

Муниципальное бюджетное учреждение
дополнительного образования «Станция юных натуралистов»
Асбестовского городского округа
Творческое объединение «Мир вокруг нас»

Всероссийский конкурс юных аграриев «Я в Агро»

Номинация: Современные технологии в агрономии

Тема: «Влияние концентрации микроэлементов в гидропонном растворе на содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений»

Участник: Байбородова Елена Андреевна, 17 лет

Научный руководитель: Столярова Оксана Александровна,
педагог дополнительного образования

г. Асбест, 2023 г.

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| Обзор литературы | 4 |
| Биологические свойства аскорбиновой кислоты | 4 |
| Зависимость содержания аскорбиновой кислоты от условий выращивания | 5 |
| Методика проведения исследования..... | 6 |
| Исследовательская часть (результаты исследования) | 7 |
| Заключение | 11 |
| Список источников информации | 13 |
| Приложения..... | 14 |

Введение

Аскорбиновая кислота является одним из важнейших витаминов, который необходим человеку. Она принимает участие в огромном количестве биологических процессов. Значение аскорбиновой кислоты в организме человека переоценить невозможно. Однако витамин С не синтезируется в организме человека, а основным источником его поступления являются овощи и фрукты.

Но многочисленные исследования показывают, что за последние годы количество витаминов в овощах и фруктах, выращенных промышленным способом, резко снизилось [10].

На синтез аскорбиновой кислоты в листьях растений влияют многие внешние факторы окружающей среды. А чтобы предупредить получение урожая с низким содержанием витаминов, нужно уметь регулировать и контролировать эти факторы. В этом и состоит **актуальность** нашего исследования.

В прошлом учебном году мы установили, что на концентрацию аскорбиновой кислоты оказывает влияние агротехнические условия выращивания зеленых культур: температура и органоминеральное питание. Внесение комплексных удобрений способствовало увеличению концентрации витамина С в 1,5 раза. Мы решили определить, какие именно элементы стимулируют синтез аскорбиновой кислоты. Существуют литературные данные о том, что соли марганца и бора в субстрате увеличивают содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений [4].

Поэтому мы решили определить концентрации марганца и бора, оказывающие наибольшее стимулирующее действие на синтез витамина С в листьях растений. В этом заключается **практическая значимость** нашего исследования.

Гипотеза: марганец и бор в питательном гидропонном растворе оказывают стимулирующее действие на синтез аскорбиновой кислоты в листьях растений.

Объект исследования: листья растений (кресс-салат, базилик, горох).

Предмет исследования: концентрация аскорбиновой кислоты в листьях растений.

Цель работы: оценить влияние микроэлементов марганца и бора в питательном растворе на концентрацию аскорбиновой кислоты в листьях растений в условиях гидропоники.

Для достижения цели мы поставили перед собой следующие **задачи:**

1. собрать гидропонную установку;
2. приготовить питательный раствор для гидропонной установки с добавлением марганца и бора в разных концентрациях;
3. вырастить объекты исследования (кресс-салат, базилик, горох) на приготовленных питательных растворах и провести контроль основных показателей гидропонной установки;
4. определить содержание аскорбиновой кислоты йодометрическим методом количественного химического анализа в листьях растений;
5. дать рекомендации о внесении микроэлементов (марганца и бора) в питательный гидропонный раствор.

Обзор литературы

Биологические свойства аскорбиновой кислоты

Витамин С является одним из важнейших витаминов, который необходим человеку. Аскорбиновая кислота играет в организме человека фундаментальную биохимическую и физиологическую роль. Аскорбиновая кислота обнаружена во всех органах и тканях человека. Очень богаты ею ткани с интенсивным обменом, например, железы внутренней секреции [1]. Даже в небольших количествах витамин С может защитить основные молекулы в организме, такие как белки, липиды (жиры), углеводы, нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК), от повреждения активными формами кислорода, которые возникают в процессе метаболизма, а также за счет воздействия токсинов и загрязняющих веществ [3].

