

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НЕТИПОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРОДСКОЙ ДВОРЕЦ
ТВОРЧЕСТВА ЮНЫХ»
ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «КРЕСТОВСКИЙ ОСТРОВ»

**Испытание микроудобрений, производимых при
переработке использованных батареек, при проращивании
семян некоторых овощных культур**

Автор:

Минин Арсений Васильевич, 11 кл. 393
лицей

Научный руководитель:

Еремеева Елена Юльевна., к.п.н.,
педагог дополнительного образования
ЭБЦ «Крестовский остров»

Санкт-Петербург
2022

Содержание

Введение	3
1. Краткий обзор литературы.....	4
1.1. Проблема утилизации батареек как опасных отходов	4
1.2. О роли микроэлементов в развитии растений.....	6
1.3. Характеристика овощных культур, использованных для тестирования микроудобрения.....	7
2. Исследование применения удобрения Trace Mix в различных концентрациях при проращивании семян некоторых овощных культур.....	9
2.1. Материалы и методика.....	9
2.2. Обсуждение результатов	12
3. Выводы	22
4. Заключение	22
Список литературы.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проекта. Одна из актуальных проблем загрязнения окружающей среды - увеличение объемов образования промышленных и бытовых отходов [9]. К таким отходам относятся использованные батарейки, которые содержат токсичные вещества. При разрушении элемента они попадают в окружающую среду [18]. Утилизация отходов позволяет вернуть в производственный цикл полезные ресурсы и предотвратить накопление опасных отходов [6]. Возможно использование микроэлементов, содержащихся в щелочных батарейках для производства удобрений, применяемых для повышения эффективности сельскохозяйственных угодий. Разработкой и внедрением эти удобрений занимается компания, которая производит микроудобрения TRACE GROW. Удобрения применяются для повышения урожайности при выращивании и предпосевной обработке семян многих полевых культур, однако испытаний их эффективности на зеленых овощных культурах компанией не проводилось [19].

Представители обратились в Эколого-биологический центр «Крестовский остров» с предложением провести испытания их продукции на овощных культурах. 2018-2019 гг. были проведены опыты по испытанию эффективности воздействия микроудобрений на различные сорта салата и шпината, которые подтвердили их эффективность при определенной концентрации [14].

В 2020 году было решено продолжить опыты и проверить воздействие микроудобрения на прорастание семян некоторых популярных зеленых культур (огуречной травы бораго, рукколы и шпината) и определить наиболее эффективную концентрацию раствора микроудобрения для увеличения всхожести семян и роста сеянцев. Следует отметить, что выращивание из семян «микророзели» (проростков зеленых овощных культур для употребления в пищу) очень популярно среди любителей-овощеводов [22].

Гипотеза исследования: микроудобрение положительно воздействует на прорастание семян данных зеленых культур, но в определенной концентрации, которую возможно определить, если поставить опыт по проращиванию семян, используя пробы с применением микроудобрения в различных концентрациях и сравнить с контрольным образцом.

Цель исследования - определение воздействия микроудобрения Trace MIX на всхожесть семян овощных культур: огуречной травы, шпината и рукколы.

Основные задачи исследования:

1. Определение динамики прорастания, процента всхожести семян и прироста сеянцев огуречной травы (бораго) в условиях применения микроудобрения Trace MIX в различном разведении при наличии контрольной пробы.
2. Определение динамики прорастания и процента всхожести семян шпината в аналогичных условиях.
3. Определение динамики прорастания и процента всхожести семян рукколы в аналогичных условиях.
4. Анализ результатов, полученных в ходе применения разных концентраций удобрения Trace MIX при проращивании семян огуречной травы, шпината и рукколы и определение наиболее эффективной концентрации микроудобрения Trace MIX.

1. КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Проблема утилизации батареек как опасных отходов

Первый химический источник тока был изобретен итальянским ученым Александром Вольта в 1800 году. Это был сосуд с соленой водой с опущенными в него цинковой и медной пластинками, с проволочными токовыводами. В 1865 году французский химик Ж. Лекланше предложил свой гальванический элемент, состоявший из цинкового стаканчика с водным раствором хлористого аммония, в который был помещен агломерат из оксида марганца (IV) MnO_2 в качестве деполяризатора с угольным токоотводом. Модификация этой конструкции используется в солевых батарейках [5;10]. В современных химических источниках тока используются: в качестве восстановителя (материал анода): свинец Pb, кадмий Cd, цинк Zn; в качестве окислителя (материал катода): оксид свинца PbO_2 , гидроксид никеля NiOH, оксид марганца MnO_2 и другие; в качестве электролита — растворы щелочей, кислот или солей [3].

Использованные батарейки опасны своим химическим составом. Это связано с токсичностью основных веществ батареек. Со временем емкость элемента разлагается, что приводит к выбросу токсических веществ в окружающую среду, то есть в почву и воздух. Вредные составляющие попадают в грунтовые воды, а потом и в водохранилища. На свалках элементы питания подвергаются сжиганию, но дым, содержащий диоксины, попадает в воздух [12].

На долю элементов питания приходится до 40% объема опасных веществ, поступающих в окружающую среду с бытовыми отходами. Всего одна выброшенная пальчиковая батарейка загрязняет около 20 кв. метров земли [18].

В настоящее время федеральное законодательство России не регламентирует обращение с отработанными батарейками, образующимися у населения, в частности, не устанавливает требование обязательности их отдельного сбора [17]. Однако некоторыми законными актами введена ответственность производителей и импортеров за утилизацию произведенных и импортированных ими товаров. Правильная реализация данного положения на практике должна привести к появлению и развитию систем отдельного сбора опасных отходов, а в будущем к реализации проектов утилизации и повторного использования [13].

В «Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО) батарейки и аккумуляторы относят к классу опасности II. В классификации отходов они принадлежат к группе отходов потребления производственным и непромышленным, далее - к группе электрического оборудования, утратившего потребительские свойства, далее - к батареям и аккумуляторам, утратившим потребительские свойства, далее - к химическим источникам тока марганцево-цинковым, щелочным, неповрежденным, отработанным [13]. Появление данного вида отхода в ФККО говорит о признании на законодательном уровне его высокой опасности для окружающей среды.

В России переработка батареек производится на заводе «Мегаполисресурс» в Челябинске. Завод основан в 2004 году, а переработкой батареек компания

начала заниматься в октябре 2013 года. В начале 2017 года одно из предприятий, входящих в группу компаний «Мегаполисресурс», получило лицензию на сбор и транспортировку батареек. Сейчас предприятие готово перерабатывать до 1000 тонн батареек в год, в предыдущие годы по всей стране не собиралось больше 300–400 тонн [20].

Ручная сортировка позволяет распределить изделия в соответствии с их типом. Контейнерная линия доставляет элементы питания в дробилку, где происходит их измельчение. Полученное сырье попадает под магнитную ленту, которая отделяет крупные элементы металлического корпуса. Оставшаяся часть подвергается повторному дроблению и отделению железа. Полученная масса содержит электролит и нуждается в процессе нейтрализации. В результате гидрометаллургических технологий сырье разделяется на отдельные компоненты и упаковывается [9].

В мире на сегодняшний день выпущено более 10 миллиардов щелочных батареек. В мире количество использованных щелочных батареек превышает 1 млн. тонн в год. Ежегодный рост количества использованных батареек оценивается в 5-6 процентов. Государства-члены ЕС обязались перерабатывать около 50 процентов от общего веса батареек. Это около 125 000 т переработанного материала в год. В странах ЕС действует специальная директива, которая обязывает производителей и импортеров данного товара соблюдать ряд требований. В частности, ограничивать содержание ртути и кадмия в батарейках, наносить специальную маркировку на каждое изделие, организовывать сбор использованных батареек, перерабатывать и обезвреживать их [19].

Благодаря новаторским технологиям целого ряда компаний возможно повторное использование микроэлементов в сельском хозяйстве. В данном исследовании были использованы продукты компании Trace Grow.

О технологии переработки батареек компании Trace Grow

Продукция финской компании позволяет использовать повторно до 80 процентов микроэлементов в щелочных батареях. Термин «cleantech» означает чистая технология, имеет отношение к продуктам и технологиям, которые способствуют разумному использованию природных ресурсов и предотвращают или ограничивают негативное воздействие производственных операций на окружающую среду [19].

Чистая технология Trace Grow увеличивает эффективность переработки щелочных батареек до более чем 80 процентов. Это позволяет восстанавливать ценные микроэлементы, используемые в батареях. Компания Trace Grow прибегает к более разумным способам использования природных ресурсов внедряя принцип «круговой» экономики. Этот принцип заключается в том, чтобы сохранить продукты, компоненты и материалы в обороте как можно дольше [19].

