находятся чаще в тех или иных структурных образованиях клетки, реже — в жидкостях организма в растворённом состоянии. Так, хлорофилл сосредоточен в хлоропластах, каротиноиды — в хромо - и хлоропластах, гемоглобин — в эритроцитах, флавоноиды — в клеточном соке растений. Пигменты, связанные с белками и липидами, входят в структуру биологических мембран. У многих видов животных и растений существуют специализированные пигментные клетки или хроматофоры.

Хлоропласты

Полагают, что хлоропласты произошли от древних эндосимбиотических цианобактерий (теория симбиогенеза). Основанием для такого предположения является сходство хлоропластов и современных бактерий по ряду признаков. Главным фотосинтетическим пигментом является *хлорофилл а*, именно он обуславливает зелёный цвет хлоропластов.

Хлоропласты также как митохондрии способны к автономному размножению путем деления надвое (реже почкованием) и образуются из пропластид. В яйцеклетках имеются инициальные частицы, из которых развиваются хлоропласты и ипохондрии.

Все виды пластид могут образовываться из пропластид. Пропластиды — мелкие органоиды, содержащиеся в образовательных тканях зародыша семени. Поскольку пластиды имеют общее происхождение, между ними возможны взаимопревращения.

Хлоропласты содержатся в клетках зелёных частей высших растений, особенно много хлоропластов в листьях и зелёных плодах. Хлоропласты низших растений называют хроматофорами. Хлоропласты улавливают синие и красные лучи длиной от 400 до 700 нМ.

Хлоропласты способны к движению. Чаще они скапливаются у ядра и у клеточной стенки. При слабом освещении располагаются перпендикулярно солнечным лучам (приспособление для лучшего усвоения солнечных лучей). При хорошем освещении хлоропласты располагаются у боковых стенок и к солнечным лучам повернуты ребром. В зависимости от освещения меняется и форма. При хорошем освещении она сферическая.

Основная функция хлоропластов — фотосинтез. Но вместе с тем их роль эти не ограничивается. В определённых случаях хлоропласты могут служить источником питательных веществ (Е. Р. Гюбенет). Хлоропласты могут служить источником кислорода для тканей растения.

Хлорофилл — играет важнейшую роль в процессе фотосинтеза (греч. зелёный лист). Известно около 10 хролофилов. У зелёных растений содержится хролофилл а и в. Хлорофилл с содержится в диатомовых водорослях, d — в красных водорослях. Известно 4 бактериохлорофилла (а, в, с, d) содержащихся

в клетке фотосинтезирующих бактерий. Основной хлорофилл для растений а. Эмпирическая формула $C_{55}H_{120}O_5N_4Mg$. Хлорофилл обладает флуоресценцией.

Максимальное содержание хлорофилла в растениях во время их готовности к цветению. У двудомных растений большим содержанием хлорофилла отличается женская особь.

Хромопласты

Хромопласты считаются конечной стадией развития пластид. Каротиноиды ($C_{40}H_{56}$), придающие хромопластам желтую, красную или оранжевую окраску. Форма накопления пигментов различна: в виде кристаллов, липидных капель и др. Функция: окрашивание цветов и плодов и тем самым привлечение опылителей и распространителей семян.

Основной представитель каратиноидов β -каротин (оранжевый). При разрыве углеводной цепи каротина он образует две молекулы витамина А.

Ксантофилы ($C_{40}H_{56}O_2$) – это каратиноиды содержащие кислород (жёлтый цвет). Синтез каратиноидов требует света. Получая энергию солнечного спектра каратиноиды передают её на молекулы хлорофилла. Они выполняют защитную функцию в отношении молекул хлорофилла от разрушения на свету в процессе фотоокисления.

Фикобилины – красные и синие пигменты. Фикобилины представлены двумя пигментами фикоцианином (сине-зелёные водоросли) и фикоэритрином (красные водоросли).

Лейкопласты

Образуются из хлоропластов (частичное разрушение ламеллярной структуры). В результате их деградации. Функция: синтез, накопление и хранение запасных питательных веществ. В зависимости от накопленных органических веществ различают *амилопласты* – лейкопласты, которые синтезируют и накапливают крахмал, *элайоласты* – масла, *протеиноласты* – белки. Кроме того, в одном и том же лейкопласте могут накапливаться разные вещества.

Лейкопласты могут превращаться в хлоропласты (позеленение клубней картофеля на свету) и хромопласты (при созревании корнеплодов). Хлоропласты в темноте становятся лейкопластами, осенью, при разрушении хлорофилла – хромопластами (изменение окраски листьев связано с выявлением *каротиноидов* – пигментов желтого цвета *ксантофиллов* и оранжевых пигментов *каротинов*). Превращение хромопластов в лейкопласты или хлоропласты считается невозможным.

1.3 Функция и свойства хлорофилла [8]

Ученые обнаружили поразительное сходство в строении молекулы хлорофилла и молекулы гемоглобина – главного дыхательного компонента крови человека. Единственное отличие в их строении в том, что в центре хелатного комплекса в растительном пигменте располагается атом магния, а в гемоглобине – атом железа. Растения, поглощая углекислый газ в процессе фотосинтеза, выделяют в воздух кислород. Образование кислорода в процессе фотосинтеза – еще одна удивительная функция хлорофилла. По выполняемым функциям хлорофилл можно сравнить с гемоглобином, однако спектр воздействия хлорофилла на организм человека значительно шире. С помощью специальных исследований было доказано, что хлорофилл укрепляет клеточные мембраны, способствует формированию соединительных тканей, что помогает в заживлении наружных эрозий, язв, открытых ран. Хлорофилл усиливает иммунитет, ускоряет фагоцитоз. В составе хлорофилла имеется витамин К, что делает его прекрасным средством для профилактики мочекаменной болезни, так как он сдерживает образование кристаллов оксалата кальция в моче. Кроме того, витамин К улучшает усвоение кальция.

Хлорофилл выводит из организма токсины, а также действует как легкое мочегонное средство. Стоматологи считают, что хлорофилл без сомнения более эффективен для здоровья полости рта и освежения дыхания, чем разрекламированные мятные жевательные резинки. Хлорофилл может также использоваться как средство, устраняющее неприятные запахи нашего тела. Хлорофилл способен предотвращать патологические изменения молекул ДНК. Некоторые исследователи считают, что хлорофилл блокирует первый этап превращения здоровых клеток в раковые. Таким образом, он является еще и антимутагеном.

Исследования, проведенные в 1940-х и подтвердившие, что применение хлорофилла замедляет рост некоторых анаэробных бактерий.