Биологические свойства аскорбиновой кислоты в организме человека:

- *Антиоксидантные свойства.* Аскорбиновая кислота наряду с токоферолом, биофлаваноидами и ретинолом является биоантиоксидантом прямого действия [1]. Витамин С регулирует окислительно-восстановительные процессы в организме и предотвращает пагубное воздействие свободных радикалов на компоненты клеточной мембраны и содержимое клеток. Также аскорбиновая кислота необходима для восстановления других антиоксидантов, таких как витамин Е и витамин А [5].

- *Дезинтоксикационные свойства.* Витамин С способствует активации основных ферментов цитохрома Р450 в печени, увеличивая метаболизм и детоксикацию ксенобиотиков [1]. Аскорбиновая кислота обезвреживает множество ядовитых веществ, таких как тяжелые металлы, табачный дым, токсины возбудителей заболеваний и многие другие токсины и яды [5].

- *Строительная.* Витамин С необходим для синтеза коллагена и проколлагена, которые необходимы для формирования соединительной ткани в организме человека [6].

- *Ферментные и гормональные свойства.* Аскорбиновая кислота необходима для синтеза многих ферментов и гормонов [5]. Например, аскорбиновая кислота выступает в качестве гидроксилующего агента при образовании кортикостероидов в надпочечниках [1]. Установлено, что аскорбиновая кислота способствует восстановлению трехвалентного железа в двухвалентное, которое легче всасывается в кишечнике [1], благодаря чему в организме нормально синтезируется гемоглобин [5].

- *Защитные свойства.* Витамин С способствует улучшению иммунитета и противостоянию организма различным инфекциям, в том числе и вирусным [5]. Аскорбиновая кислота необходима для синтеза интерферона и некоторых других цитокинов.

- *Антиатеросклеротические свойства.* Аскорбиновая кислота предотвращает перекисидацию холестерина в составе липопротеинов низкой плотности и тем самым препятствует прогрессированию атеросклероза [1]. Более того, холестерин под воздействием витамина С нормализуется, т.е. уменьшается его количество при избытке и увеличивается при недостатке [5].

Этот важный водорастворимый антиоксидант в организме человека не синтезируется, а поступает с пищевыми продуктами (преимущественно с овощами и фруктами). Витамин С нужно принимать ежедневно. В России рекомендуемые нормы потребления витамина С, обеспечивающие оптимальное состояние зависящих от него физиологических функций, варьирует от 30 до 120 мкг в сутки [1].

Зависимость содержания аскорбиновой кислоты от условий выращивания

Большее или меньшее содержание аскорбиновой кислоты зависит от видовых особенностей и возрастных изменений у растений, температуры и сроков хранения, способа кулинарной обработки и условий их выращивания. Еще в 30-х годах было установлено, что на Севере растения богаче витамином С.

Повышенное содержание этого витамина наблюдается у растений, обитающих в горах. Низкие температуры способствуют образованию витамина С. Есть данные о том, что в некоторых плодах, хранящихся при пониженной температуре, наблюдается не разрушение, а даже накопление аскорбиновой кислоты [4]. Повышение содержания аскорбиновой кислоты в растениях, произрастающих при пониженных температурах, имеет огромное биологическое значение, так как позволяет организму противостоять вредному действию низких температур [2].

На синтез витамина С оказывает влияние интенсивность света. Аскорбиновая кислота может образоваться при недостатке света, но при хорошем освещении растений ее накапливается в тканях значительно больше. Содержание витамина С в растениях закономерно меняется и в течение суток: ночью аскорбиновой кислоты в листьях оказывается мало, на рассвете ее концентрация увеличивается, а в дневные часы достигает максимума. Положительное действие света на образование витамина С состоит в первую очередь в том, что образуется больше сахаров, необходимых для его биосинтеза. Возможно также, что свет активизирует ферменты, принимающие участие в синтезе аскорбиновой кислоты.

Обеспеченность растений водой — не менее важный фактор, влияющий на синтез витаминов. В засушливых условиях, когда новообразование веществ в растениях замедлено, содержание в них витаминов также снижается.

Есть и другие методы воздействия, которыми тоже можно стимулировать образование витаминов в растениях. Это в первую очередь, конечно, воздействие через минеральное питание. Достаточная обеспеченность минеральными веществами составляет неперемное условие нормального синтеза всех веществ, в том числе и витаминов.

