**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение**

**гимназия №2**

**Исследовательский проект по теме:**

**«Электричество в растениях»**

Авторы проекта:

 **Цапалин Евгений,**

**Матвеевский Сергей,**

**Солоненкова Анна**

Руководитель проекта:

**Смирнова Елена Юрьевна,**

**Соловьева Татьяна Алексеевна**

**Александров, 2013 г.**

**Содержание:**

«Электричество в растениях»

 1. **Введение:**

* Цель исследований;
* Задачи;
* Методика проведения исследования.
1. **Основная часть:**

а) Обоснование темы;

б) Обзор литературы.

**3. Практическая часть:**

 Проведение опытов;

**4. Заключение:**

 а) Обработка данных;

 б) Выводы.

 в) Рекомендации по уходу за растениями.

**ВВЕДЕНИЕ**

**План исследований**

**Цель исследования**:

Изучение электрических явлений в растениях.

**Задачи:**

а) Изучение потенциалов покоя и потенциалов действия комнатных растений на воздействие различных факторов;

б) Изучение вариабельных потенциалов комнатных растений на различные повреждающие факторы.

 **Методика проведения исследования.**

1) Изучение потенциалов покоя, действия и вариабельного потенциала комнатных растений: монстеры, фикуса, каланхоэ, молочая.

2) Изучения потенциала действия на факторы: свет, полив, шум, музыку, прикосновение рукой к листу.

3) Изучение вариабельного потенциала на ожог, ранение путем ежесекундной регистрации цифровым милливольтметром.

4) Обработка полученных данных.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.**

**Обоснование темы.**

С тех пор как люди стали большую часть своего времени проводить в домах, квартирах, потребность украшать жизненное пространство растениями все увеличивается. Растения обеспечивают нас пищей, и кислородом, и многим другим и оказывают позитивное воздействие на наше тело и душу.

В 80-е годы было введено понятие синдром нездорового помещения. Опыты НАСА доказали это. Человек не может понять, что растения не безмолвные и бесчувственные существа, а живые организмы способные реагировать на окружающую среду.

Факты, описанные в книге П. Томпкинса и К.Берда кажутся фантастическими, но они заставили по-новому взглянуть на растения, что послужило отправным моментом для того, чтобы провести доступные исследования и либо подтвердить, либо опровергнуть их. Растения действительно могут «кричать от боли»?!

**Обзор литературы.**

Среди многочисленных физиологических процессов, постоянно протекающих в тканях и органах растений, пожалуй, наиболее загадочны биоэлектрические явления. Еще со времени открытия Л. Гальвани электрических процессов в живых тканях электрофизиологам были известны так называемые токи повреждения. При разрезании поперек волокон мышечного аппарата животного и подведении одного контакта гальванометра к срезу, а другого - к продольной неповрежденной поверхности, прибор зафиксировал разность электрических потенциалов в 0,1 В. Последующие измерения токов повреждения на растительных тканях показали аналогичные результаты. Причем поверхности срезов стеблей, листьев, репродуктивных органов и корней всегда по отношению к неповрежденной ткани имели отрицательный заряд.

Хозяйственно-техническое мышление человека породило глобальный экологический кризис. Частью экологической философии нашего времени должна стать экологическая этика, которая должна научить человека гармоничному сосуществованию с себе подобными, с природой и Вселенной. Основополагающим принципом должно стать усиление роли и места создания в Природе.

В. П. Казначеевым (см. №4) доказано наличие признаков мысли, сознания, разумного начала во всех средах и формах жизни на Земле. В качестве примера можно привести индийскую солодку, чувствительную ко всем формам электрических и магнитных воздействий, используемую как метеорологическое растение.

Хотя растения повсеместно рассматривались как бесчувствительные автомата, в последнее время за ними признали способность воспринимать звуки, недоступные для слуха человека и различать цветовые длины волн, такие как инфокрасное излучение и ультрафиолет, которые не воспринимает глаз человека; Они особенно чувствительны к рентгеновскому излучению телевизионному ВЧ-излучению.