С помощью специальных исследований было доказано, что хлорофилл укрепляет клеточные мембраны, способствует формированию соединительных тканей, что помогает в заживлении наружных эрозий, язв, открытых ран. Хлорофилл усиливает иммунитет, ускоряет фагоцитоз. В составе хлорофилла имеется витамин К, что делает его прекрасным средством для профилактики мочекаменной болезни, так как он сдерживает образование кристаллов оксалата кальция в моче. Кроме того, витамин К улучшает усвоение кальция. Хлорофилл выводит из организма токсины, а также действует как легкое мочегонное средство. Стоматологи считают, что хлорофилл без сомнения более эффективен для здоровья полости рта и освежения дыхания, чем разрекламированные мятные жевательные резинки. Хлорофилл может также

использоваться как средство, устраняющее неприятные запахи нашего тела. Хлорофилл способен предотвращать патологические изменения молекул ДНК. Некоторые исследователи считают, что хлорофилл блокирует первый этап превращения здоровых клеток в раковые. Таким образом, он является еще и антимутагеном.

Исследования, проведенные в 1940-х и подтвердившие, что применение хлорофилла замедляет рост некоторых анаэробных бактерий.

1. 4 Извлечение пигментов из растительного материала [3]

В растительном материале фотосинтетические пигменты находятся в составе пигмент-белковых комплексов и комплексов с липидами и сосредоточены в хлоропластах. Существует множество методов выделения пигментов из растительной клетки. Предлагаемые при выполнении лабораторных работ способы выделения пигментов подразумевают разрушение форм пигментного аппарата и получение растворов пигментов в органических растворителях. При получении вытяжки пигментов фотосинтетического аппарата используются процедуры гомогенизации тканей и последующие обработки гомогената органическими растворителями.

1. 5 Хлорофиллы в растениях [8]

Максимальное содержание хлорофилла в растениях во время их готовности к цветению. У двухдомных растений большим содержанием хлорофилла отличается женская особь.

Люцерна считается одним из самых богатых источников по содержанию хлорофилла. В перерасчете на сухое вещество, в одном килограмме она содержит от 2 до 4 г хлорофилла. В одних странах она считается кормовой травой, в других, как ценнейшее целебное растение. К растениям с высоким содержанием хлорофилла относятся: брокколи (в 1 кг — от 8 до 12г хлорофилла), крапива (в 1 кг — от 6 до 7, 5 г хлорофилла) зеленые ростки ячменя, пшеницы, овса (в 1 кг — до 7 г). Богаты хлорофиллом. Морские водоросли спирулина и хлорелла, шпинат и петрушка.

1. 6 Получение фотосинтетических пигментов из растений [3]

Пигменты определенным образом встроены в мембраны тилакоидов. При получении вытяжки пигментов из фотосинтетического аппарата растений происходит разрушение пигмент белковых комплексов, а свободные пигменты растворяются в органических растворителях.

Процедура извлечения пигментов фотосинтетического аппарата состоит в механическом разрушении клеточных структур (гомогенизация тканей растений), например, путем растирания их с кварцевым песком и использования органических растворителей, хорошо отделяющих пигменты от их липопротеинового носителя. При этом следует соблюдать меры

предосторожности. Для предотвращения фотохимической деструкции процесс выделения производится в затененном помещении, а для снижения активностей ионов H^+ и гидролитических ферментов, выделяющихся из вакуолей, в среду выделения добавляются буферы или немного мела.

1. 6 Лабораторная мышь как объект исследования [11]

Эксперимент с использованием лабораторных животных и других живых объектов является одним из ведущих методов познания в современной медицине, фармакологии, ветеринарии, биологии. Количество подобных процедур растет из года в год и, несмотря на огромное разнообразие модельных объектов в современной науке, лабораторная мышь уже больше века остается самым излюбленным экспериментальным животным: 66% исследований опираются на результаты, полученные в ходе опытов именно над этим модельным объектом.

Лабораторные мыши (*Mus musculus* L.) принадлежат к отряду грызунов (*Rodentia*) семейству мышевидных (*Muridae*).

Являются искусственно выведенным видом, берущим свое начало от серой домовый мыши. Несмотря на то, что опыты на лабораторных мышах проводились физиологами и микробиологами еще в XIX веке – годом появления данного вида считается 1909, когда Кларенс Кук Литл вывел первую инбредную линию мышей, известную как линия DBA.

Мыши обладают чрезвычайно высоким обменом веществ, высокой интенсивностью роста и развития, малым размером тела, а также большой плодовитостью, непродолжительным сроком беременности, способностью выкармливать свое потомство в короткие сроки.

При продолжительности жизни 1-2 года (редко до 3 лет) физиологическая зрелость у этих животных наступает на 50-60 день постнатального онтогенеза, половая зрелость - в возрасте 30-35 дней. У самок продолжительность беременности составляет в среднем 21 сутки, лактация длится в течение 20-28 дней. В помете одна самка может принести до 12 мышат, однако в среднем цифра намного ниже – около 6.

Масса тела взрослой мыши колеблется от 15 до 60 грамм, в зависимости от линии, при этом масса новорожденных животных составляет всего 1-2 грамма. Из физиологических показателей наиболее важным является температура тела, составляющая 37-39 °C. Частота дыхания у мышей – 130-200 вдохов в минуту, пульс – 500-700 ударов в минуту. Систолическое кровяное давление в пределах 82-105 мм рт. ст., количество крови составляет 62-78 мл/кг живой массы.

Грызуны могут содержаться в специальных пластмассовых, стеклянных либо же железных емкостях. К емкости, в которой будет содержаться мышь, есть всего два требования – она должна плотно закрываться, чтобы зверек не

сбежал, и в ней должна быть очень хорошая вентиляция. С точки зрения вентиляции, наиболее оптимальными являются железные клетки с прутьями. На дно жилища животного необходимо уложить слой опилок, которые следует регулярно менять. Характерная особенность мышей этого вида – сильный специфический запах. Именно он делает содержание мышей в квартирах и домах практически невозможным. Оптимальной является чистка жилища грызуна 1 раз в 2-3 дня. Эти зверьки являются практически всеядными. Они употребляют в пищу: насекомых; специальные корма для мышей; семена, крупы, хлеб; овощи и фрукты. При наличии разнообразного рациона животное будет хорошо себя чувствовать долгое время. Не рекомендуется кормить грызуна остатками со стола человека, что связано с непереносимостью ими запахов специй и избытка соли в пище. Минеральные подкормки применяются порядка 1 раза в месяц[13].