Удобрение было создано как микроудобрение, преимущественно применимое для полевых культур (зерновые, бобовые, кормовые) с распылением его на листья. На сайте компании размещены данные об испытаниях удобрений для повышения урожайности упомянутых выше культур, а также материалы с положительными результатами предпосевной обработки семян некоторых из этих культур. Однако опубликованных данных о результатах использования данных удобрений на зеленных овощных культурах пока нет. [19].

1.2. О роли микроэлементов в развитии растений

Микроэлементы - это химические элементы, содержащиеся в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже) и необходимые для их нормальной жизнедеятельности. Насчитывается свыше 30 микроэлементов — металлов (Al, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Ni, Sr и др.) и неметаллов (I, Se, Br, F, As, B)[18].

Для полноценного питания растениям, кроме главных элементов — азота, фосфора, калия и магния — важны такие, как бор, цинк, марганец, молибден, иногда йод, кобальт, никель. Это микроэлементы, которые требуются растениям в количествах, измеряемых тысячными и сотыми долями процента [2].

Действие микроэлементов, входящих в состав биологически активных соединений, проявляется главным образом в их влиянии на обмен веществ. Некоторые микроэлементы влияют на рост растений (B, Mn, Zn, Cu), размножение растений (Mn, Cu, Mo). Недостаток или избыток микроэлементов в живом организме приводит к нарушению обмена веществ. Микроэлементы используют для повышения урожайности сельскохозяйственных культур (микроудобрения) [2].

Марганец участвует в высвобождении энергии из молекул ее переносящих, в распаде гормонов растений, совместно с Fe в транспорте энергии, необходимой для фотосинтеза, в процессе усвоения N, который замедляется при дефиците Mn [2]. Усваивается растением в меньшей степени на насыщенных влагой почвах

Усвоение Mn возрастает при повышении pH, однако особенно высокий уровень pH снижает усвоение марганца [7]. Показатели дефицита марганца: у видов с широкими листьями появляются желтые некротические пятна между жилками листа - в первую очередь проявляющиеся на молодых листьях. У зерновых – появляются серовато-зеленые точки и полосы на базальной стороне листьев. Дефицит марганца приводит к снижению урожайности и низкому качеству урожая [2].

Цинк является катализатором во многих ферментных системах, в составе ферментов участвует в метаболизме, контролирует синтез аминокислоты триптофана, предшественника ауксина, регулятора роста крахмала и азота. Во многих случаях большая часть растворимого Zn находится в виде органических соединений. Повышение pH снижает усвоения цинка. Дефицит цинка проявляется в условиях низинных почв, а также на почвах с переизбытком фосфора [2]. Симптомы дефицита цинка. В большинстве случаев у растений развиваются короткие междоузлия и хлоротические области в старых листьях, а также мелкие желтые точки, а на злаках - желтые хлорозные междужилковые полосы. У фруктовых деревьев происходит отмирание почек и побегов после 1-го года, опадение листвы. В целом у растений наблюдается замедленный рост и нарушение клеточных функций [2; 1].

Сельскохозяйственные земли во всем мире нуждаются в дополнительных микроэлементах. Одним из важных условий жизни сельскохозяйственных растений и получения высоких урожаев является наличие в почве достаточного количества в оптимальном соотношении макро- и микроэлементов.

Микроэлементы в почве в конечном счете оказывают значительное влияние на социальное, экономическое и экологическое развитие обществ, а также на здоровье населения. По оценкам, около двух миллиардов человек ежегодно страдают от дефицита цинка в своем рационе, и из-за этого умирают сотни тысяч людей. Рекомендуемое количество цинка в ежедневном рационе человека составляет 7-9 мг [11; 12].

Эта глобальная проблема может быть решена путем дополнительного применения микронутриентов, которые сохраняют макронутриенты в пределах полей и помогают растениям их усваивать. Фирмой Grace Grow технология производства микроудобрений на основе переработки щелочных батареек, содержащих цинк и марганец, самым микроудобрением. Распространение продукта повышает качество и количество урожая, одновременно улучшая экологическую ситуацию.

1.3. Характеристика овощных культур, использованных для тестирования микроудобрения

Огуречная трава, бурачник лекарственный. *Borago* – род цветковых растений семейства Бурачниковые (*Boraginaceae*). Род представлен монотипным с единственным видом бурачник лекарственный (лат. *Borago officinalis*), однолетним травянистым растением [15].

Бурачник лекарственный, или огуречная трава - однолетнее растение, жёстковолосистое, высотой 60—100 см. Корень стержневой. Стебель прямой или восходящий, толстый, ребристый, полый, вверху разветвлённый. Прикорневые и нижние стеблевые листья эллиптические или овальные, на верхушке тупые, к основанию сужены в короткий черешок; стеблевые листья продолговато-яйцевидные, сидячие, стеблеобъемлющие, как и стебли, покрыты жесткими беловатыми волосками [8]. Цветки на длинных ножках собраны в завитки; чашечка густо-жестковолосистая, почти до основания разделена на линейно-ланцетные доли, венчик длиннее чашечки, тёмно-голубой, реже беловатый, с короткой трубочкой. Тычинок пять. Плод - продолговато-яйцевидный, мелкобугорчатый орешек. Цветёт в июне—августе. Плоды созревают в июле-сентябре [4].

Культура происходит из Сирии, в диком виде произрастает в Малой Азии, странах Южной Европы, Северной Африки и Южной Америки. Растёт на огородах, мусорных местах, как сорняк. Огуречная трава известна с глубокой древности. В Древнем Риме и в средневековой Европе листья и цветки травы добавляли в вино для придания воинам храбрости перед боем, а пирующим — для избавления от печали и меланхолии. В медицине прошлого листья растения применяли в свежем и сухом виде при суставном ревматизме, подагре, кожных болезнях, вызванных нарушением обмена веществ, как успокаивающее, мягкое слабительное, мочегонное, потогонное и обволакивающее средство [15].

В странах Западной Европы огуречная трава культивируется как овощное растение. Молодые листья пахнут свежим огурцом, вкус их освежающий, напоминает огурцы с привкусом лука. В пищу используют листья в свежем виде, цветки — в свежем и засахаренном. Цветки огуречной травы в свежем и сушёном

виде применяют в ликёрной и кондитерской промышленности. В Иране традиционно высушенные цветки завариваются и употребляются как горячий напиток наряду с чаем. Листья собирают до появления цветочных побегов, молодые растения используют целиком вместо шпината [16].

Идеальная температура субстрата при проращивании семян огуречной травы составляет +24°C до прорастания семян, затем снижается до +16°C [22].

Шпинат (латинское название *Spinacia*) — род травянистых растений семейства Маревые (*Chenopodioideae*) [4]. Самый известный представитель рода — шпинат огородный (*Spinacia oleracea*), широко представленный в культуре, используется в кулинарии, применяется как при приготовлении салатов, так и в качестве составной части различных блюд [16]. Это однолетнее или двулетнее растение высотой от 25 до 50 см. Листья прикорневые и нижние черешковые треугольнокопьевидные. В пищу употребляется розетка листьев. Сами листья могут быть гладкими либо шероховатыми [15].

В дикой природе встречается в Передней Азии, культивировать его начали в Персии. Был одним из самых популярных овощей арабского мира. В Европе эта культура стала известна не позднее XIII века, в последствие став популярной весенней культурой и в некоторых ситуациях даже деликатесом. Однако в России шпинат до конца XIX века был доступен только аристократам [15].

Семена шпината прорастают медленно, нуждаются в предварительном замачивании. Оптимальная температура для проращивания и развития сеянцев шпината от 15 до 18 °C. Посев подготовленных семян шпината осуществляют на глубину 1-1,5 см в такой же субстрат, в котором выращивают рассаду шпината. Под субстрат в посуду укладывают слой дренажа высотой 2-3 см. Посевы накрывают пленкой до появления всходов [23].

Руккола садовая (*Eruca sativa*), ботаническое название индау посевной, или гусеничник посевной, или эрука посевная. Данный вид относится к семейству капустные (*Brassicaceae*), которое ранее имело другое название – крестоцветные (*Cruciferae*) / Индау посевной - однолетнее растение высотой от 30 до 60 см. Прямой, ветвистый стебель длиной 40 см. листья мясистые, рассеянно-волосистые, со своеобразным запахом [16].

