

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДРЕВЕСНЫХ, КУСТАРНИКОВЫХ КУЛЬТУР И ГАЗОННЫХ ТРАВ

Пивоваров Максим Валерьевич

аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

E-mail: max.max-pivovarov@yandex.ru

Цепляев Алексей Николаевич

д-р с.-х. наук, профессор кафедры ботаники и дендрологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ

E-mail: vsealexey@mail.ru

APPLICATION OF ELECTROSTIMULATION IN GROWING PLANTING MATERIAL OF WOOD, SHRUBS AND LAWN GRASSES

Pivovarov Maxim Valeryevich

Postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

E-mail: max.max-pivovarov@yandex.ru

Tseplyaev Alexey Nikolaevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

E-mail: vsealexey@mail.ru

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению эффективности бесконтактной электростимуляции для улучшения роста растений. Этот метод, использующий электрическое поле без физического контакта с растением, может стимулировать клеточный обмен и рост корневой системы, что особенно важно для уязвимых видов. В ходе эксперимента произведена оценка влияния параметров электростимуляции, а также выявлено действие сочетания электростимуляции с удобрениями и стимуляторами роста на рост газонных трав. Подтверждение эффективности воздействия электростимуляции на рост растений позволяет продолжать исследования в направлении воздействия бесконтактной электростимуляции на сложные в разведении древесные виды.

Abstract. This study is aimed at studying the effectiveness of contactless electrical stimulation to improve plant growth. This method, which uses an electric field without physical contact with the plant, can stimulate cell metabolism and root system growth, which is especially important for vulnerable species. During the experiment, the influence of electrical stimulation parameters was evaluated, and the effect of a combination of electrical stimulation with fertilizers and growth stimulants on the growth of lawn grasses was revealed. Confirmation of the effectiveness of the effect of electrical stimulation on plant growth allows us to continue research in the direction of the effect of contactless electrical stimulation on difficult-to-breed woody plant species.

Ключевые слова: электростимуляция, питательные вещества, стимулятор роста, газонные травы.

Keywords: electrical stimulation, nutrients, growth stimulant, lawn grass seeds.

Введение

В современном мире активно проводятся исследования, направленные на использование инновационных технологий для повышения эффективности производства посадочного материала в питомниках. Одним из таких направлений является применение регулируемого безопасного электрического тока для стимуляции роста растений, ускорения ризогенеза и повышения биопродуктивности.

В настоящий момент создаются автоматизированные системы, которые позволяют контролировать ключевые условия выращивания растений - полив, освещённость и другие. Современное состояние науки также даёт возможность активно вмешиваться в жизненные процессы, протекающие в самом растении и ориентировать их в нужном направлении, посредством разного рода стимуляторов, в том числе и электрических.

Из работ отечественных и зарубежных учёных известно о положительном влиянии на растительные объекты методов электрофизического воздействия (электрический ток, электрическое, магнитное и электромагнитное поле) [1,2,3,4]. Установлено, что электрофизические методы и способы воздействия на растительные организмы, в ряде случаев дают как количественные, так и качественные положительные результаты, не достижимые с помощью других методов [7]. Большинство исследований, проведенных в этом направлении, посвящено результатам электрофизического воздействия на семена различных сельскохозяйственных растений.

Несмотря на реальные перспективы применения электрофизических методов при управлении жизненными процессами растительных организмов, внедрение этих способов в растениеводстве задерживается, так как до сего времени ещё недостаточно изучены механизм стимуляции и вопросы расчёта и конструирования соответствующих электроустановок.

Известно, что растительная клетка, запасая электрическую энергию в природных конденсаторах – внутриклеточных мембранах - митохондриях, использует ее для очень многих процессов: строительства новых молекул, снабжения клетки питательными веществами, регулирования собственной температуры [6]. Известно, что в листьях растений, под действием света, протекает фотосинтез – преобразование световой энергии в биологическую [5]. Фотосинтетическую структуру растений можно рассматривать как особую фотоэлектрохимическую батарею, заряжаемую солнцем до разности потенциалов в 1.2 вольт. Фотосинтез также ускоряется при увеличении разности потенциалов между растением и окружающей средой.

Практическое применение метода электростимуляции предусматривает установку электродов над растениями и в почве. Частота и напряжение подбираются экспериментальным путём с учётом реакции растений. Наиболее перспективной методикой признана электростимуляция с использованием электромагнитного поля (ЭМП), которое можно модулировать по амплитуде и частоте для достижения оптимального эффекта.

Согласно исследованиям выявлено, что слабый электрический ток, пропускаемый через почву, улучшает рост растений, стимулируя передвижение влаги и разложение сложных веществ в почве. Оптимальные параметры тока составляют 0,02–0,6 мА/см² для постоянного тока и 0,25–0,50 мА/см² для переменного.