Большую роль в биосинтезе витаминов играют микроэлементы. Многие опыты показывают, что подкормка растений бором, марганцем и другими микроэлементами стимулирует накопление витамина С в листьях и плодах. Марганец при этом активизирует фермент, который принимает участие в образовании аскорбиновой кислоты [4].

Таким образом, температура, влага и свет — факторы, которыми можно влиять на витаминонакопление в растениях. То есть, регулируя данные факторы, мы можем влиять на синтез витаминов в выращиваемой продукции.

Методика проведения исследования

1. Собрать гидропонную установку
2. Приготовить питательную среду
3. Провести посадку семян
4. Вырастить объекты исследования и осуществить контроль температуры, водородного показателя, электропроводности питательного раствора, и освещенности гидропонной установки
5. Определить содержание аскорбиновой кислоты в листьях кресс-салата, базилика и гороха, выращенных на питательных растворах с разным добавлением микроэлементов.

Приготовление питательной среды. Питательная среда Кнопа готовится в соответствии с **таблицей №1**. В среду добавляются микроэлементы марганца и бора в различных концентрациях.

Таблица №1 Состав питательной среды Кнопа [7,8,9]

| № п/п | Название соли | Концентрация соли, г/дм ³ |
|-------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Кальциевая селитра | 1,0 |
| 2 | Калия фосфат однозамещенный | 0,25 |
| 3 | Сульфат магния | 0,25 |
| 4 | Хлорид калия | 0,125 |
| 5 | Хлорид железа | 0,125 |

Выращивание объектов исследования проводится в течении 1 месяца (30 дней) с соблюдением 16 – часового светового дня.

Смена питательного раствора производится 1 раз в неделю.

В течении всего периода выращивания необходимо не реже 1 раза в неделю с помощью датчиков цифровой лаборатории «Сенсор» проводить **контроль основных показателей работы гидропонной установки** (температура, водородный показатель, электропроводность питательного раствора, освещенность ламп).

Подготовка к анализу. Сбор объектов исследования производится на 30 дней после посадки. Перед проведением анализа срезать выращенные растения, из образцов каждого объекта исследования необходимо составить смешанную пробу. Для этого с разных образцов нужно отобрать небольшие пробы и соединить их.

Определение аскорбиновой кислоты проводится с помощью титриметрического (йодометрического) метода анализа [6].

Необходимые реактивы и оборудование: 2 % раствор соляной кислоты, 1 % раствор йодида калия (KI), 0,5 % раствор крахмала, 0,001 М раствор иодата калия (KIO₃), весы, микробюретки, пипетки на 1, 2, 5, 20 см³, мерные колбы вместимостью 100 см³, конические колбы вместимостью 250 см³, стаканы вместимостью 50 и 100 см³. воронки для фильтрования, бумажные фильтры, цилиндры мерные вместимостью 50 см³.

На технических весах взвешивают 10 г сырья, измельчают в ступке в течение 10 минут, затем количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и фильтруют

через складчатый бумажный фильтр. В коническую колбу отбирают 20 см³ фильтрата, добавляют 1 см³ 2 % раствора соляной кислоты, 0,5 см³ 1 % раствора йодистого калия и 2 см³ крахмала, Титруют 0,001 М раствором йодата калия до устойчивого синего окрашивания.

1 см³ 0,001 М раствора йодата калия соответствует 0,88 мг аскорбиновой кислоты. Содержание аскорбиновой кислоты рассчитывают по формуле:

$$X = (C_3 * 0,88 * C_1 * 100) / (H * C_2)$$

где X – содержание аскорбиновой кислоты, мг %;

C₁ – общий объем вытяжки, см³;

C₂ – объем вытяжки, взятый на титрование, см³;

C₃ – объем 0,001М раствора йодата калия, пошедшего на титрование опытного образца, см³;

H – масса навески, г.

Исследовательская часть (результаты исследования)

Всю работу проводили в соответствии с методикой проведения исследования.

Сбор гидропонной установки

В сентябре 2022 года мы собрали гидропонную установку (**рис.2, приложение №1**), в состав которой входит:

- каркас из труб ПП;
- ёмкость для воды (объёмом 10 литров);
- крышка с отверстиями для стаканчиков;
- светодиодные лампы 3000к
- таймер (для контроля светового дня);
- компрессор с распылителями.