В дикой природе встречается на: севере Африки, Юге и в центральной части Европы, Малой и Средней Азии. В России встречается в европейской части и предгорье Кавказа. Выращивать рукколу начали ещё в Древнем Риме, где ей приписывали полезные свойства, никак не связанные с реальной пользой рукколы в рамках антибактериального и улучшающего пищеварение действия [4].

Агротехника посева семян рукколы. Посев семян рукколы проводят рядовым способом с междурядьями в 30 - 45 см. Семена заглубляют на 2-4 см в зависимости от типа почвы. Особенностью культуры является растянутый период прорастания семян. Поэтому с появлением всходов проводят несколько прореживаний, оставляя в ряду самые сильные через каждые 8-10 см. Семена рукколы начинают прорастать при температуре воздуха +9...+10 °C, но оптимальной для получения быстрых и дружных всходов является +17...+23 °C [21]

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ TRACE MIX В РАЗЛИЧНЫХ ЕГО КОНЦЕНТРАЦИЯХ ПРИ ПРОРАЩИВАНИИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

2.1. Материал и методика

Данное исследование проводилось в несколько этапов, которые осуществлялись на территории Эколого-биологического центра «Крестовский остров», а затем – в домашних условиях.

Место и сроки проведения исследования

Исходный опыт не дал положительного результата. Он был заложен в Эколого-биологическом центре «Крестовский остров». Первоначально все опыты планировалось проводить в теплицах Эколого-биологического центра: были отобраны семена четырех сортов латука посевного (*Lactuca sativa*) чтобы уточнить результаты, полученные при выращивании сеянцев латука посевного в 2018 и 2019 гг. учащимися ЭБЦ Филипповой Д.Е. и Филипповой М.Е. [14]. Опыт был заложен в сентябре в поликарбонатной теплице. Для выращивания культур использовались контейнеры, размещенные таким образом, чтобы освещение и подогрев были равномерны. Однако после прорастания рассады контейнеры были перенесены в основные оранжереи по требованию садоводов, которым потребовались площади для размещения посадочных материалов на зимнее время. Полив производился регулярно, но, вскоре после перемещения большая часть рассады погибла (некроз листьев). Причину некроза не удалось выяснить. Повторное выращивание сеянцев было нецелесообразно в связи с описанными рисками.

Поэтому было принято решение проводить опыты по испытанию микроудобрения при проращивании семян зеленных овощных культур в домашних условиях, что также актуально, особенно в связи с популярностью выращивания «микрозелени» из семян на дому.

Первый опыт был заложен в домашних условиях. Было принято решение перенести проведение опыта на январь, на начало увеличения светового дня. В связи с недостатком площадей было решено проводить опыт в домашних условиях, а предметом исследования сделать не выращивание рассады, что потребовало бы больших посевных площадей для получения статистически достоверных данных. Было решено провести испытание воздействия микроудобрений на прорастание семян и выбрать подходящую овощную культуру. Был выбран бораго (огуречная трава).

Сроки проведения опыта в домашних условиях: с 08.01.2020 по 24.01.2020.

Второй опыт был повторением первого для уточнения полученных результатов. Он был заложен в домашних условиях. Он был поставлен на май, с более тёплыми условиями и длинным световым днём.

Сроки проведения второго опыта - с 20.05.21 по 31.05.21.

Третий четвертый опыты были проведены также в домашних условиях, но с семенами других овощных культур – рукколы и шпината. Период проведения опытов на рукколе и шпинате: с 11.06.22 по 22.06.22.

Материалы исследования

Овощные культуры. Для проращивания семян в домашних условиях была использована овощная культура огуречная трава (*Borago officinalis*). Семена данной культуры крупные и характеризуются хорошей всхожестью и быстрым прорастанием по сравнению с использованными ранее семенами латука. Поэтому данная культура была выбрана для проведения опыта с проращиванием сеянцев.

В опытах, проведенных в 2022 году, были использованы такие культуры, как шпинат (*Spinacia oleracea*), и руккола (*Eruca sativa*). Они удобны для использования в опыте, поскольку неприхотливы, характеризуются хорошей всхожестью семян, а также нередко выращиваются овощеводами-любителями в домашних условиях как «микروزелень».

Микроудобрения. В опытах использованы микроудобрения Trace Mix (новое название на сайте компании - ZM Grow). Удобрение производится и доставляется потребителям в жидком виде. Более подробная характеристика микроудобрения представлена в литобзоре. Микроудобрения были доставлены в Эколого-биологический центр «Крестовский остров» представителями компании. Ранее была достигнута договоренность об испытаниях удобрений компаний на базе нашего центра и обсуждены объекты для тестирования.

Почвенный субстрат. В качестве субстрата была использована компостная земля, которая закладывается и созревает на участке центра. Перед началом опыта фирмой-производителем микроудобрений был проведен анализ компостного субстрата на содержание макроэлементов, чтобы исключить возможное влияние недостатка основных элементов питания в субстрате для проращивания семян. Так было установлено, что внесения макроудобрений в ходе опыта не потребуется.

Оборудование. Для проращивания семян использованы пластиковые контейнеры с радиусом 7 см и высотой 4 см (фото1 и 2).



Фото 1. Контейнеры, использованные для опыта



Фото 2. Контейнер с почвенным субстратом

Условия проведения опыта

Контейнеры были размещены на подоконнике высотой 70 см и шириной 30см. Окно ориентировано на юго-запад.

Перед проращиванием семян производились периодические поливы и ежедневные проветривания контейнеров.

В первом опыте для выравнивания условий освещенности прогрева субстрата контейнеры ежедневно поворачивались на 45 градусов по часовой стрелке в течение всего опыта.

Во втором опыте было учтено расположение окна: неравномерность освещения могла повлиять на результаты. Во избежание краевого эффекта контейнеры перемещались. В таблице 1 отражено перемещение контейнеров в течение опыта. Кроме этого, один раз в сутки утром контейнеры поворачивались на 45°.

В третьем и четвертом опыте со шпинатом и рукколой использована та же схема перемещения контейнеров для предотвращения краевого эффекта.

Дата и время суток		Положение контейнеров (указаны номера)			
20.05.21	08:00	1	2	3	4
	18:00	2	1	4	3
21.05.21	08:00	3	4	1	2
	18:00	4	3	2	1
22.05.21	08:00	1	2	3	4
	18:00	2	1	4	3

Ход опытов

В ходе всех опытов выяснялась наиболее эффективная концентрация удобрения Trase MIX для трех зеленных овощных культур, упомянутых выше.

Перед опытом закуплены семена данных культур, которые были распределены на 4 порции по 50 семян в каждой – для проведения испытаний на 4 пробах (три варианта разведения и контроль).

Были подготовлены 4 контейнера с субстратом, в каждый внесено по 50 семян на рекомендованной в инструкциях глубине.

Перед внесением микроудобрения Trase Mix оно было разведено в трех концентрациях для каждой пробы (см. таблицу 2). Расчет концентрации был произведен в соответствии с устными рекомендациями представителя компании. Были учтены: рекомендуемое разведение жидкого удобрения в воде и расход полученных разведений на площадь посевов.

Исходя из того, что рекомендации компании разработаны в основном для выращивания полевых культур, а в нашем исследовании проводится испытание воздействия микроудобрения на не исследованные ранее зеленные культуры, было решено сравнить с контролем не только эффект рекомендуемого разведения (примерно 20 мл на 1 л воды), но и воздействие меньшей и большей концентраций микроудобрения, чтобы получить спектр для подбора наиболее эффективной для прорастания и развития сеянцев данных культур концентрации.

Таблица 2. Концентрация микроудобрений (опыт 1)

Контроль	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Без внесения удобрения	10мл:1л	20мл:1л	40мл:1л

Далее после посева производился уход за субстратом: проветривание, опрыскивание. За тем удобрение было распылено в контейнерах. На каждый

контейнер (кроме контроля) приготовленные разведения внесены в дозировке 8 мл разведения (указанного в таблице) на площадь одного контейнера.

Отметим, что в ходе второго опыта расчет концентрации был скорректирован. Перед вторым опытом был произведён перерасчёт концентрации. За основу новых вычислений были взяты данные с официального сайта — на 200 литров воды нужно развести 2-3 литра удобрения. Затем всё это нужно распределить на 1 Га. Исходя из этого концентрации рассчитали на площадь контейнера. Полученные варианты концентрации отражены в таблице 3. В таблице указано количество самого удобрения (в мл), для внесения они все разводились в равном количестве воды. Такие же разведения были использованы в опытах со шпинатом и рукколой.