Обработка виноградных черенков переменным ЭМП, так же, как и гетероауксином, активизирует в них регенерационные процессы, ускоряет образование корней и увеличивает их количество. Максимальная укореняемость при этом, получена при экспозиции 15 мин, а максимальные выход черенков с тремя корнями и более и число корней - при экспозиции 20 мин [7].

Метод также подходит для обработки семян перед посевом. Применение биомодулей обеспечивает высокую энергоэффективность, экологическую чистоту продукции и равномерное развитие растений, что выгодно для торговли и позволяет использовать систему в домашних условиях [12].

Выполненные полевые экспериментальные исследования по определению качественных показателей развития сеянцев древесных пород и изменение их морфометрии при электростимуляции подтверждают гипотезу о положительном влиянии переменного электрического поля промышленной частоты. Выявлены положительные результаты, которые существенно увеличивают развитие корневой системы и самого растения за счет ускорения хода биологических процессов и высвобождения дополнительной энергии для роста растения.

Опираясь на результаты исследований, полученных при проведении полевого опыта в питомнике «Нижеволжской станции по селекции древесных растений ФНЦ Агроэкологии РАН», сделаны выводы, что воздействие переменного электрического поля промышленной частоты 50 Гц на семена сосны крымской проявляет в целом положительный эффект, увеличивая качественные показатели превышающие стандартные приемы интенсивной агротехники выращивания посадочного материала [11].

Бесконтактная электростимуляция основана на применении электрического поля, которое воздействует на растение, не касаясь его напрямую. Этот метод позволяет активизировать биологические процессы, усиливая обмен веществ, стимулируя рост клеток и корневой системы. В отличие от традиционных методов стимуляции, бесконтактная электростимуляция не требует физического контакта с растением, что снижает риск его повреждения. Кроме того, этот метод позволяет более точно контролировать интенсивность и продолжительность воздействия, что является важным фактором при работе с редкими и уязвимыми растениями.

Материалы и методы

Эксперимент по выявлению действия сочетаний электростимуляции с удобрениями и стимуляторами роста на рост газонных трав проводился на территории частного тепличного комплекса в Подмоскowie в деревне Зименки, находящегося в 8 км от Московской кольцевой автомобильной дороги в южном направлении.

Для заложения исследования понадобилось использовать 2 теплицы бытового класса, размером 4 x 6 м. Теплицы были оборудованы воздушным обогревом, системой ручного поддержания влажности, а также теплой водой для полива. Теплицы находились в незатененном месте. В опыте исследовались следующие травянистые растения: райграс однолетний, клевер красный, овсяница красная, овсяница луговая, тимopheевка луговая. В качестве удобрения использовался препарат «Гуматы Хакасии», содержащий гуминовые кислоты, в качестве стимулятора роста использовали препарат «Иммуноцитифит» (д. в.: этиловый эфир арахидоновой кислоты, 0,16 г/кг). Электрический ток подавался аппаратом генерации тока MAISHENG MS3010D с двумя режимами стабилизации.

Было заложено 5 вариантов опыта для каждой культуры:

- 1 вариант – использование гуминовых удобрений + одинарное электрическое напряжение;
- 2 вариант -использование гуминовых удобрений + двойное электрическое напряжение;
- 3 вариант – использование гуминовых удобрений, стимулятора роста «Иммуноцитифит» + одинарное электрическое напряжение;
- 4 вариант – использование стимулятора роста «Иммуноцитифит» + одинарное электрическое напряжение;
- 5 вариант – контрольный.

Все работы по уходу за растениями проводились одновременно на всех участках (в течение одного дня). Посев семян проводился согласно нормативам 30 г/м². Полив осуществлялся только совместно с внесением удобрений. Сорные виды трав удалялись, при появлении в теплице. Удобрения вносились путем полива (20 мл гуминового удобрения на 10 л воды). Обработка стимулятором роста проводилась путем опрыскивания по листу (1 таблетка «Иммуноцитифита» на 1,5 л, при расходе 100 мл раствора на 1 м²). Замеры высоты и плотности травостоя проводились несколько раз за сезон по общепринятым методикам.

Первая обработка данных - после всходов 02.03.2023, вторая - в фазе кущения перед скашиванием 16.03.2023, третья - после скашивания 28.04.2023.

Цель исследования состоит в том, чтобы определить, насколько бесконтактная электростимуляция в сочетании с удобрениями и стимуляторами роста может повлиять на рост газонных трав и, тем самым, улучшить их адаптацию к внешним условиям. В опыте были использованы травянистые растения, так как они отличаются высокой скоростью роста, позволяющей в короткие сроки получить и обработать результаты.