Произвели настройку таймера на 16 часовой день. Время отключения – 00:00, время включения - 08:00.

Приготовление питательной среды

Для приготовления питательной среды Кнопа взвесили необходимое количество солей в соответствии с **таблицей №1** и растворили их в 8 литрах водопроводной воды.

На основании изученных источников информации [7] для исследования нами было выбрано по три концентрации марганца и бора (**таблица №2**).

Таблица №2 Экспериментальные концентрация марганца и бора

| № | Концентрация химического элемента в питательном растворе, мг/дм ³ | |
|---|--|---|
| | Марганец (в составе MnSO ₄) | Бор (в составе H ₃ BO ₃) |
| 1 | B1 - 0,8 | B4 - 0,3 |
| 2 | B2 - 0,4 | B5 - 0,15 |

| | | |
|---|----------|----------|
| 3 | B3 - 1,6 | B6 - 0,6 |
|---|----------|----------|

Таким образом, в нашем исследовании представлены следующие варианты:

Контроль – раствор Кнопа.

B1 – раствор Кнопа + сульфат марганца (концентрация марганца в питательном растворе 0,8 мг/дм³)

B2 – раствор Кнопа + сульфат марганца (концентрация марганца в питательном растворе 0,4 мг/дм³)

B3 – раствор Кнопа + сульфат марганца (концентрация марганца в питательном растворе 1,6 мг/дм³)

B4 – раствор Кнопа + борная кислота (концентрация бора в питательном растворе 0,3 мг/дм³)

B5 – раствор Кнопа + борная кислота (концентрация бора в питательном растворе 0,15 мг/дм³)

B6 – раствор Кнопа + борная кислота (концентрация бора в питательном растворе 0,6 мг/дм³)

Учитывая ограниченное количество гидропонных установок (2 шт.), наш эксперимент разделен на четыре этапа:

- 1 этап – контроль и B1
- 2 этап – B2 и B3
- 3 этап – B4 и B5
- 4 этап – B6

Все этапы проводятся поочередно с соблюдением одинаковых микроклиматических условий.

Посадка семян

После сборки гидропонной установки и приготовления питательных растворов заполнили стаканчики торфом.

16 сентября 2022 года произвели посадку семян гороха, базилика и кресс-салата, по 5 стаканчиков каждого вида растений. Всходы растений появились на 3-4 день.

Контроль основных показателей питательного раствора (температура, водородный показатель, удельная электропроводность) проводился еженедельно. Результаты измерений представлены в **таблице №3**. В таблице указаны средние арифметические значения показателей за период выращивания объектов исследования.

Один раз в 7-10 дней проводили смену раствора.

Таблица №3 Контроль условий проведения эксперимента

| Вариант эксперимента | Температура, °С | Водородный показатель, ед.рН | Удельная электропроводность, мСм/см | Освещенность, Лк |
|----------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| К | 20,6 | 6,26 | 1720 | 7030 |
| B1 | 20,8 | 6,25 | 1750 | 7045 |

| | | | | |
|-----------|------|------|------|------|
| B2 | 20,1 | 6,28 | 1761 | 7039 |
| B3 | 20,2 | 6,23 | 1742 | 7028 |
| B4 | 20,7 | 6,31 | 1724 | 7074 |
| B5 | 20,8 | 6,35 | 1738 | 7044 |
| B6 | 21,3 | 6,27 | 1741 | 7051 |

Определение содержания аскорбиновой кислоты

Перед определением содержания аскорбиновой кислоты подготовили необходимые реактивы (рис.3, приложение №1).

Произвели срез растений, составили смешанную пробу. Для этого с разных образцов мы отобрали небольшие пробы и соединили их. Отмерили необходимую навеску объектов исследования с помощью электронных лабораторных весов (рис.4, приложение №1). Данные взвешивания внесли в таблицу №6 «Результаты титрования» (приложение №1). Измельченные в ступке образцы растений количественно перенесли в мерные колбы и отфильтровали полученный экстракт (рис.5, приложение №1).