Таблица 3. Концентрация микроудобрения в мл на 1 л воды (опыт 2, 3, 4)

Контроль	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Без внесения удобрения	0,2	2	20

Во всех опытах при прорастании семян количество всходов ежедневно фиксировалось. По завершении каждого опыта подсчитывалось количество всходов в каждом контейнере. Полученные количественные данные были обработаны с помощью программ Microsoft Excel и LibreOffice Calc.

Следует отметить, что в ходе второго опыта, помимо количества всходов, измерялась высота всходов в течение всего времени его проведения. В качестве примера на фото 3 8 показаны всходы бораго в начале опыта 2 и по его завершении.

Фотографии всходов огуречной травы (*Borago officinalis*) в ходе проведения опыта 2

Появление всходов на второй день проращивания семян



Фото 3. Контроль



Фото 3. Проба 1



Фото 4. Проба 2



Фото 5. проба 3

Вид сеянцев по завершении опыта



Фото 5. Контроль



Фото 6. Проба 1



Фото 7. Проба 2



Фото 8. Проба 3

2.2. Обсуждение результатов

Динамика прорастания семян бораго в ходе первого опыта

Результаты наблюдений за прорастанием семян, проведенных в ходе первого опыта (с 13.01 до 24.01), представлены в таблице 4.

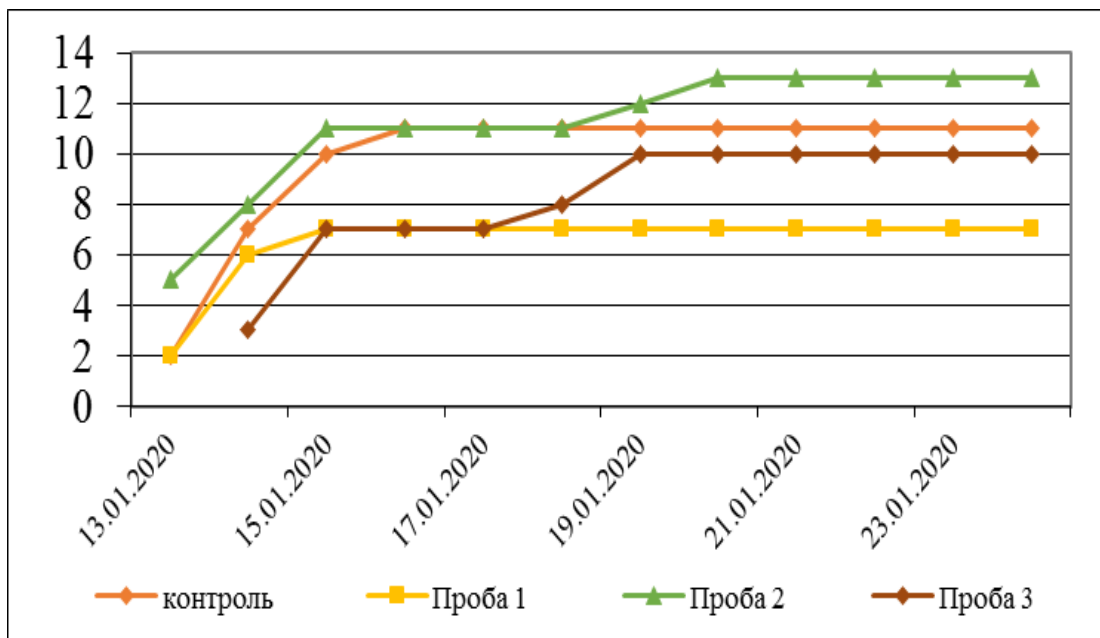
Таблица 4. Количество всходов бораго на пробных площадях (опыт 1)

Опытные образцы	13.01.	14.01.	15.01.	16.01.	17.01.	18.01.	19.01.	20.01.	21.01.	22.01.	23.01.	24.01.
контроль	2	7	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Проба 1	2	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Проба 2	5	8	11	11	11	11	12	13	13	13	13	13
Проба 3		3	7	7	7	8	10	10	10	10	10	10

Данные таблицы 4 показывают динамику всходов на различных опытных площадках. В таблице прослеживается увеличение количества всходов. Однако динамику роста удобнее рассматривать в графическом виде, для чего и был построен график 1, расположенном ниже.

Как мы видим на графике, в первый день всходов в контрольной пробе и пробе 1 были одинаковые количества взошедших семян, проба 2 имела гораздо большее количество семян, в пробе 3 взошедших семян не наблюдалось.

График 1. Динамика прорастания семян бораго (опыт1)



На следующий день в контрольной пробе наблюдалось на 1 взошедшее семя больше, чем в пробе 1, в пробе 3 появились первые ростки, а в пробе 2 всё так же имелось большое преимущество по количеству семян. На третий день проба 1 достигла своего пика, равного 7 проросшим семенам, контрольная проба почти сравнялась с пробой 2, а проба 3 сравнялась с первой. На 4 день контрольная проба достигла своего пика в 11 взошедших семян, а в других пробах изменений

не было. На 8 день в пробе 2 было уже 13 проросших семян, а в пробе 3 – 10. После этого изменения не наблюдались ни в одной из проб.

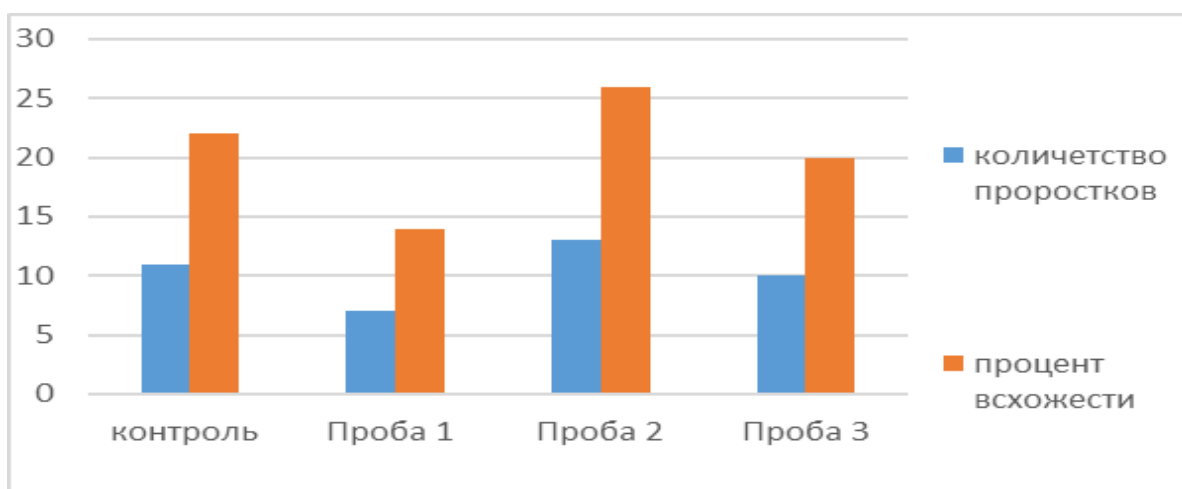
Таким образом, в первом опыте единственная проба, в которой результат динамики прорастания семян превзошел контроль – это проба 2 (концентрация удобрения 20 мл на 1 л).

Процент всхожести семян бораго в ходе первого опыта

Для того, чтобы оценить всхожесть семян в итоге первого опыта (даты: 13.01 — 24.), она представлена ниже на гистограмме 1 в процентах к общему количеству семян, использованному в каждой пробе на старте опыта.

Как можно наблюдать, в ходе первого опыта лучший результат показала проба 2 с концентрацией удобрения 20мл:1л воды. Затем представлена контрольная проба, а далее проба 3. Худший результат показала проба 1.

Гистограмма 1. Итоги прорастания семян бораго (опыт 1)



Результаты в пробах с наименьшей и наибольшей концентрацией указывают на то, что оптимальной для проращивания семян была концентрация в пробе 2.

Нельзя исключить, что возможно влияние неучтенных факторов – например, различное качество семян, использованных в опыте. Необходимы повторные опыты.