Результаты и обсуждение

По результатам замеров были составлены диаграммы (рис. 1 и 2).

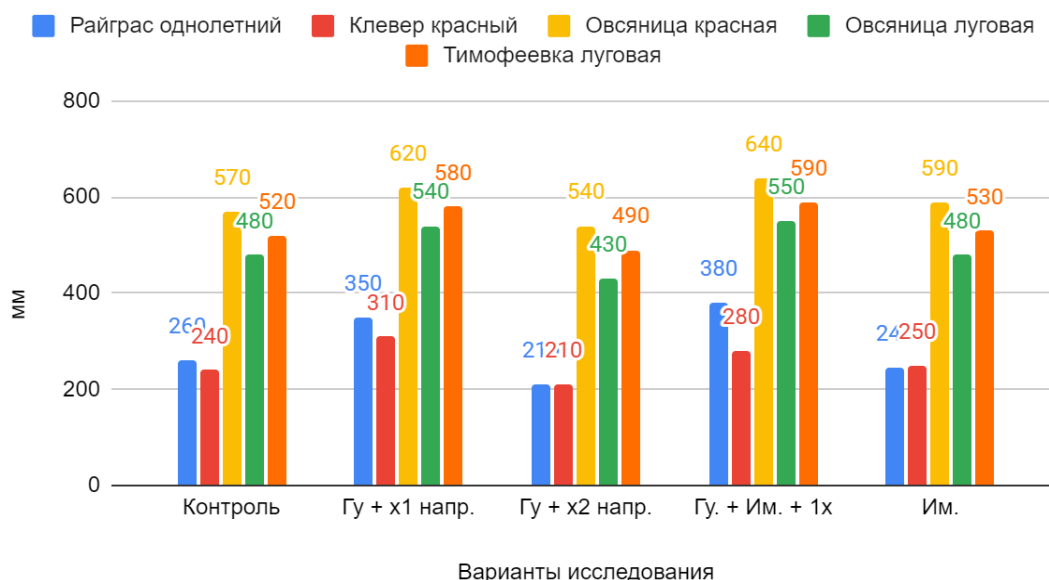


Рисунок 1. Средние значения высоты травостоя по вариантам

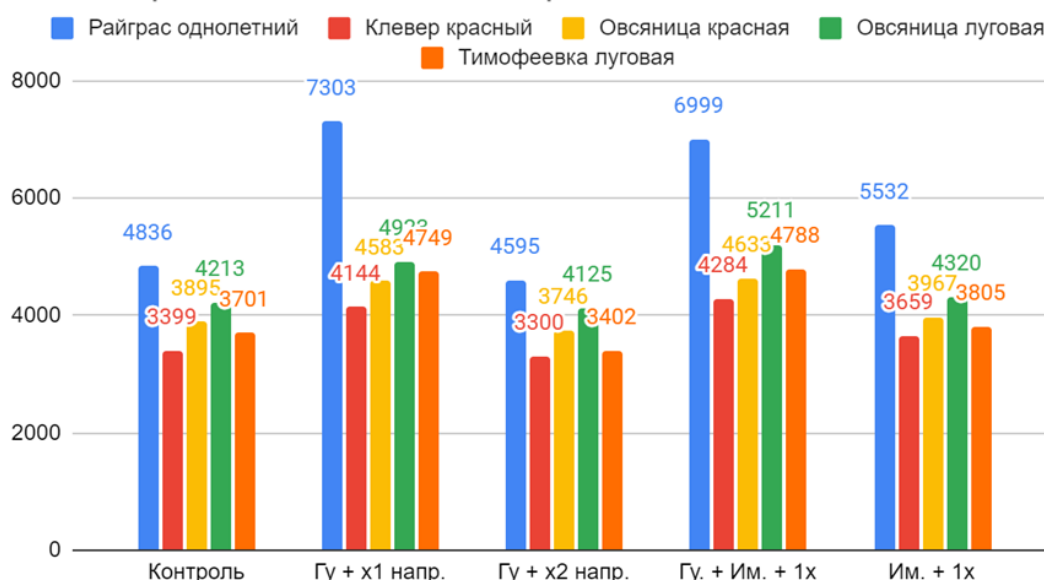


Рисунок 2. Средние значения плотности травостоя по вариантам

Из диаграммы 1 можно наблюдать, что у образцов с использованием электростимуляции, высота травостоя увеличилась, в среднем, на 20 %, по сравнению с контролем, а у образцов с двойным воздействием электрического напряжения, высота травостоя уменьшилась на 15 %.