В соответствии с методикой проведения исследования провели определение аскорбиновой кислоты в образцах титриметрическим (йодометрическим) методом количественного анализа (рис.6, приложение №1).

Результаты титрования отражены в таблице №6 (приложение №1). У всех образцов растений проводили параллельные измерения. За окончательный результат принималось среднее арифметическое значение двух полученных параллельных измерений. Расчёт концентрации аскорбиновой кислоты в исследуемых образцах представлен в таблице №4 «Расчёт концентрации аскорбиновой кислоты».

Таблица №4 Расчёт концентрации аскорбиновой кислоты

| Вид растения | Параллель | Содержание аскорбиновой кислоты, мг% | Концентрации аскорбиновой кислоты (как ср. арифм. двух параллельных определений) |
|---|-----------|--------------------------------------|--|
| Контроль (базилик) | 1 | 6,95 | 6,87 |
| | 2 | 6,78 | |
| Контроль (горох) | 1 | 58,67 | 56,2 |
| | 2 | 53,57 | |
| Контроль (кресс-салат) | 1 | 19,75 | 20,4 |
| | 2 | 21,05 | |
| Вариант 1 (базилик) $C (Mn) = 0,8 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 24,85 | 24,2 |
| | 2 | 23,61 | |
| Вариант 1 (горох) $C (Mn) = 0,8 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 84,51 | 85,9 |
| | 2 | 87,24 | |
| Вариант 1 (кресс-салат) $C (Mn) = 0,8 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 41,9 | 43,4 |
| | 2 | 44,9 | |
| Вариант 2 (базилик) | 1 | 21,06 | 20,6 |
| | 2 | 20,06 | |

| | | | |
|---|---|-------|-------------|
| $C (Mn) = 0,4 \text{ мг/дм}^3$ | | | |
| Вариант 2 (горох) $C (Mn) = 0,4 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 73,3 | 76,0 |
| | 2 | 78,6 | |
| Вариант 2 (кресс-салат) $C (Mn) = 0,4 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 36,7 | 36,5 |
| | 2 | 36,3 | |
| Вариант 3 (базилик) $C (Mn) = 1,6 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 26,70 | 25,5 |
| | 2 | 24,27 | |
| Вариант 3 (горох) $C (Mn) = 1,6 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 85,80 | 88,1 |
| | 2 | 90,31 | |
| Вариант 3 (кресс-салат) $C (Mn) = 1,6 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 45,90 | 44,8 |
| | 2 | 43,72 | |
| Вариант 4 (горох) $C (B) = 0,3 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 62,33 | 60,5 |
| | 2 | 58,67 | |
| Вариант 4 (кресс - салат) $C (B) = 0,3 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 23,86 | 22,5 |
| | | 21,20 | |
| Вариант 4 (базилик) $C (B) = 0,3 \text{ мг/дм}^3$ | 2 | 12,57 | 12,6 |
| | | 12,57 | |
| Вариант 5 (горох) $C (B) = 0,15 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 57,57 | 59,6 |
| | 2 | 61,68 | |
| Вариант 5 (кресс - салат) $C (B) = 0,15 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 22,00 | 22,0 |
| | 2 | 22,00 | |
| Вариант 5 (базилик) $C (B) = 0,15 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 12,22 | 10,2 |
| | 2 | 8,15 | |
| Вариант 6 (горох) $C (B) = 0,60 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 60,11 | 60,8 |
| | 2 | 61,44 | |
| Вариант 6 (кресс - салат) $C (B) = 0,60 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 25,00 | 23,8 |
| | 2 | 22,50 | |
| Вариант 6 (базилик) $C (B) = 0,60 \text{ мг/дм}^3$ | 1 | 14,92 | 13,1 |
| | 2 | 11,19 | |

Заключение

На данном этапе проведения исследования мы:

1. собрали две гидропонных установки, установили 16 часовую световой день
2. приготовили 7 питательных растворов (контрольный – раствор Кнопа, три раствора Кнопа с добавлением марганца с концентрациями 0,4 мг/дм³, 0,8 мг/дм³ и 1,6 мг/дм³, три раствора Кнопа с добавлением бора с концентрациями 0,15 мг/дм³, 0,30 мг/дм³ и 0,60 мг/дм³)