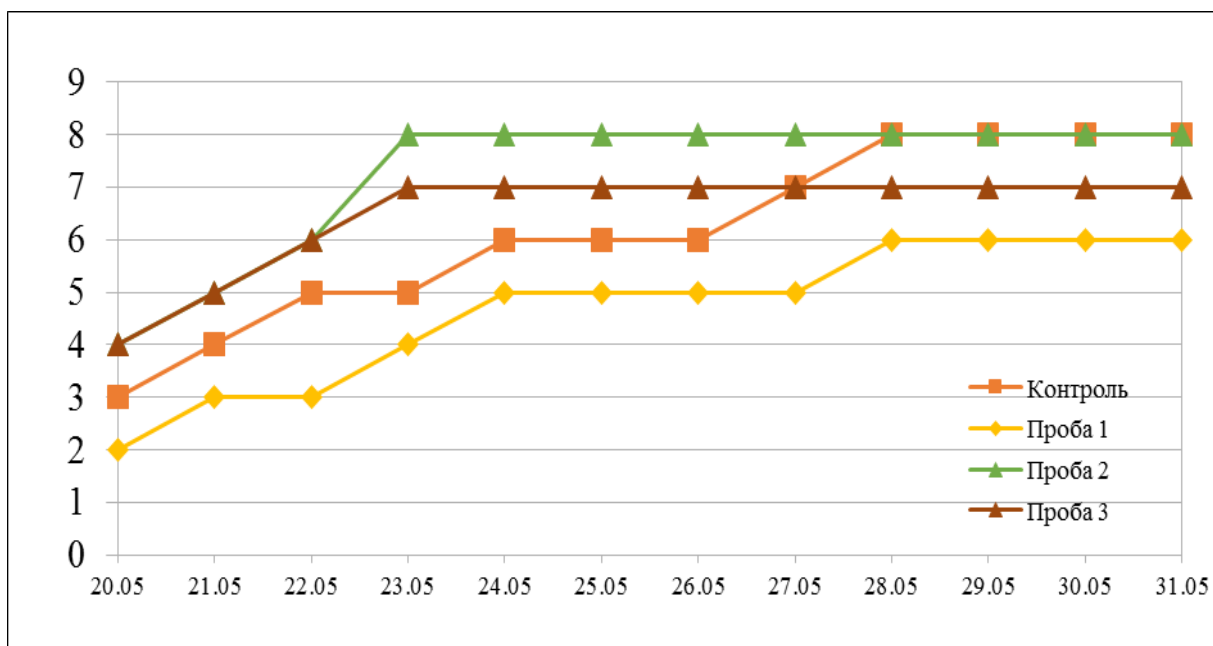
Динамика прорастания семян бораго в ходе опыта 2

Результаты наблюдений за прорастанием семян, проведенных в ходе второго опыта (даты: 20.05.21 — 31.05.21), представлены в таблице 5.

Таблица 5. Количество всходов бораго на пробных площадях (опыт 2)												
Дата	20.05	21.05	22.05	23.05	24.05	25.05	26.05	27.05	28.05	29.05	30.05	31.05
Контроль	3	4	5	5	6	6	6	7	8	8	8	8
Проба 1	2	3	3	4	5	5	5	5	6	6	6	6
Проба 2	4	5	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Проба 3	4	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Аналогично опыту 1, для наиболее наглядного представления динамики роста был создан график 2, приведенный ниже. На графике видно, что в первый день наблюдений (когда появились первые всходы) максимальное количество всходов было в пробах 2 и 3 (по 4 экземпляра). В контроле – 3 всхода, в пробе 1 – 1. Во второй день ситуация изменилась пропорционально - в каждой пробе взошло по одному сеянцу. На третий день проба 1 начала отставать, в остальных, также, как и во второй день, взошло по 1 сеянцу. На четвёртый день проба 2 оторвалась от пробы 3, прибавив к равенству с прошлого дня 2 сеянца против одного в третьей пробе. Результаты второй и третьей пробы останутся неизменными до конца опыта. В то же время, проба 1 приблизилась к контролю, в котором изменений не наблюдалось. На пятый день контроль и проба 1 прибавили по 1 взошедшему сеянцу.

График 2. Динамика прорастания семян бораго (опыт 2)



После этого изменений не наблюдалось до 8-ого дня. На восьмой и девятый дни контроль и проба 1 прибавляли по 1 всходу в день, после чего изменений нигде не наблюдалось до конца опыта.

Таким образом, во втором опыте единственная проба, в которой результат динамики прорастания семян превзошел контроль – это проба 2 (Количество внесённого удобрения — 2 мл). Заниженные результаты первой и третьей пробы относительно контроля подтверждают превосходство второй пробы.

Процент всхожести семян бораго в опытных образцах во втором опыте

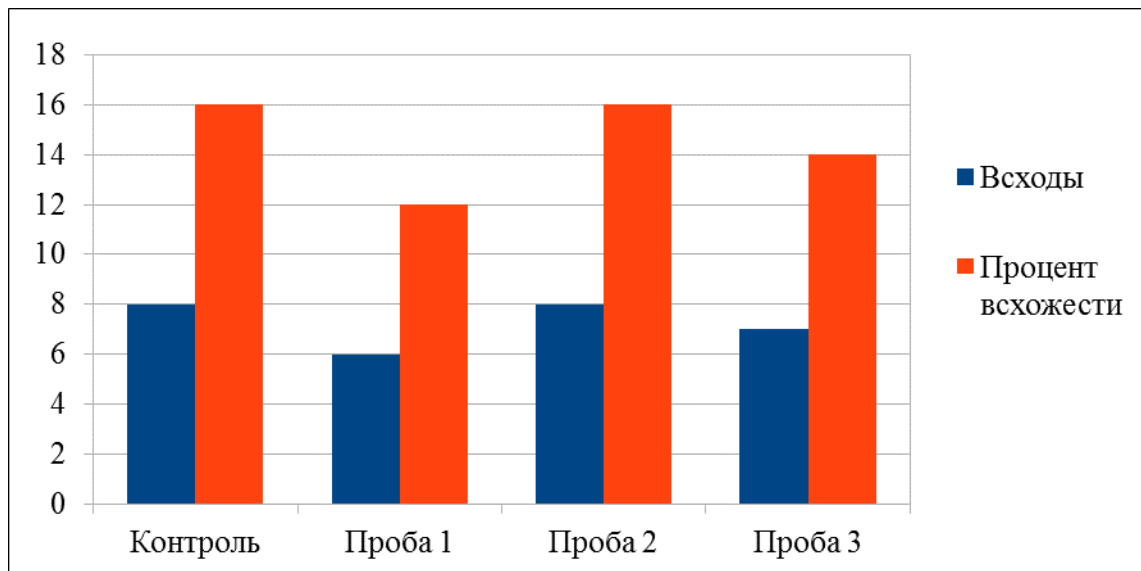
Для того, чтобы оценить всхожесть семян в итоге второго опыта (даты 20.05 — 31.05), она представлена ниже на гистограмме 2 в процентах к общему количеству семян, использованному в каждой пробе на старте опыта.

На гистограмме мы видим, что в ходе второго опыта лучший результат показали проба 2 и контроль. Затем представлена 3. Худший результат показала проба 1. Результаты в пробах с наименьшей и наибольшей концентрацией, показывают, что оптимальной для проращивания семян является концентрация в пробе 2.

Таким образом, ни одна из проб не показала итогового увеличения количества семян. Процент всхожести в некоторых пробах даже хуже, чем в контрольной пробе.

Вместе с тем, динамика прорастания семян лучшая в пробе 2 – эти результаты превзошли контрольные в первые дни наблюдений

Гистограмма 2. Итоги прорастания семян бораго (опыт2)



Результаты измерения высоты сеянцев в ходе опыта 2

Поскольку в ходе первого опыта измерения сеянцев не проводились, в данном разделе представлены результаты второго опыта, проведенного с 20 по 31 мая.

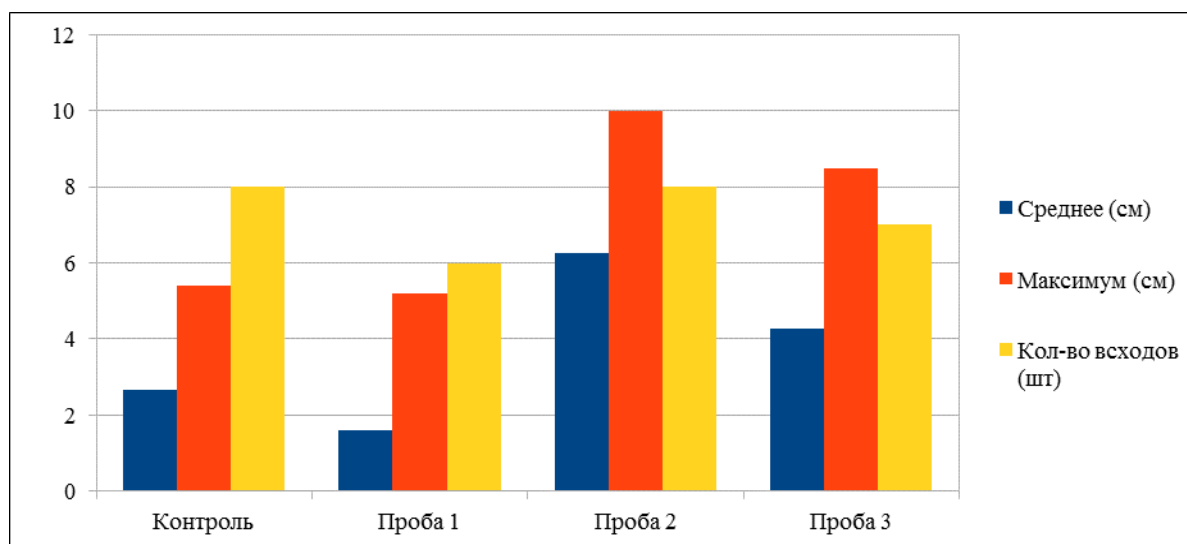
В таблице 6 показаны длины всех всходов на 31.05. Длины представлены в сантиметрах, нули означают отсутствие n-ого всхода.