1.7 Критерии оценки меха и шерстяного покрова

Решающим критерием для меха является соответствующая длина и густота волоса, а также отсутствие пролысин. О качестве шерсти судят по таким показателям, как тонина, длина, уравниность, извитость, упругость и эластичность, цвет, блеск, состояние шерсти, наличие или отсутствие дефектов. Тонина - среднее значение линейного размера поперечного сечения (диаметра) шерстяных волокон. Длина - протяженность отдельных волокон, соответствующая наибольшему расстоянию между их концами в расправленном, но не растянутом состоянии. Уравниность - степень однородности шерсти по тонине или длине. Извитость шерстяных волокон - способность образовывать вдоль продольной оси волнистую кривую, напоминающую синусоиду. Состояние шерсти - характеристика шерсти по прочности, пожелтению и содержанию растительных примесей. Прочность шерсти - наибольшее усилие, выдерживаемое шерстяными волокнами до разрыва.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2020 - 2021 г. прошли исследования по изучению действия фотосинтетических пигментов и сопутствующих веществ люцерны посевной (*Medicago sativa*) на процессы жизнедеятельности растений и животных.

2.1 Получение фотосинтетических пигментов

2.1.1. Источник фотосинтетических пигментов

На основании изученной литературы, как объект для получения вытяжки фотосинтетических пигментов была выбрана люцерна посевная (*Medicago sativa*). Она относится к растениям с наибольшим содержанием хлорофилла (в 1 кг содержится до 8 г хлорофила). Сбор люцерны был произведён в селе Гармашевка Кантемировского района Воронежской области 07 июля 2020 г..

2.1.2 Получение фотосинтетических пигментов

Получение фотосинтетических пигментов осуществлялось по методике П. Л. Феклистова, А. И. Фёдоровой, А. Н. Никольской [3, 7]. Свежие мелко нарезанные листья поместили в стеклянный сосуд, залили водой и кипятили 1-2 мин для того, чтобы убить протоплазму. Затем воду слили, налили спирт и вновь кипятили до тех пор, пока спирт не окрасился в зеленый цвет, а кусочки листа почти обесцветились. Для фильтрации гомогенат помещался в воронку фильтра Шотта, соединённую с колбой Бунзена. Колба соединялась при помощи силиконовой трубки с насосом Камовского.

Полученная спиртовой раствор содержит четыре пигмента: зеленые (хлорофилл-а $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ и хлорофилл-б $C_{55}H_{70}O_5N_4Mg$), желтые (каротин $C_{40}H_{56}$ и ксантофилы $C_{40}H_{56}O_2$). Витамины С, А, Е, К, фолиевая кислота, железо, кальций и другие вещества.

Для выпаривания спирта, вытяжка была разлита по чашкам Петри и помещались в термостат. При температуре + 30 С° чашки Петри находились в термостате до полного испарения спирта.

2. 2 Влияние фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ на организм животного

В ходе эксперимента мы хотели проследить влияние фотосинтетических пигментов и сопутствующих им элементов на физическое состояние животного организма.

Как тест объект для изучения действия фотосинтетических пигментов была взята лабораторная мышь. В живом уголке МБУДО ЦДО «Созвездия». Было отобрано по 5 спокойных самцов подростков в возрасте одного месяца. Мыши нелинейные. Для дальнейшего наблюдения, каждый зверёк был помечена зелёной.

Перед началом эксперимента мыши находились на двухнедельном карантине. Эксперимент длился 21 день. Животных содержали в стеклянных аквариумах,

которые плотно закрывались (чтобы зверек не сбежал), и имели хорошую вентиляцию при естественном освещении и температуре 22-23°C. Рацион питания опытных групп был одинаковым и в равном количестве. Для питья у каждой группы животных использовались сконструированные нами поилки. Поилки имели следующую конструкцию: в прорезиненную крышку стеклянной бутылки мы вставили пипетку и подвесили эту конструкцию так, чтобы каждой мышке было удобно доставать и пить. Так как опытная группа в ходе эксперимента получала раствор фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ (1 г на 1 л воды), их бутылку мы изначально затонировали черной акриловой краской.

2. 2.1 Оценка качества и длины шерстного покрова

До и после эксперимента у каждого животного было оценено состояние шерстного покрова: цвет, блеск, длина шерстинок на холке, наличие или отсутствие дефектов.

На основании полученных данных составлена таблица 1. (см. приложение 1).

2. 2.2 Оценка веса мышей

Взвешивание мышей проводилось до, после и спустя неделю после эксперимента на весах Scout Pro.

На основании полученных данных составлена таблица 2 «Результаты взвешивания мышей» (см. приложение 1).

2.2.3 Оценка физического состояния мышей

С целью поиска объективной методики оценки изменения физической выносливости мышей, при употреблении 1% раствора фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ, мы остановились на тесте вынужденного плавания (тест Порсолта (Porsolt) или тест отчаяния). Данные исследования проводили в динамике: первыми были сняты фоновые показатели животных контрольной и опытной групп, далее после окончания эксперимента (на 21-е сутки), 28-е сутки и спустя 30 дней после эксперимента.

На основании полученных данных составлена таблица 3. (см. приложение 1).

02.04.2021 г. был начат эксперимент. Раствор фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ (1 г на 1 л воды) опытные животные употребляли ежедневно в течение 21 дня.

2. 3 Влияние фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ на развитие растительного организма

2.3.1 Оценка биометрических параметров редиса

Для изучения влияния фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ на растительный организм были посажены семена редиса «Жара». За растениями осуществлялся агротехнический уход, велось измерение температуры и влажности. Один раз в неделю производился полив растений: группа №1 0, 5 % раствором фотосинтетических пигментов, группа № 2 1% раствором, контрольные растения поливали отстоявшейся водопроводной водой. Опыт проводился трёхкратно. После сбора урожая были проведены

измерения длины и ширины листьев опытных растений. взвешена биомасса сухих растений, проведено золирование.

На основании полученных результатов составлена таблица 5 «Биометрические показатели опытных растений» (см. приложение 2.).

2.3.1 Определение влажности

Листья опытных растений были засушены при комнатной температуре

25 °С. Влажность сухих листьев представляет собой потерю в массе за счет гигроскопической влаги и летучих веществ. Влажность сухих листьев определяли методом высушивания до постоянной массы по методике Фроловой и Никольской [1].

Аналитические пробы сырья измельчали до размера частиц около 10 мм, перемешивали и брали навески массой 2 г. Навеску помещали в предварительно высушенный и взвешенный бюкс и ставили в сушильный шкаф. Высушивание проводили до постоянной массы при температуре 100-105°С. Влажность сырья (X) в процентах вычисляли по формуле:

$$X = \frac{(M - M_1) \cdot 100}{M} (\%)$$

где,
M – масса сырья до высушивания, г;
M₁ – масса сырья после высушивания, г.

В ходе исследования использовали муфельную печь ЭКСПС – 10 аналитические весы Przedsie biorstwo.