 В 1950-х годах при помощи микроэлектродов, вводимых в клетку, у нитчатой водоросли нителлы  были обнаружены такие же значения потенциалов покоя, как и у животных клеток — порядка 0,09—0,05 В. Было установлено, что электрические, механические, химические и другие раздражители умеренной интенсивности вызывают в местах своего приложения к органам растения (листу, корню и т. д.) изменения потенциалов, сходные с местными (подпороговыми) потенциалами у животных клеток. Обнаружены у растений и специальные потенциалы возбуждения, подобные потенциалам действия животных клеток. Наиболее приближаются к классическим потенциалам действия электрические потенциалы, возникающие при распространении волны возбуждения по органам растения. Так, типичные двухфазные токи действия длительностью 0,1—0,2 мс сопровождают быстрые движения насекомоядного растения дианова мухоловка, а также защитную двигательную реакцию складывания листьев у стыдливой мимозы (Mimosa pudica) в ответ на механическое или электрическое раздражение растения.
         **Потенциал покоя** . У живых клеток в покое между внутренним содержимым клетки и наружным раствором существует разность потенциалов порядка 60—90мв, которая локализована на поверхностной мембране. Внутренняя сторона мембраны заряжена электроотрицательно по отношению к наружной. ПП обусловлен избирательной проницаемостью покоящейся мембраны для ионов К+.  Концентрация К+ в протоплазме примерно в 50 раз выше, чем во внеклеточной жидкости, поэтому, диффундируя из клетки, ионы выносят на наружную сторону мембраны положительные заряды, при этом внутренняя сторона мембраны, практически не проницаемой для крупных органических анионов, приобретает отрицательный потенциал. Поскольку проницаемость мембраны в покое для Na+ примерно в 100 раз ниже, чем для К+, диффузия натрия из внеклеточной жидкости (где он является основным катионом) в протоплазму мала и лишь незначительно снижает ПП, обусловленный ионами К+. В скелетных мышечных волокнах в возникновении потенциала покоя важную роль играют также ионы Cl-, диффундирующие внутрь клетки. Следствием ПП является ток покоя, регистрируемый между поврежденным и интактным участками нерва или мышцы при приложении отводящих электродов. Мембраны нервных и мышечных клеток (волокон) способны изменять ионную проницаемость в ответ на сдвиги мембранного потенциала. При увеличении ПП (гиперполяризация мембраны) проницаемость поверхностных клеточных мембран для Na+ и К+ падает, а при уменьшении ПП (деполяризация) она возрастает, причём скорость изменений проницаемости для Na+значительно превышает скорость увеличения проницаемости мембраны для К+.

        **Потенциал действия** (ПД). Все раздражители, действующие на клетку, вызывают в первую очередь снижение ПП; когда оно достигает критического значения (порога), возникает активный распространяющийся ответ — ПД. Во время восходящей фазы ПД кратковременно извращается потенциал на мембране: её внутренняя сторона, заряженная в покое электроотрицательно, приобретает в это время положительный потенциал. Достигнув вершины, ПД начинает падать (нисходящая фаза ПД), и потенциал на мембране возвращается к уровню, близкому к исходному, — ПП. Полное восстановление ПП происходит только после окончания следовых колебаний потенциала — следовой деполяризации или гиперполяризации, длительность которых обычно значительно превосходит продолжительность пика ПД. Согласно мембранной теории, деполяризация мембраны, вызванная действием раздражителя, приводит к усилению потока Na+ внутрь клетки, что уменьшает отрицательный потенциал внутренней стороны мембраны — усиливает её деполяризацию. Это, в свою очередь, вызывает дальнейшее повышение проницаемости для Na+ и новое усиление деполяризации и т.д. В результате такого взрывного кругового процесса, т. н. регенеративной деполяризации, происходит извращение мембранного потенциала, характерное для ПД. Повышение проницаемости для Na+ очень кратковременно и сменяется её падением, а следовательно, уменьшением потока Na+ внутрь клетки. Проницаемость для К+, в отличие от проницаемости для Na+, продолжает увеличиваться, что приводит к усилению потока К+ из клетки. В результате этих изменений ПД начинает падать, что ведёт к восстановлению ПП. Таков механизм генерации ПД в большинстве возбудимых тканей.

Клив Бакстер (см.№4) из Калифорнии, занимавшийся коммуникативными связями растений, открыл способность растений реагировать на мысли и чувства людей. Ведь недаром говорят, что у человека «зеленые руки», если у него прекрасно растут растения.

Известны случаи, когда после смерти хозяйки комнатные растения за одну ночь увядают.

Опытом, проведенным в лаборатории биокибернетики Института агрофизики Академии наук СССР, было установлено, что растения Фасоли, соединенные с чувствительными приборами, издавали импульсы высокой частоты, когда им не хватало воды, таким образом, они сами устанавливали режим полива.