3. на приготовленных растворах вырастили три вида растений (базилик, горох, кресс-салат) с регулярным контролем основных параметров гидропонных установок. В период выращивания растений на разных этапах исследования параметры питательных растворов и гидропонных установок были одинаковы (таблица №3)

4. определили концентрацию аскорбиновой кислоты в листьях растений и сделали следующие выводы:

- добавление марганца (в составе MnSO₄) и бора (в составе H₃BO₃) в гидропонный питательный раствор оказывают стимулирующее действие на синтез аскорбиновой кислоты в листьях растений (рис.1). При этом добавление солей марганца в раствор Кнопа оказывает наиболее эффективное воздействие на накопление витамина С в листьях в сравнении с добавкой борной кислоты. Максимальное увеличение концентрации аскорбиновой кислоты после добавления марганца и бора в сравнении с контрольным вариантом составило 3,7 и 1,9 раз соответственно.

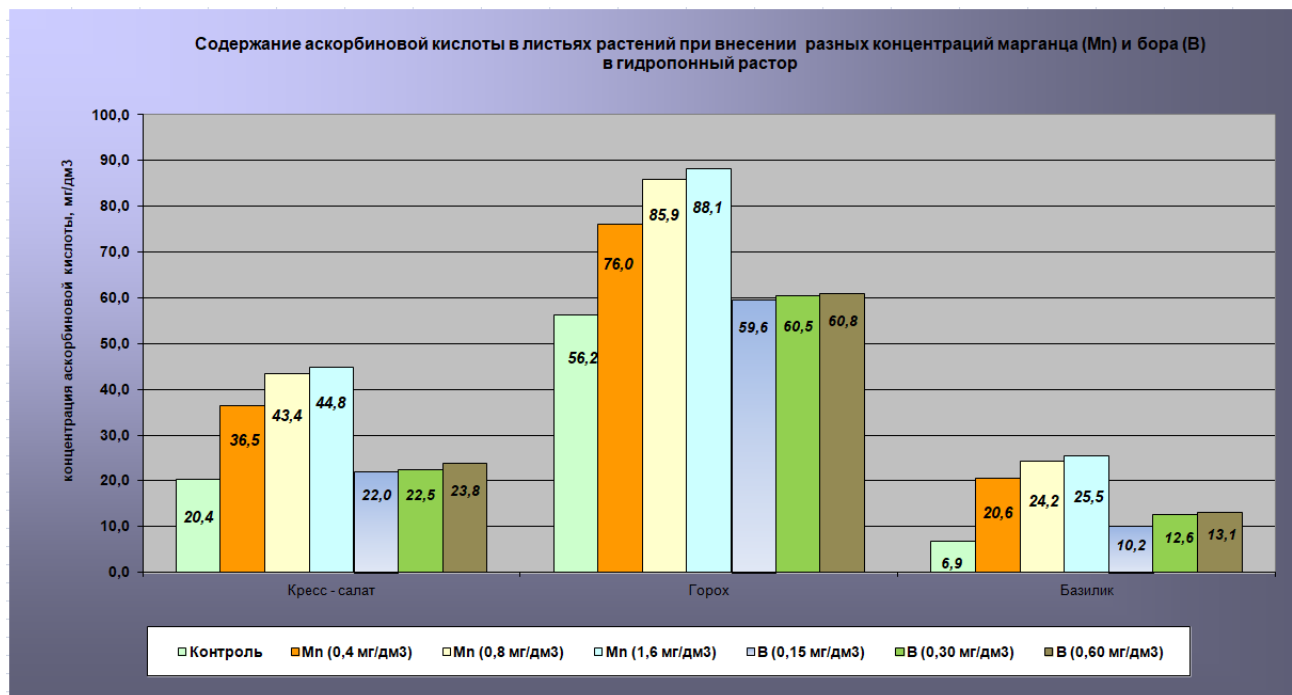


Рис.1 Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений, выращенных на гидропонном растворе с добавлением Mn и B в разных концентрациях

- однако с увеличением концентрации элементов в питательном гидропонном растворе различия в накоплении витамина С в листьях растений

снижается (таблица №5). По таблице №5 видно, что при добавлении в питательный раствор марганца в концентрации 0,4 мг/дм³ концентрация аскорбиновой кислоты в листьях растений увеличивается в среднем в 2,1 раза (в листьях базилика – в 3 раза). Дальнейшее увеличение концентрации марганца в растворе в 2 и в 4 раза (0,8 мг/дм³ и 1,6 мг/дм³) приводит к незначительному увеличению концентрации витамина С в листьях растений с сравнении с меньшими концентрациями марганца. С увеличением концентрации бора содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений так же возрастает не значительно.