2.2.3 Определение общей золы

Определение общей золы проводили по методике Фроловой и Никольской [2]. Для определения общей золы брали навески измельченного исследуемого сырья массой 2 г, помещали в предварительно прокаленный и точно взвешенный фарфоровый тигель, равномерно распределяя сырье по дну тигля. Затем тигли помещали в муфельную печь. Прокаливание проводили при температуре около 700 °С в течении 20 минут. По окончании прокаливания тигли охлаждали и взвешивали. Содержание общей золы X (%) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{M_1 \cdot 100 \cdot 100}{M_2 \cdot (100 - W)}$$

где M₁ – масса золы, г;
M₂ – масса сырья, г;
W – влажность листьев кипрея, %

В ходе исследования использовали муфельную печь ЭКСПС – 10, аналитические весы Przedsie biorstw, электронные весы Scout Pro.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1 Влияние фотосинтетических пигментов на организм животного

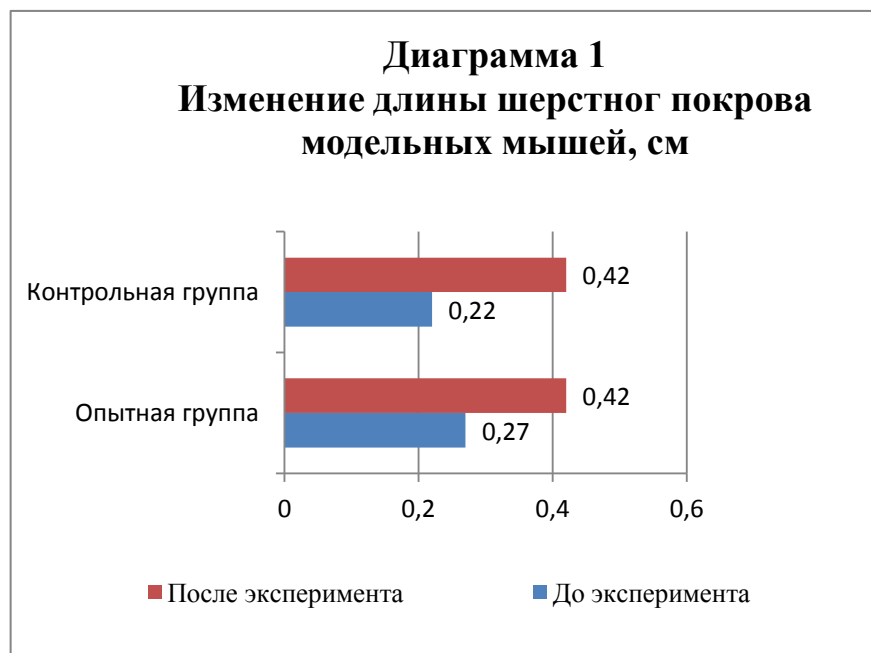
После окончания эксперимента были проведены измерения и оценка контрольных показателей. Отмечено более спокойное поведение животных опытной группы.

3.1.2 Оценка качества и длины шерстного покрова

После окончания эксперимента было отмечено, что у мышей опытной группы шерсть более шелковистая.

На основании полученных данных при измерении длины шерстного покрова построена диаграмма 1 «Изменение длины шерстного покрова модельных мышей». При анализе данных диаграммы можно отметить, что до эксперимента и после него средние значения длины шерстного покрова у животных контрольной и опытной группы близки по значениям.

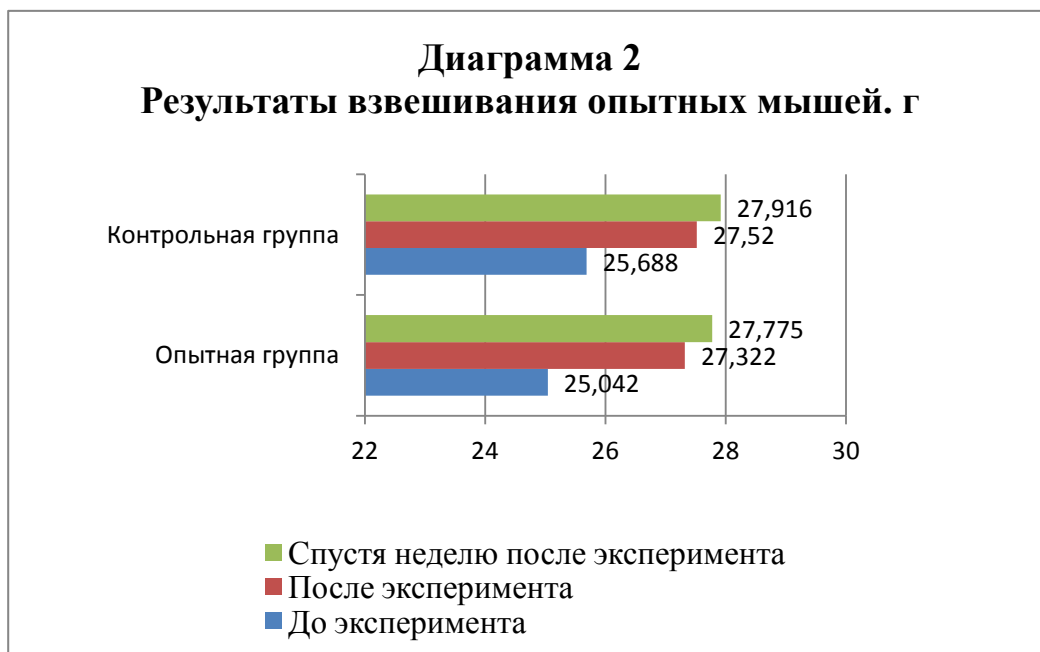
Следовательно, фотосинтетические пигменты и сопутствующие им вещества влияют на качество шерстного покрова мышей и не влияют на интенсивность роста шерстного покрова.



3.1.3 Оценка результатов взвешивания модельных мышей

Взвешивание экспериментальных групп проводилось до начала, после и спустя неделю после эксперимента. На основании полученных данных построена диаграмма 2. «Результаты взвешивания опытных мышей». При сравнении изменения веса опытной и контрольной групп, можно отметить, что исследуемые параметры отличаются незначительно.