Байрд установил, что растения могут «терять сознание» при избыточном стрессе. Ч.Бос, обнаружил, что растения утрачивают чувствительность подобно животным, и снова становятся чувствительными, как только заканчивается действие наркоза.

По данным Евы-Катарины Хоффман плохо растут растения в помещении с плохим психологическим климатом.

Растение - настоящий генератор электрического тока, оно полностью себя электрифицировало, мембраны клетки, группы клеток, органы и целые растения, сообщества растений - все пронизано электричеством.

Отрицательный потенциал по отношению к антрактным участникам, называется потенциалом повреждения. Его значение варьирует от 20 мВ до 120 мВ. Ток повреждения регистрируется в растениях, например, при таких повреждающих воздействиях как разрез, разрыв, разминание, термические и химические ожоги.

В определенных пределах амплитуда и длительность тока повреждения пропорциональны интенсивности или площади повреждения.

Биопотенциалы растений реагируют на смерть живых существ, если она происходит вблизи растения. Потенциалы играют важную роль в регуляции физиологических процессов. Скорость распространения ПД у высших растений сопоставима со скоростью распространения возбуждения у некоторых животных.

Таким образом, биопотенциалы лежат в основе нормальной жизнедеятельности любой клетки и особенно важны для процессов возбуждения и торможения у животных и человека и раздражимости у растений. Нарушения проводимости клеточных мембран могут приводить к серьезным патологиям организма (вплоть до смерти). Исследования биоэлектрических потенциалов применяют с диагностическими целями в электрокардиографии, электроэнцефалографии, электромиографии.

Изучение электрических явлений в растениях имеет не только научное, но и практическое значение. Если растение, плод или клубень начинают портиться, то его клетки, становятся вялыми, снижается электрическая реакция, по показанием которой модно сделать вывод о качестве продукции.

**Практическая часть.**

Любые воздействия на организм в той или иной мере изменяют свойства клеточных мембран, вызывают перераспределение ионов и изменяют биопотенциалы. Различают биопотенциалы – токи покоя и биопотенциалы, возникающие в состояние возбуждения- токи действия или потенциалы действия (ПД), которые регистрируются в виде разности потенциалов.

Для изучения реакций растений были взяты комнатные растения: монстера, молочай, фикус. Электрические реакции листа регистрировали цифровым милливольтметром. Ежесекундно снимали показания электрической реакции растений. Затем заносили данные в компьютер для построения графиков электрической активности растений на действие различных факторов. В качестве факторов, инициирующих электрические потенциалы были: вода, свет, шум, музыка, прикосновение рукой.

Для достоверности опыта были проведены трижды на указанных растениях и всегда получали аналогичные результаты по каждому из них. Некоторые показатели, полученные нами коррелируются с показателями, но далеко не все, так как количество растений и диапазон факторов, воздействующих на растения, у нас значительно шире. Кроме того, нами были взяты для исследования растения, которых нет в указанных источниках. Нами получены очень интересные данные по чувствительности растений. Казавшиеся нам фантастическими факты оказалась реальностью. Потенциалы действия на различные раздражители приведены ниже. Приведенные в таблице показатели свидетельствуют о том, что наиболее чувствительными являются фикус, молочай и каланхоэ, т.е. в них развивается более высокий электрический потенциал. Это объясняется по литературным источникам хорошим развитием проводящей ткани в листьях этих растений, а в листьях толстяки хорошо развита паренхима, накапливающая воду, что снижает способность растения к генерации импульсов и их проведению.

Молочай, до опыта хорошо подсушенный, имел потенциал покоя 25 мВ, а через 5 мин после полива развил потенциал действия до 59 мВ. Аналогичная реакция на полив и у фикуса. Потенциал покоя фикуса был 13 мВ, при воздействие агрессивного крика потенциал снизился до 11 мВ. Вероятно, сказалось то, что растение выращено в школе (кабинет биологии) и для него данная шумовая среда – норма. Также не сильно возрос ПД у молочая (кабинет физики) – до 30 мВ, а у каланхоэ (методический кабинет) ПД более заметно повысился до 52 мВ. Фикус оказался чувствительным к классической музыке (Бетховен «Лунная соната») средней громкости - ПД снизился до 0 мВ. При воздействии на цветок музыки в стиле «Хеви-метал» на большой громкости ПД резко повысился до 100 мВ. Аналогичные тенденции прослеживались у других растений. Эти результаты из области фитопсихологии но, тем не менее, они получены.