Таблица 6. Итоговая высота сеянцев на 31.05 (в см)

Название пробы	1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	5,4	4,9	3,3	4,8	1,5	0,7	0,4	0,4
Проба 1	5,2	3,2	1	2,3	0,6	0,5	0	0
Проба 2	4,7	8,5	6	7,5	8,1	10	3,9	1,3
Проба 3	6,3	8,5	3,2	3,9	6,4	1	5	0

Для упрощения сравнения средней длины, максимальной длины всходов в пробе и количества всходов эти значения приведены на гистограмме 3. Для подсчёта среднего значения было принято, что количество всходов в каждой пробе равно 8, но длины лишних всходов равны нулю.

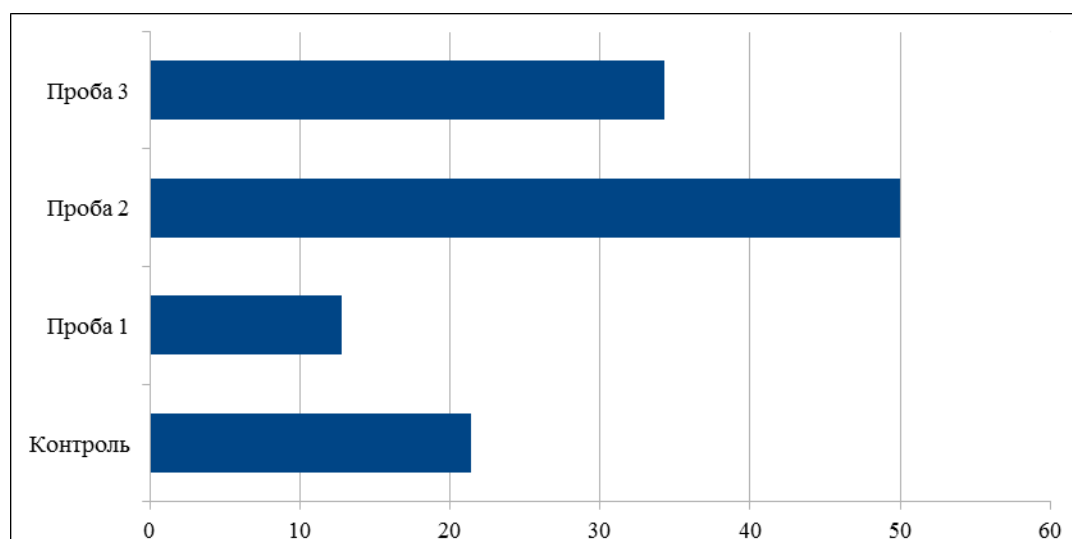
Гистограмма 3. Средние и максимальные длины сеянцев (опыт 2)



На гистограмме 5 обозначены три варианта обработки полученных данных – среднее значение прироста сеянцев в длину, максимальная длина в каждой пробе, а также количество всходов для сопоставления. На данной гистограмме видно, что проба 2 опережает остальные пробы по всем параметрам. В контрольной пробе наблюдается то же количество всходов, что и в пробе 2, однако максимальная длина и среднее значение прироста всходов в длину значительно ниже. Проба 3, не смотря на пониженную всхожесть, показывает неплохие среднее и максимальное значения по приросту сеянцев. Проба 1 проигрывает всем остальным пробам по всем параметрам (лишь в значениях максимума она приближается к контролю).

Более наглядно для демонстрации различия в приросте сеянцев была подсчитана сумма длин всех всходов, которая представлена на гистограмме 4.

Гистограмме 4. Суммарные длины всех сеянцев по пробам в опыте 2



На гистограмме 4 видно значительное превосходство пробы 2 над остальными по сумме прироста всходов в длину, а значит и в общей биомассе в пробе (на фотографиях 5-8 на стр. 12 видно, что по размерам семядолей всходы в пробам схожи между собой).

В целом следует отметить, что результаты, полученные при проращивании семян бораго в условиях применения микроудобрения Tracsegrow показывают, что использование данного микроудобрения может стимулировать прорастание семян и обеспечить больший прирост биомассы сеянцев данной культуры в домашних условиях – но в определенной концентрации. Это среднее разведение удобрения, которое соответствует рекомендациям компании. Использование как меньшей, так и большей концентрации микроудобрения может снизить процент всхожести семян.

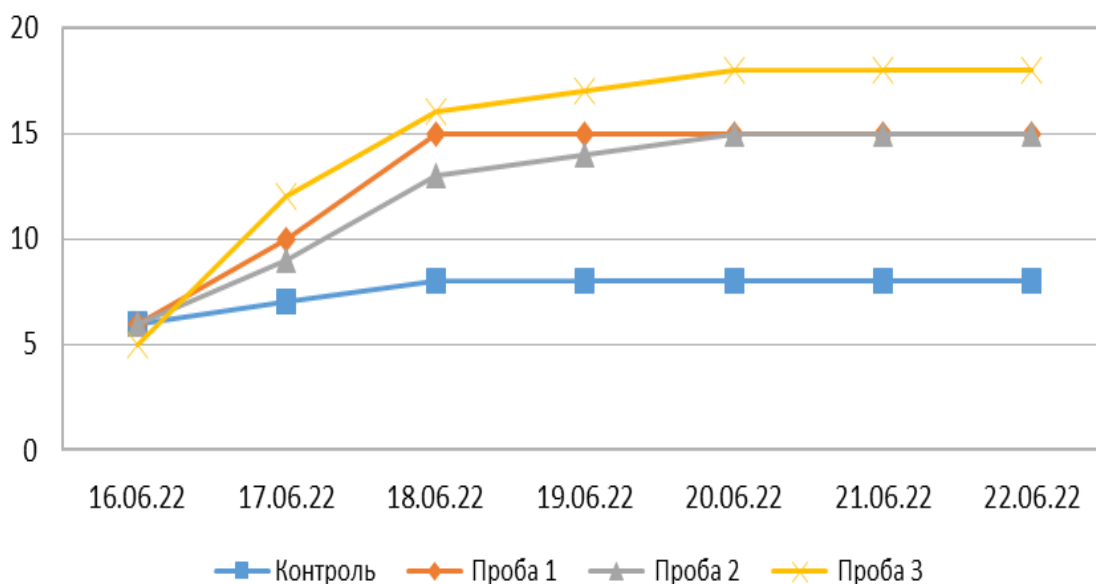
Динамика прорастания семян шпината (опыт 3)

В опыте со шпинатом проводились измерения количества всходов в трех пробах и контроле – так же, как в опыте 1. В таблице 7 представлено количество взшедших семян шпината за период наблюдений

Дата	16.06.22	17.06.22	18.06.22	19.06.22	20.06.22	21.06.22	22.06.22
Контроль	6	7	8	8	8	8	8
Проба 1	6	10	15	15	15	15	15
Проба 2	6	9	13	14	15	15	15
Проба 3	5	12	16	17	18	18	18

Для наглядности на основе данных таблиц 7 был создан график 3, отражающий динамику прорастания семян шпината ходе опыта

График 3. Динамика прорастания семян шпината (опыт 3)



Из графика видно, что после старта с приблизительно одинаковым количеством всходов, зарегистрированных в первый день, в дальнейшем семена в пробах прорастали с разной скоростью, что отражено регистрацией количества всходов в последующие дни. Первой по скорости прорастания семян показала себя проба 3 с наиболее высокой концентрацией удобрения. Результаты в пробе 2 близки к 3 пробе, однако на пятый день опыта семена перестали всходить. И