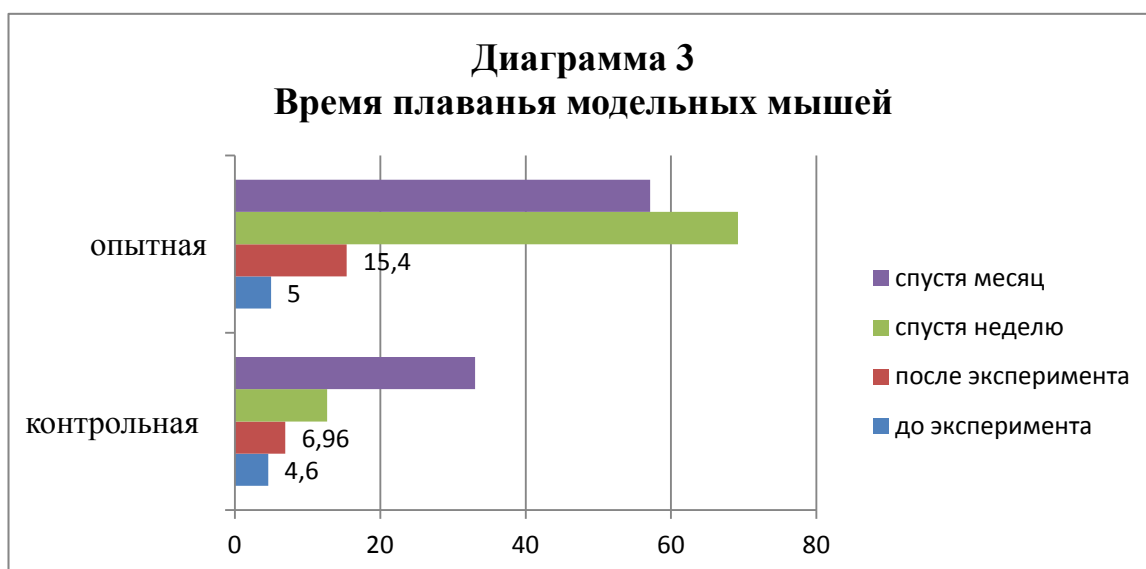
Несмотря на то, что средняя масса до эксперимента у контрольной группы больше (на 2,5%), к концу эксперимента масса контрольной группы была больше всего на 0,8%, а через неделю разница сократилась до 0,5%. Возможно это произошло за счет более спокойного поведения мышей опытной группы, которое было отмечено в ходе наблюдений. Сокращение разницы в весе у экспериментальных групп до 0,5% говорит о накопительном эффекте анализируемого вещества.



3.1.4 Оценка результатов физического состояния мышей экспериментальных групп по методу «плавающей мыши»

Фоновые средние результаты теста «плавающая мышь» у опытной и контрольной группы близки по значению. На основании полученных результатов после окончания эксперимента можно отметить, что мыши опытной группы улучшили свой средний результат на 10,4 мин, а контрольная группа-на 3,3 мин. Через неделю после эксперимента время опытной группы в среднем увеличилось на 53,4 мин., а время контрольной группы на 5,36 мин. Спустя месяц после эксперимента время плавания у контрольной группы увеличилось на 20,35м, а у опытной-уменьшилось на 12,1 мин.

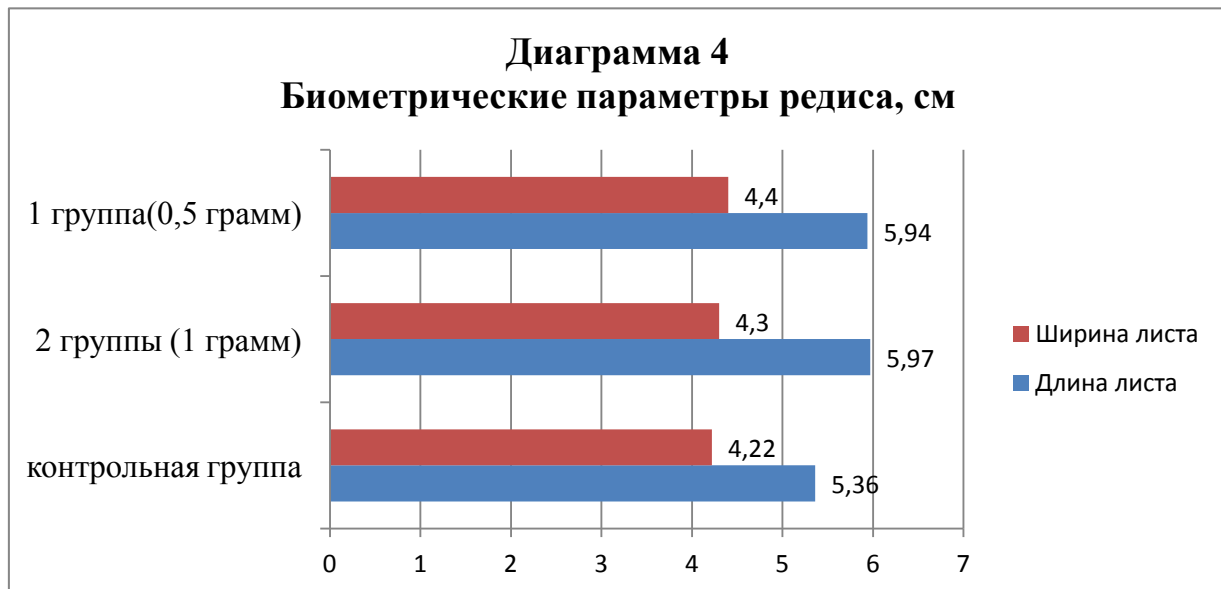
При анализе полученных результатов, можно отметить, что время плавания в контрольной и опытной группе в ходе эксперимента увеличивается связи с естественным ростом мышей. Но если в контрольной группе среднее время увеличивается на 3,3 мин., то в опытной группе среднее время увеличивается на 10,4 мин. Мы предположили, что увеличение среднего времени у опытной группы мышей связано с употреблением 1 % раствора фотосинтетических пигментов на протяжении 21 дня. Нужно отметить, что накопительный эффект действует на протяжении одной недели, через месяц употребления раствора физическая форма опытных мышей начинает снижаться.