Таблица №5 Изменение концентрации аскорбиновой кислоты в листьях растений, выращенных на питательной среде с добавлением микроэлементов, в сравнении с контрольным раствором

| Объект исследования | Кратность увеличения концентрации аскорбиновой кислоты в листьях растений, выращенных на питательной среде с добавление микроэлементов в разной концентрации, в сравнении с контрольным вариантом, раз | | | | | |
|-------------------------|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Mn (0,4 мг/дм ³) | Mn (0,8 мг/дм ³) | Mn (1,6 мг/дм ³) | B (0,15 мг/дм ³) | B (0,30 мг/дм ³) | B (0,60 мг/дм ³) |
| Кресс - салат | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 1,1 | 1,1 | 1,2 |
| Горох | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| Базилик | 3,0 | 3,5 | 3,7 | 1,5 | 1,8 | 1,9 |
| Среднее значение | 2,1 | 2,4 | 2,5 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |

5. Учитывая полученные результаты, для увеличения содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений в условиях гидропоники мы рекомендуем внесение марганца с концентрацией 0,4 мг/дм³

Наша гипотеза подтвердилась: добавление марганца и бора в питательный гидропонный раствор оказывает стимулирующее действие на синтез аскорбиновой кислоты в листьях растений.

Эксперимент продолжается, на данном этапе растения кресс-салата, гороха и базилика выращиваются на питательной среде с добавлением разных концентраций бора.

В дальнейшем было бы интересно изучить:

- влияние других форм марганца (например, перманганат калия) на синтез витамина С
- влияние других микроэлементов и их соотношений на концентрацию аскорбиновой кислоты
- влияние микроэлементов на синтез других витаминов

Таким образом, регулируя факторы, влияющие на витаминобразование, а в частности, обогащая гидропонные растворы микроэлементами, можно предупредить получение урожая с низким содержанием витаминов.

Список литературы и интернет-источников

1. Абдуллина Г.М., Кулагина И.Г., Тимирханова Г.А. Витамин С: классические представления и новые факты о механизмах биологического действия [Электронный источник] // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vitamin-s-klassicheskie-predstavleniya-i-novye-fakty-o-mehanizmah-biologicheskogo-deystviya/viewer> (дата обращения: 06.12.2022 г.)
2. Бурченко Т.В. Зависимость содержания аскорбиновой кислоты в органах гравилата от ритма сезонного развития [Электронный источник] // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-soderzhaniya-askorbinovoy-kisloty-v-organah-geum-urbanum-i-geum-rivale-geum-rosaceae-ot-ritma-sezonnogo-razvitiya/viewer> (дата обращения: 26.12.2022 г.)
3. Махова А.А., Ших Е.В. Роль аскорбиновой кислоты и токоферола в профилактике и лечении заболеваний с точки зрения доказательной медицины [Электронный источник] // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-askorbinovoy-kisloty-i-tokoferola-v-profilaktike-i-lechenii-zabolevaniy-s-tochki-zreniya-dokazatelnoy-meditsiny/viewer> (дата обращения: 27.11.2022 г.)
4. Ничипорович А.А., Овчаров К.Е. Содержание витаминов в зависимости от условий [Электронный ресурс] // КПД зеленого листа, витамины в растениях URL: <https://lsdinfo.org/soderzhanie-vitaminov-v-zavisimosti-ot-uslovij/> (дата обращения: 05.11.2022 г.)
5. Определение и свойства аскорбиновой кислоты [Электронный источник] // Studfiles URL: <https://studfile.net/preview/3557858/#2> (дата обращения: 05.10.2022 г.)
6. Определение аскорбиновой кислоты йодометрическим методом [Электронный ресурс] // Хелпикс URL: <https://helpiks.org/2-51114.html> (дата обращения: 24.09.2022 г.)
7. Правила приготовления питательного раствора для гидропоники [Электронный источник] // Гидроном URL: <https://gidronom.ru/uroki/uroki-prodvinutogo/88-pravila-prigotovleniya-pitatelnogo-rastvora-dlya-gidroponiki.html> (дата обращения: 11.09.2022 г.)
8. Раствор Кнопа: особенности, приготовление и применение [Электронный источник] // MegaOgorod URL: <http://megaogorod.com/atricle/2767-kak-pravilno-prigotovit-rastvor-knopa> (дата обращения: 12.09.2022 г.)
9. Рыжак П. Рецепты питательных растворов [Электронный источник] // Гидропоника URL: <https://gidroponika.com/content/view/35/237/> (дата обращения: 09.09.2022 г.)
10. Тотальный дефицит: почему в современных продуктах не хватает витаминов и минералов [Электронный источник] // Вятская губерния URL: <https://vg-media.ru/new-markets/totalnyi-defitsit-pochemu-v-sovremennykh-produktakh-nie-khvataiet-vitaminov-i-mikroeliemientov> (дата обращения: 01.10.2022 г.)