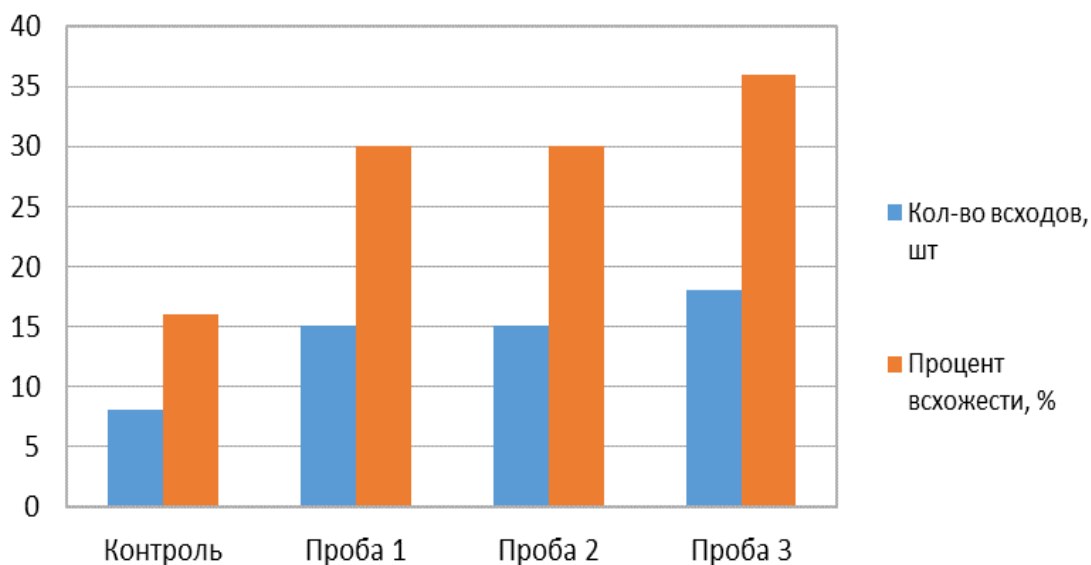
итоговый результат оказалась таким же, как и в пробе 2 со средним разведением. Вместе с тем, проба 1 вышла на плато раньше, поэтому по динамике ее следует считать показавшей лучший результат, чем проба 2 со средним разведением микроудобрения.

В данном опыте выявилось значительное отставание контрольной пробы по результатам прорастания семян. Важно отметить, что семена шпината по сравнению с семенами других зеленых овощных культур, использованных в данном исследовании, являются самыми «туговсхожими», как упоминается в некоторых источниках [23]. Полученный результат может указывать на то, что использование микроудобрения оказывает стимулирующее воздействие на прорастание семян шпината, причем повышение концентрации микроудобрения оказывает максимальное воздействие на данный процесс. Возможно, что в последующих опытах целесообразно было бы применить более высокие концентрации микроудобрения, чтобы выявить оптимум

Процент всхожести семян шпината в опытных образцах (опыт 3)

Для визуализации значений итогов прорастания семян была построена гистограмма 4.

Гистограмма 4. Итоги прорастания семян шпината (опыт 3)



Как видно из гистограммы, все пробы имеют значительное преобладание над контролем. Максимальный процент всхожести отмечается в опытном образце 3 с самой высокой концентрацией микроудобрения.

Следует также отметить, что в пробах 1 и 2, несмотря на различие концентрации микроудобрения, использованного в опыте, в итоге выявленный процент всхожести семян шпината оказался одинаковым.

При этом, если сравнить этот результат с первоначальной динамикой прорастания семян, проба 1 исходно показывала лучший результат (несмотря на то, что концентрация удобрения в данном образце меньше). А со временем прорастание семян в обоих пробах остановилось - так же, как и в контрольном образце.

Данные результаты дают основание предположить, что среди семян могли присутствовать некачественные экземпляры, которые не могли прорасти даже при

благоприятных условиях. С другой стороны, нельзя отрицать, что на итоги могли повлиять какие-то другие причины, которые сложно выявить в тех минималистических условиях проведения опыта, которые были выбраны в связи с небольшими площадями для посева семян. Выборка в 50 семян в каждой пробе находится на границе получения результатов, имеющих статистическую значимость. Поэтому очевидно, что для статистической убедительности опыт нуждается в повторении с использованием большего количества семян, чтобы минимизировать эффект случайности.

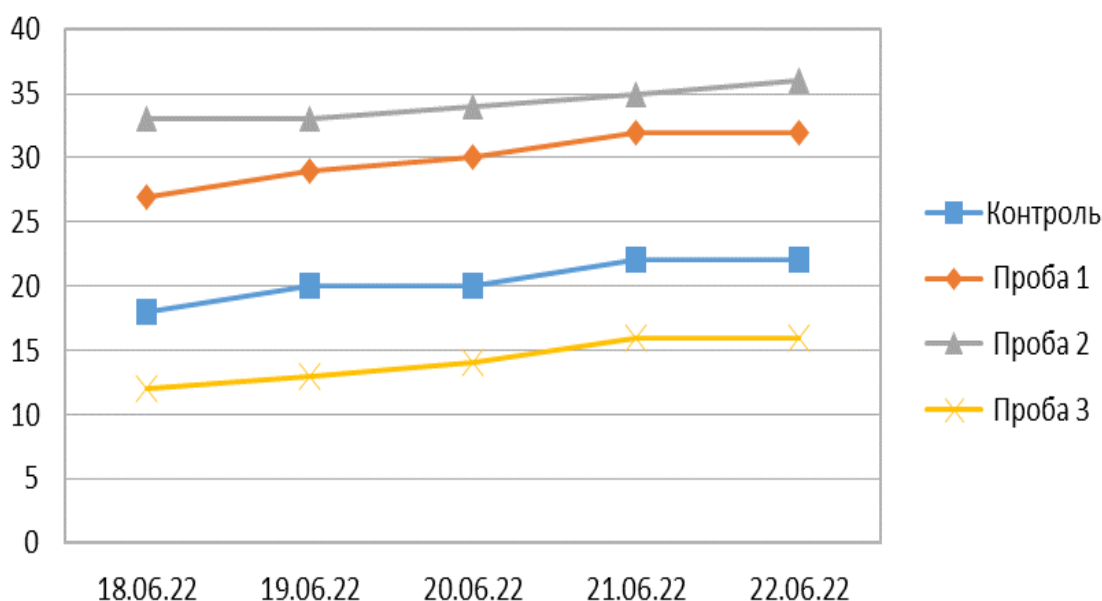
Динамика прорастания семян рукколы (опыт 4)

В опыте с рукколой проводились измерения количества всходов в трех пробах и контроле – так же, как в опыте 1. Результаты прорастания семян рукколы показаны в таблице 8.

Дата	18.06.22	19.06.22	20.06.22	21.06.22	22.06.22
Контроль	18	20	20	22	22
Проба 1	27	29	30	32	32
Проба 2	33	33	34	35	36
Проба 3	12	13	14	16	16

Для наглядности на основе данных таблиц 8 был построен график 4, отражающий динамику прорастания семян рукколы ходе опыта.

График 4. Динамика всхожести рукколы (опыт 4)



На графике видно, что результаты распределены по скорости прорастания семян в следующем порядке: проба 2, проба 1, контроль, проба 3. Можно отметить, что с самого начала различия в количестве всходов определились с некоторым отрывом опытных образцы друг от друга. В дальнейшем появление новых всходов в ходе опыта сохраняло эту дистанцию кривых прироста сеянцев –

таким образом, что все четыре пробы «выстроились» и пропорционально росли в течение всего опыта.