3.3 Влияние фотосинтетических пигментов и сопутствующих им веществ на развитие растительного организма

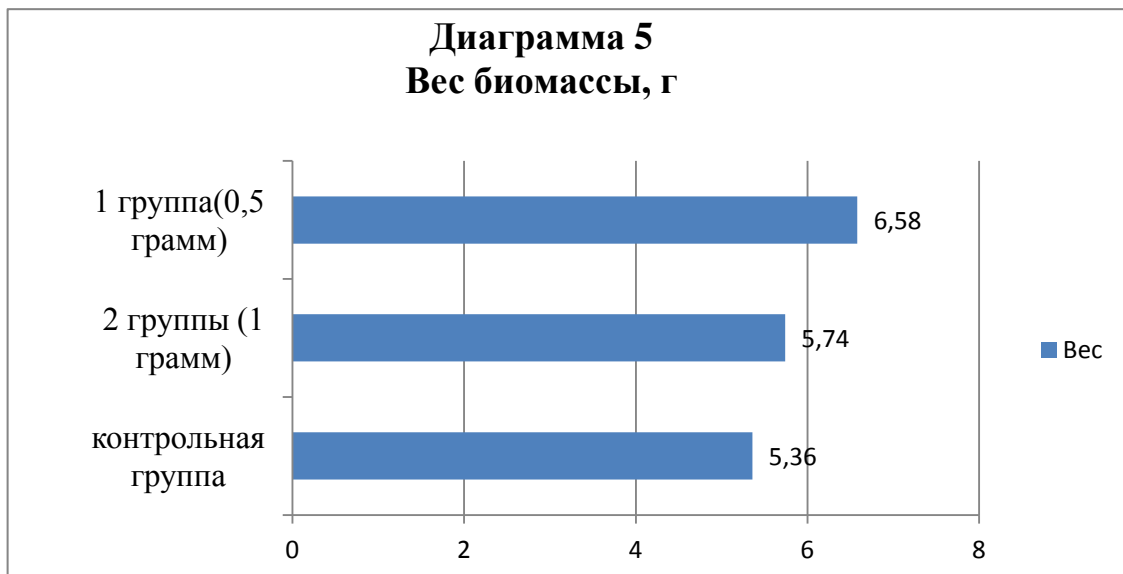
3.3.1 Оценка биометрических параметров редиса

На основании полученных результатов была построена диаграмма 4. «Биометрические показатели редиса». При анализе данных диаграммы можно отметить, что наибольшая длина листа у растений группы 2, что на 0,61 см больше, чем у контрольной группы. Наибольшая ширина листа у растений группы 1, что на 0,18 больше, чем у контрольной. При сравнении биометрических показателей опытных групп 1 и 2 можно отметить, что исследуемые параметры отличаются незначительно. Средняя ширина листа изменяется на 0,1 см, средняя длина – на 0,03 см. На основании полученных данных, можно отметить, что биометрические показатели у опытных растений близки по значению.



3.3.2 Оценка веса биомассы

На основании полученных данных была построена диаграмма 5 «Вес биомассы» Вес биомассы опытных образцов редиса различен. В контрольной группе растений вес биомассы 5,2 гр. В опытной группе №1 он составляет 6,58 грамм, что на 21% больше, чем в контроле. В опытной группе № 2 - 5,74 грамм, что на 9,5 % больше, чем в контрольной группе и на 13 % меньше, чем в группе №1. Наибольший вес биомассы и минеральных веществ у растений группы №1 и №2, Это говорит о действии фотосинтетических пигментов и сопутствующих им элементов на развитие растительного организма.



3.2.3 Определение общей золы

Влажность растительного материала 5%.

При сжигании растительного материала углерод, азот и водород улетучиваются в виде углекислого газа, воды и окислов азота. Оставшийся остаток содержит зольные элементы. Разница между весом всего сухого образца и зольным остатком составляет органическое вещество. Результаты исследования отражены в таблице 1а «Содержание золы и органического вещества в листьях модельных растений».

При анализе данных массы опытных образцов редиса и золирования, можно предположить, что для увеличения синтеза органических веществ можно вести полив 0,5% раствором фотосинтетических пигментов.

Таблица 1а

Содержание золы и органического вещества в листьях модельных растений

<i>Объекты исследования</i>	<i>% золы</i>	<i>% органического вещества</i>
Контрольная	75,6 ± 0,26	24,6 ± 0,26
Редис - 0,5% раствор	72	28
Редис - 1% раствор	74,2 ± 0,3	25,8 ± 0,3

ВЫВОДЫ

1. На основании полученных результатов, можно предположить, что раствор фотосинтетических пигментов и сопутствующих им элементов люцерны посевной (*Medicago sativa*) положительно влияет на развитие растительного и животного организма.
2. Для улучшения физического состояния организма мы рекомендуем к употреблению зелёные коктейли с 1% содержанием фотосинтетических пигментов и сопутствующих им элементов люцерны посевной (*Medicago sativa*). Для увеличения урожайности и биологической ценности пищевых растений рекомендуем полив 0,5% раствором фотосинтетических пигментов и сопутствующих им элементов один раз в неделю.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Результаты исследования имеют большое практическое значение, они доказывают, что применение «зелёных технологий» безвредно и эффективно. На основании полученных результатов будут проведены дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мансурова С. Е., Практикум по общей биологии : 10-11 кл. / С.Е. Мансурова // Москва: ВЛАДОС (Великие Луки:Великолукская городская типография), 2006 - 79 с.
2. С. Зильбернагель, А. Деспопулос Наглядная физиология перевод с англ кбн А Синюшина, 2-е издание Москва, Лаборатория знаний 2020. 427с
3. Фёдорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. // А.И. Фёдоров, А. Н. Никольская// - Воронеж, Воронежский госуарственный университет, 1997 - 314 с.
4. Якушкина Н. И., Физиология растений./ Н. И. Якушкина // М.: Просвящение, 1993. – 335 с.
5. Сигарева Л. Е., Хлорофилл в донных отложениях волжских водоемов/Отв. Ред. А.И. Копылов. М.: Товарищество научных изданий КМК 2012.- 6с.
6. Феклистов П. Л., Худяков В.В. Практикум по физиологии растений / П. Л. Феклистов, В. В. Худяков // Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002 - 52 с.
7. Каркищенко В.Н, Берзин И. А., Касинская Н.В., Деньгина С.Е., Степанова О.И., Фокин Ю.В., Ревякин А.О., Капанадзе Г.Д., Матвеевко Е.Л. Оценка физической выносливости мелких лабораторных животных на фоне применения спортивного питания «МиоАктив Форсаж» [Текст] / В.Н. Каркищенко, И.А. Берзин, Н.В. Касинская, С.Е. Деньгина, О.И. Степанова, Ю.В. Фокин, А.О. Ревякин, Г.Д. Капанадзе, Е.Л. Матвеевко// Биомедицина № 4, 2013, С. 66–69.
8. Где содержится хлорофилл—основные источники. [Электронный ресурс]. Режим доступа - (<https://monamo.ru/zdorov-eda/zdorov-gryad/istochniki-hlorofilla>)
9. История открытия каротинов. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://glazarf.ru/carotenoids#>:
10. Хлорофиллы в растениях (Крапива как источник хлорофилла. [Электронный ресурс]. Режим доступа- (<https://scienceforum.ru/2018/article/2018000829>)
11. Лабораторная мышь как объект исследования. [Электронный ресурс]. Режим доступа - (<https://scienceforum.ru/2017/article/2017032048>)
12. Условия жизни лабораторных мышей. [Электронный ресурс]. Режим доступа - (<https://yarus-spb.ru/gryzuny/mysh/laboratornye.html>)
13. Азот в жизни растений. Его роль, недостаток и способы... [Электронный ресурс]. Режим доступа - agrodom.com

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1.