Интересны результаты по изучению реакции каланхоэ на прикосновения руки к листу. Испытали 4 человека. Получили следующую тенденцию: потенциал покоя каланхоэ – 30 мВ. При прикосновении 1 человека к листьям ПД повышается до 50 мВ, при прикосновении других – понижается до 3 мВ.

Интересный результат, аналогичный результатам в опыте Бакстера, получен в опыте с молочаем. Два растения молочая были поставлены рядом (они стояли на расстоянии), с одного растения сняты показания потенциала покоя, а затем был поранен лист соседнего растения. Электрический потенциал соседнего неповрежденного растения значительно изменился т.е. оно отреагировало на ранение как на собственное, которое производили ранее.

Потенциал повреждения отличается от потенциала действия длительной нерегулярной нисходящей ветвью импульса, что подтверждается графиками.

Весьма интересная реакция на сильные звуки (крик, шум). При возникновении ПД в клетках наступает абсолютный рефрактерный период (кратковременный период полного исчезновения или снижения возбудимости нервной и мышечной тканей, наступающий после их реакции на какое-либо раздражение), который характеризуется тем, что даже сверхпороговые раздражения не вызывают появления электрической реакции. Несмотря на действия звука той же силы происходит затухание реакций растения - у фикуса за 90 сек. Токи действия снизились на 80 мВ.

**ОБРАБОТКА ДАННЫХ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Названиерастений. | Потенциалпокоя (мВ) | Потенциал действия (мВ) |
| На прикосновение рукой. | На шум | На музыку. | На полив. | На ранение |
| Классика  | Хеви-метал |
| 1.Фикус | 11-13 | 5-63 | 11 | 0 | 100 | 82 | 148 |
| 2.Молочай | 25 | 12-78 | 30 | 5 | 64 | 59 | 112 |
| 3.Каланхоэ | 30 | 3-52 | 52 | 8 | 118 | 64 | 152 |

**Выводы.**

* Растения реагируют на действие раздражителей внешней среды: полив, шум, музыку, прикосновение изменением электрического напряжения, измеряемого в мВ.
* При длительном воздействии раздражителя происходит снижение чувствительности растения.
* Растения по-разному реагируют на разных людей при их прикосновении и длительном контакте с рукой.
* Растения реагируют на повреждение (ранение) возникновением тока повреждения.
* Самой невероятной была реакция здорового растения молочая на ранение соседнего растения этого же вида.
* Исследование электрических явлений в растениях, возможно, будет иметь не только научное, сколько практическое значение.

**Рекомендации по уходу за растениями.**

1) Старайтесь, как можно меньше прикасаться к растениям руками.

2) Расставляйте растения в помещении согласно их экологическим характеристикам (светолюбивые на свету, теневыносливые в тени)

3)Поливайте комнатные растения согласно их принадлежности к экологической группе (влаголюбивые, сухолюбивые), времени года и времени суток (зимой утром, летом вечером)

4) В помещении, где находятся растения, не стоит сильно шуметь и включать громкую музыку.

5) Не оставляйте здоровые растения одного вида рядом с поврежденными - это приведет к их гибели.

6) Разговаривайте с растениями ласково и не повышайте на них голос.

**Список литературы.**

**1.** Ева-Катерина Хоффман «Энергия комнатных растений». М., 2001**.**

**2.** Томпкинс П., Бёрд К. «Тайная жизнь растений»; «Свет», № 3, 4, 5, 1993.

**3.** Боданов Е. «Громоотвод на подоконнике», «Свет», № 3, 2002.

**4.** Белимов Г «Мыслящие растения», «Свет», №3, 2002.

**5.** Плонси Р., Барр Р. «Биоэлектричесиво», М., Мир, 1992.

**6.** Маслоброд С. «Книга судьбы для растений», «Свет» № 9, 10, 1993.

**7.** Маслов А. «Электрический язык растений», «Юный натуралист», № 10, 1990.

**8.** Рыбина И. А. «Светозависимая биоэлектрическая активность» Свердловск, 1980.

**9.** Коловский Р.А. «Биоэлектрические потенциалы древесных растений», «Наука», Новосибирск, 1980

**Интернет-ресурсы:**

<http://www.flowersweb.info/> - все о комнатных растениях

<http://ru.wikipedia.org/wiki> - энциклопедия

<http://bio.clow.ru/data/2.htm> - справочники

<http://www.abitura.com/handbook/optic2.html> - справочники