Приложения

Приложение №1

Определение концентрации аскорбиновой кислоты в листьях растений



Рис.2 Объекты исследования



Рис.3 реактивы для титрования



Рис.4 Прободготовка образцов к анализу



Рис.5 Фильтрация экстракта



Рис.6 Титрование аскорбиновой кислоты

Таблица №6 Результаты титрования

| Объект исследования | Навеска, г | Параллельное измерение | Объём вытяжки взятой для анализа, см ³ | Объём КЮ ₃ затраченный на титрование, см ³ |
|---|------------|------------------------|---|--|
| Контроль (базилик) | 9,50 | 1 | 20,0 | 0,15 |
| | | 2 | 21,0 | 0,15 |
| Контроль (горох) | 5,00 | 1 | 19,5 | 0,65 |
| | | 2 | 11,5 | 0,35 |
| Контроль (кресс-салат) | 9,90 | 1 | 18,0 | 0,40 |
| | | 2 | 19,0 | 0,45 |
| Вариант 1 (базилик) $C (Mn) = 0,8 \text{ мг/дм}^3$ | 4,66 | 1 | 19,0 | 0,25 |
| | | 2 | 20,0 | 0,25 |
| Вариант 1 (горох) $C (Mn) = 0,8 \text{ мг/дм}^3$ | 8,07 | 1 | 20,0 | 1,55 |
| | | 2 | 20,0 | 1,60 |
| Вариант 1 (кресс-салат) $C (Mn) = 0,8 \text{ мг/дм}^3$ | 7,35 | 1 | 20,0 | 0,70 |
| | | 2 | 20,0 | 0,75 |
| Вариант 2 (базилик) $C (Mn) = 0,4 \text{ мг/дм}^3$ | 9,40 | 1 | 20,0 | 0,45 |
| | | 2 | 21,0 | 0,45 |
| Вариант 2 (горох) $C (Mn) = 0,4 \text{ мг/дм}^3$ | 6,0 | 1 | 18,0 | 0,90 |
| | | 2 | 14,0 | 0,75 |
| Вариант 2 (кресс-салат) $C (Mn) = 0,4 \text{ мг/дм}^3$ | 9,69 | 1 | 23,5 | 0,95 |
| | | 2 | 20,0 | 0,80 |
| Вариант 3 (базилик) $C (Mn) = 1,6 \text{ мг/дм}^3$ | 8,24 | 1 | 18,0 | 0,45 |
| | | 2 | 22,0 | 0,50 |
| Вариант 3 (горох) $C (Mn) = 1,6 \text{ мг/дм}^3$ | 6,41 | 1 | 20,0 | 1,25 |
| | | 2 | 19,0 | 1,25 |
| Вариант 3 (кресс-салат) $C (Mn) = 1,6 \text{ мг/дм}^3$ | 6,71 | 1 | 20,0 | 0,70 |
| | | 2 | 21,0 | 0,70 |