Таблица 1

Параметры шерстного покрова модельных мышей

Таблица 1.1

Параметры шерстного покрова модельных мышей (контрольная группа)

№	Место метки	Состояние шерсти		Длина шерсти,		Наличие залысин	
		начало	конец	начало	конец	начало	Конец
1	между ушей	Матовая белая	Шелковистая белая, густая	0,2	0,26	Между ушей	-
2	холка	Матовая белая	Шелковистая белая. густая	0,25	0,35	нет	-
3	спина	Матовая белая	Шелковистая белая, густая	0,25	0,3	Между ушей, левый бок	-
4	основание хвоста	Матовая белая	Шелковистая белая, густая	0,35	9,5	нет	-
5	кончик хвоста	Матовая бело-серая	Шелковистая белая, густая	0,3	0,6	Над левой задней лапой	-
Среднее				0,27	0,42	-	-

Таблица 1.2

Параметры шерстного покрова модельных мышей (контрольная группа)

№	Место метки	Состояние шерсти		Длина шерсти,		Наличие залысин	
		начало	конец	начало	конец		
1	между ушей	Матовая белая, густая	Матовая белая. густая	0,3	0,5	-	-
2	холка	Матовая белая, густая	Матовая белая. густая	0,25	0,35	-	-
3	спина	Матовая белая, средняя густота	Матовая белая. густая	0,2	0,4	-	-
4	основание хвоста	Матовая белая, средняя густота	Шелковистая белая, густая	0,2	0,35	-	-
5	кончик хвоста	Матовая белая. средняя густота	Матовая белая. густая	0,25	0,5	-	-
Среднее				0,22	0,42	-	-

Таблица 2

Результаты взвешивания мышей

Таблица 2.1

Результаты взвешивания контрольной группы

№ мыши	Место метки	Вес до эксперимента, г	Вес после эксперимента, г	Вес спустя неделю после эксперимента, г
1	между ушей	23,98	25,55	26,3
2	холка	27,76	29,5	29,82
3	спина	25,63	27,63	27,68
4	основание хвоста	23,57	25,30	25,43
5	кончик хвоста	27,50	29,62	30,35
средняя		25,688 ±1,5536	27,52 ±1,676	27,916 ±1,7352

Таблица 2.2

Результаты взвешивания опытной группы

№ мыши	Место метки	Вес до эксперимента, г	Вес после эксперимента, г	Вес спустя неделю после эксперимента, г
1	между ушей	26,50	28,36	28,92
2	холка	29,86	31,30	32,06
3	спина	20,36	23,09	23,3
4	основание хвоста	25,55	27,17	27, 27
5	кончик хвоста	22,94	26,69	26,82
средняя		25,042 ±2,7136	27,3 ±2,002	27,775 ±2,273

Таблица 3

Время плавания мышей (метод плавающей мыши)

Таблица 3.1

Время плавания контрольной группы (метод плавающей мыши)

№ мыши	Место метки	Время плавания до эксперимента, мин	Время плавания после эксперимента, мин	Время плавания спустя неделю после эксперимента, мин	Время плавания спустя месяц после эксперимента, мин
1	Между ушей	5,26	7,4	21,91	29,5
2	Холка	4,06	6,8	27,58	38,5
3	Спина	3,45	6,1	24,12	29,21
4	Основание хвоста	4,57	7,05	27,5	30,15
5	Кончик хвоста	5,43	7,48	26,00	34,35
Среднее		4,6 ±0,642	6,96 ±0,414	12,71 ±2,4944	33,05 ±3,408

Таблица 3.2

Время плавания опытной группы (метод плавающей мыши)

№ мыши	Место метки	Время плавания до эксперимента, мин	Время плавания после эксперимента, мин	Время плавания спустя неделю после эксперимента, мин	Время плавания спустя месяц после эксперимента, мин
1	Между ушей	4,26	14,44	46, 37	31,4
2	Холка	2,06	13,14	83,07	67,45
3	Спина	4,46	17,45	42,30	55,5
4	Основание хвоста	6,24	18,28	82,36	51,2
5.	Кончик хвоста	6,01	13,46	41, 18	52,8
Среднее		5 ±1,294	15,4 ±2,018	69, 2 ±20,956	57, 1 ±9,43

Приложение 2.

Таблица 4

Всхожесть опытных семян

Опытный образец редиса	Дата посева	Начало всхода	Конец прораания	Количество проросших растений
Контроль	18.08.21	20.08.21	23.08.21	10
0,5 % раствор	18.08.21	20.09.21	23.09.21	10
1 % раствор	18.08.21	20.08.21	23.08.21	10

Таблица 5

Биометрические показатели опытных растений

Опытный образец	№ растения	Длина листа с черешком	Длина корнеплода	Длина корня	№ листа	Длина листа, см	Ширина листа, см
Контроль	1	14	4,8	12	1	6,7	5
					2	7	4,6
					3	5,6	3
					4	5,2	3,9
					5	3,6	2
Среднее значение						5,62	3,7
	2	17	8	6	1	6,6	4,4
					2	3,4	2,1
					3	7	4,6
					4	6,7	4,3
Среднее значение						5,925	3,85
	3	17,4	7,5	5,9	1	7,7	4,9
					2	3,3	2,7
					3	5,5	4
Среднее значение						5,5	3,86
	4	17	7,5	5,3	1	3,3	5,2
					2	4,3	4,2
					3	3,3	3,6
Среднее значение						4,7	4,3
	5	13	6	7,5	1	5,6	4,2
					2	5,7	4,5
Среднее значение						5,65	4,35

	6	17	8,5	8,5	1	5	5
					2	5,7	5,7
Среднее значение						5,35	5,35
	7	15	7	7,9	1	6	5,1
					2	6	4,7
Среднее значение						6	4,9
	8	17,2	5,6	6,3	1	7,5	5,3
					2	2	1,5
					3	6,5	5,1
					4	6	4,2
Среднее значение						5,5	4,025
	9	17,5	7	5	1	6,5	5
					2	5,3	4,2
					3	2,5	1,7
Среднее значение						4,76	3,63
	10	16,2	5	11,8	1	5,7	5,1
					2	2,5	2,3
					3	4,5	4,9
					4	5,5	4,5
Среднее значение						4,55	4,2
Один грамм(1 коробка)	1	21,6	6,5	7,1	1	4,9	3,2
					2	8	6,7
					3	7	4,7
					4	5,8	3,8
					5	7,4	6
Среднее значение						6,62	4,88
	2	19,5	4,5	5,5	1	6,2	3,9
					2	7,1	4,2
					3	3,2	2,2
					4	2,2	4,4
					5	6,5	5
Среднее значение						5,04	3,94