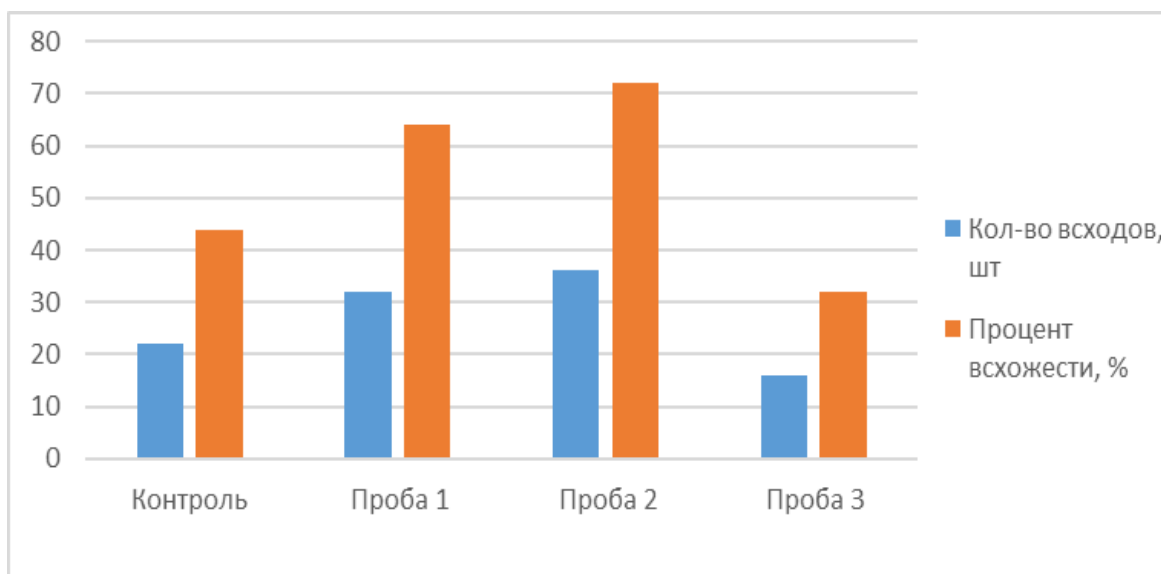
Следует отметить, что в опыте с рукколой наилучший результат показала проба 2 – со средним разведением удобрения. Также хороший результат показал опытный образец 1 – с наименьшим разведением.

А опытный образец 4 с самым высоким разведением показал результат хуже, чем контрольная проба.

Процент всхожести семян шпината в опытных образцах (опыт 3)

Для визуализации значений итогов прорастания семян была построена гистограмма 5.

Гистограмма 5. итоговые всхожесть и процент всхожести для рукколы (опыт 4)



На гистограмме хорошо видны различия в результатах опыта.

Прежде всего следует отметить значительный отрыв в итогах прорастания семян в пробах с малым и средним разведением микроудобрения по сравнению с контролем. Данный результат позволяет предположить, что в таких концентрациях (особенно в среднем разведении) удобрение стимулирует прорастание семян рукколы и влияет на повышение процента всхожести.

Однако особенно выделяется значительное отставание в проценте всхожести семян, показанном в пробе 3, – даже по сравнению с контролем. Такой результат может указывать на то, что употребление микроудобрения в более высоких концентрациях может снизить всхожесть семян рукколы.

Полученные для рукколы результаты подтверждают исходное предположение, что использование микроудобрения Tracsegrow может быть использовано как стимулятор прорастания семян данной культуры в домашних условиях – но в определенной концентрации.

Выводы

1. Результаты, полученные при проращивании семян бораго в условиях применения микроудобрения Tracsegrow, показали, что использование данного микроудобрения может стимулировать прорастание семян и обеспечить больший прирост биомассы сеянцев данной культуры – но в определенной концентрации. Это среднее разведение удобрения, которое соответствует рекомендациям компании (2 мл удобрения на 1 л воды). Использование как меньшей, так и большей концентрации микроудобрения может снизить процент всхожести семян. Данный вывод сделан с учетом повторности проведенного исследования.
2. Полученные для шпината результаты указывает на то, что использование микроудобрения Tracsegrow оказывает стимулирующее воздействие на прорастание семян шпината в максимальной концентрации, использованной в опыте (20 мл на 1 л).
3. Полученные для рукколы результаты подтверждают предположение, что использование микроудобрения Tracsegrow может стимулировать прорастание семян данной культуры в концентрации 2 мл на 1 воды.
4. В целом проведенное в домашних условиях исследование показало, что микроудобрение Tracsegrow в определенной концентрации повышает процент всхожести семян, ее динамику и рост сеянцев зеленных культур, использованных в данном исследовании. Однако оптимальные концентрации для проращивания семян данных культур различаются: для бораго и рукколы это разведение, рекомендованное производителем (2мл на 1л), а для шпината это более высокая концентрация (20мл на 2 л). Это указывает на то, что для каждой зеленой культуры целесообразно проводить испытания воздействия различных доз удобрения на прорастание семян.

Заключение

Полученные результаты являются пробными, они нуждаются в многократной проверке для окончательного выбора рекомендуемого разведения удобрения. Вместе с тем, они могут быть использованы для дальнейшего подбора оптимальных концентраций данного микроудобрения для выращивания зеленных культур.

Для дальнейших опытов целесообразно увеличить выборку (количество семян в каждом опытном образце), чтобы повысить статистическую значимость результатов. Кроме того, полученные в данном исследовании хорошие результаты при проращивании семян шпината при максимальной использованной концентрации удобрения позволяют предположить, что в последующих опытах с другими зелеными культурами целесообразно было бы применить более высокие концентрации микроудобрения, чтобы выявить оптимальную концентрацию для стимуляции прорастания семян.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биология. Современная иллюстрированная энциклопедия / Гл. ред. Горкин А. П. - М.: Росмэн-Пресс, 2006. - 560 с.
2. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растение. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1999. 232 с.
3. Большой энциклопедический словарь Гл. ред. Акад. А. М. Прохоров. М. - м «Большая Российская энциклопедия» 2002. 1456 с.
4. Ботанический словарь / сост. Анненков Н.И. – СПб.: Тип. Имп. АН, 1878. – 646 с
5. Дасоян М. А. Химические источники тока. 2-е изд. Л.- Наука, 1969.
6. Доронкина И.Г., Борисова О.Н. Эволюция технологических подходов при решении проблемы твердых бытовых отходов // Сервис в России и за рубежом. 2015. С.102-109
7. Жичкина, Л.Н. Экономико-экологическая и энергетическая эффективность систем обработки почвы // Стабилизация аграрного производства в рыночных условиях. Межвузовский сборник научных трудов. – Самара: Самарская ГСХА, 2001.
8. Иллюстрированный определитель растений Карельского перешейка, Под ред. Буданцева А.Л. и Яковлева Г. П. – СПб.: СпецЛит; Издательство СПХФА, 2000.
9. Кравцова М.В., Васильев А.В., Волков Д.А., Башкиров Ю.Ю. Оценка экологических рисков в процессе утилизации твердых бытовых отходов // Известия самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1(7). С. 1849-1856.
10. Малая советская энциклопедия. /Гл. редактор Введенский Б.А., Московская типография, 3-е издание, Государственное научное издательство, 1959.
11. Общая биология. учебник для 10 – 11 классов общеобразовательных учреждений / под ред. Беляева Д.К., Дымшица Г.М. 5-е изд. М.: Просвещение, 2005
12. Ревель С.П, Ревель Ч. Среда нашего обитания. Книга первая. 1995
13. Федеральный классификационный каталог отходов // Приказ Росприроднадзора от 03.06.2016 № 311 «Дополнения и изменения, которые вносятся в федеральный классификационный каталог отходов, утвержденный приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.07.2014» Режим доступа: <https://classinform.ru/fkko/48220111532.html>
14. Филиппова Д., Филиппова М. Тестирование микроудобрений, изготавливаемых из использованных батареек, при выращивании различных зеленных культур // Материалы конференции «Балтийский регион: вчера, сегодня, завтра», СПб, 2019.
15. Шелепина Г. А., Турков В. Д. Род *Spinacia* L.— Шпинат // Культурная флора СССР / Под общ. ред. акад. ВАСХНИЛ В. Ф. Дорофеева. — Л.: Агропромиздат, 1988. — Т. XII.

16. Гиренко М.М, Коровина О.Н. Листовые овощные растения (спаржа, ревень, щавель, шпинат, портулак, кресс-салат, укроп, цикорий, салат.

Интернет-ресурсы:

17. Горбунова В. Куда сдать батарейки? Режим доступа: <http://www.proothody.com/article/batareyki-i-zakonodatelstvo>

18. https://gufo.me/dict/biology_modernenc

19. Официальный сайт компании Trace Grow. Режим доступа: <http://www.tracegrow.com/en/welcome>

20. Официальный сайт группы компаний Мегаполис ресурс о переработке батареек и аккумуляторов. Режим доступа: eco2eco.ru

21. Агротехника посева семян рукколы. Режим доступа: <https://www.botanichka.ru/article/rukkola/>

22. Огуречная трава – семена для проращивания. Режим доступа: <https://seemnemaailm.com/ru/borage-talewort.html>

23. Как вырастить шпинат в домашних условиях? Режим доступа: <https://floristics.info/ru/stati/ogorod/3597-shpinat-vyrashchivanie-iz-semyan-v-domashnikh-usloviyakh-i-v-otkrytom-grunte.html>