Продолжение таблицы 5

	3	21,8	5,5	8,5	1	8,3	5,5
					2	8,5	6
					3	7,9	5,5
					4	3,9	2,5
Среднее значение						7,15	4,875
	4	17	3	10	1	6,5	4,9
					2	5,4	3,6
					3	2	1,2
					4	7	5,2
Среднее значение						5,225	3,725
	5	20,1	7,2	6,7	1	6,2	2,9
					2	7,3	5,3
					3	7,5	3
					4	6,8	5,2
					5	3,5	3
Среднее значение						6,26	3,88
	6	24,5	4,5	6	1	7,5	4,1
					2	7,1	4,9
					3	6,9	4
					4	8,4	5,2
					5	6,4	5,5
					6	2,5	2,3
					7	5,7	4,6
Среднее значение						6,36	4,371
	7	20	6	7,5	1	7,6	4,8
					2	3,5	3,2
					3	7,1	5,2
					4	6,8	6,3
					5	5,6	5,2
Среднее значение						6,12	4,94
	8	18,5	5	4,5	1	7,4	5,1
					2	7	4,9
					3	6	4,7
					4	7,5	4,7
Среднее значение						6,975	4,85

Продолжение таблицы 5

	9	17	8,5	3,5	1	8,9	5
					2	7,9	4,7
					3	6,3	4
					4	5,1	2,1
Среднее значение						7,05	3,95
	10	16,5	7	12,1	1	6,3	4
					2	4,9	3,2
					3	6,5	4,6
					4	4,4	4,1
					5	3,2	2,6
Среднее значение						5,06	3,7
Один грамм (2лоток)	1	17,5	5	9,5	1	4,3	3,2
					2	4,1	3,9
					3	5,2	4,9
					4	3,1	3
					5	5,6	4,8
Среднее значение						4,46	3,96
	2	21	7,5	7	1	4,5	3,9
					2	5	3,5
					3	3	3,1
Среднее значение						4,17	3,5
	3	13,5	5	5,5	1	6,1	5,2
					2	5,9	5
					3	2,4	1,6
					4	5,7	5,2
Среднее значение						5,025	4,25
	4	18,6	7	5	1	6,7	4,9
					2	3,9	3,3
					3	6,3	4,4
					4	6,3	4
Среднее значение						5,8	4,15
	5	16,7	5,5	6	1	5,1	4,2
					2	6,3	5
					3	5,7	4,3

Среднее значение						5,7	4,5
	6	18,2	3,5	5,6	1	5,2	4
					2	6,6	5,5
Среднее значение						5,9	4,75
	7	17,6	5	5,2	1	7,3	4,72
					2	7,1	4
Среднее значение						7,2	4,35
	8	16	6	3	1	6,3	4,2
					2	5,2	2,2
					3	5	2,7
Среднее значение						5,5	3,03
	9	18	3,5	6,2	1	7,1	6
					2	6,2	4,9
					3	4,3	3,9
					4	5,4	4
					5	4,9	3,9
Среднее значение						5,58	4,54
	10	19	4,5	5,7	1	7	4,6
					2	10,5	6,7
					3	7	4,6
Среднее значение						8,17	4,63
0,5 грамма (1лоток)	1	21,5	8	8,5	1	7,8	6,1
					2	5,3	4,1
					3	5,9	5
Среднее значение						6,33	5,07
	2	19,1	4,3	9,8	1	9,2	6,5
					2	7,5	5,4
					3	4	2,2
Среднее значение						6,9	4,7
	3	16,3	6	10,7	1	7,3	5,6
					2	6,2	4,8
					3	5,3	3,8
					4	2,7	2

Среднее значение						5,375	4,05
	4	17,4	5,1	6	1	8	6,5
					2	4,8	5,5
					3	7,2	6
					4	2,9	3,1
Среднее значение						5,725	5,275
	5	14,8	5,6	6,8	1	5,9	4,4
					2	7	4,5
					3	3,5	2,5
					4	5,5	3,6
					5	3,7	3,1
Среднее значение						5,12	3,62
	6	17,6	6,5	7	1	4,7	3,8
					2	5	4,5
					3	5,4	4,1
					4	2,8	3
Среднее значение						4,475	3,85
	7	19	5,6	13	1	8,2	5,5
					2	7,8	6
					3	6,5	3,8
Среднее значение						7,5	5,1
	8	22	6	7,5	1	7,1	5,5
					2	5,6	5,6
					3	4	3,6
Среднее значение						5,57	4,9
	9	14,5	6	10	1	4,5	4
					2	5,7	4,5
					3	4,1	3,4
Среднее значение						4,77	4,03
	10	17	6,5	10,5	1	6,2	3,7
					2	6,5	4,5
					3	9,8	6,7
Среднее значение						7,5	4,97

0,5 грамма (2 лоток)	1	15,6	5,5	4	1	5,9	4,6
					2	2,7	1,7
					3	6	4
					4	6	4,5
					5	3,7	2,6
Среднее значение						4,86	3,46
	2	16	6,5	5,2	1	5,6	3,8
					2	4	2,7
					3	7,4	5
					4	4,4	3,3
Среднее значение						5,35	3,7
	3	24	7	8,1	1	7,2	4,7
					2	6,2	3,6
					3	9,3	5,7
Среднее значение						7,57	4,67
	4	18	5	4,5	1	4,1	4,9
					2	4,1	3,3
					3	4,5	4
					4	5,6	3,9
Среднее значение						4,575	4,025
	5	20,5	5,5	7,5	1	6,3	4,1
					2	6	4,5
					3	4,3	3,2
					4	4,2	3,5
Среднее значение						5,2	3,825
	6	19	4,2	6,2	1	8,5	5,2
					2	7	5
Среднее значение						7,75	5,1

	7	17,5	5,5	5,5	1	5,5	4
					2	4,7	3,9
					3	6,2	4,7
Среднее значение						5,47	4,2
	8	21	5	6	1	5,5	3,8
					2	6,2	4,3
					3	7,2	4,9
Среднее значение						6,3	4,33
	9	23,5	5,5	4,5	1	7	5,6
					2	7,6	4,3
					3	6,5	4,7
					4	6,8	4,9
Среднее значение						6,975	4,875
	10	21	5	5,5	1	7,2	6
					2	3	2,5
					3	6,9	5,2
					4	4,5	3,5
Среднее значение						5,4	4,3