Самую высокую плотность травостоя показал райграс однолетний. На момент замера 12.03 образцы в варианте с использованием гуминовых удобрений и воздействием одинарного электрического напряжения, а также в варианте с использованием гуминовых удобрений, стимулятора «Имуноцитифит» и воздействия одинарного напряжения, имели показатели плотности травостоя - 7303 и 6999 соответственно. Эти показатели превышают контрольные, а также сильно опережают плотность травостоя в других вариантах для данной культуры. Если посмотреть на показатели плотности в контрольном варианте, то можно увидеть, что влияние электростимуляции действительно оказывается сильным.

С другой стороны, двойное напряжение негативно влияет на плотность травостоя - все образцы имеют наименьшие показатели, по сравнению с контрольным образцом.

Образцы, в которых использовался стимулятор «Иммуноцитифит», показали схожие значения с контрольными образцами, и не показали сильного прироста в плотности и высоте травостоя.

Наименьшую плотность травостоя во всех вариантах показала клевер красный, сильного прироста во всех образцах в сравнении с другими культурами нет.

Вывод

1. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что использование ГУ в комплексе со стимулятором роста и одинарным электрическим напряжением положительно влияет на высоту и плотность травостоя, что подтверждает эффективность воздействия электростимуляции на рост растений.

2. Использование двойного электрического напряжения в комплексе с ГУ приводило к уменьшению высоты и плотности травостоя, что может быть связано с неустойчивостью растений к высоким нагрузкам. Возможно, для достижения наибольшей эффективности необходимо провести более подробные настройки мощности в более широком диапазоне.

3. Проведение исследований в направлении воздействия бесконтактной электростимуляции на декоративные древесные виды позволит разработать эффективные методы укоренения и выращивания сложных в разведении древесных видов, что важно для сохранения биоразнообразия и восстановления редких экосистем.

Список литературы

1. Бовин А.А. Электрическое поле и его значение для живых организмов. – URL: http://msk.edu.ua/ivk/-OLD-/Fizika/2_Semestr/Zan-56-T/El_pole_i_jivie_organizmi.htm.
2. Буколова Т.П. Изучение влияния магнитных полей на рост растений / Т.П. Буколова, Л.А. Муравская. – URL: <http://www.ucenter.info/libraryschoolboy/researchbio/rabota-07-168>.
3. Васильев А.А. Влияние предпосадочной обработки семенных клубней электромагнитным полем на урожайность картофеля / А.А. Васильев, Н.Д. Полевик // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 1-2(20). – С. 48-50.
4. Влияние магнитного поля на растения. – URL: <http://mirtajn.com/earth/803-vliyaniemagnitnogo-polya-na-rasteniya.html>.
5. Гордеев А.М., Шешнев В.Б. Электричество в жизни растений. - М.: Наука, 1991. - 160 с.
6. Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики. – М.: Просвещение, 1971. – 158 с.
7. Кудряков А.Г. Стимуляция корнеобразования черенков винограда электрическим полем : автореф. дис. ... канд. техн. наук. / А.Г. Кудряков. – Краснодар, 1999. – 23 с.
8. Патент № 2555449 С2 Российская Федерация, МПК А01G 7/04. способ электростимуляции жизнедеятельности растений : № 2013152600/13 : заявл. 26.11.2013 : опубл. 10.07.2015 / Г. Н. Самарин, В. А. Шилин, А. Н. Павлов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия».

9. Патент № 2717035 C1 Российская Федерация, МПК A01G 7/04. Устройство электростимуляции жизнедеятельности растений : № 2019121549 : заявл. 10.07.2019: опубл. 17.03.2020 / А. А. Делекторский, Л. Р. Люсова, Е. Г. Платонова, Л. С. Шибряева.
10. Корнилова Г.С., Герасимова О.А. Установка для электростимуляции жизнедеятельности растений // Проблемы технического сервиса в АПК : сборник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции. – Кинель, 2020. – С. 31-36.
11. Результаты исследований влияния электрофизического воздействия на посевные качества семян древесных пород / Д. С. Ивушкин, А. С. Феклистов, В. А. Петрухин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 1 (73). – С. 346-357.
12. Подымов С.А., Калёнов В.П., Васильев С.И. Разработка схемы электрического стимулирования растений в биомодуле // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве: сборник научных трудов по материалам V Всероссийской научно-практической конференции. Самара, 12 декабря 2019 года. – Кинель, 2020. – С. 108-112.

References

1. Bovin A.A. Electric field and its importance for living organisms. URL: http://msk.edu.ua/ivk/-OLD-/Fizika/2_Semestr/Zan-56- T/El_pole_i_jivie_organizmi.htm.
2. Bukolova, T.P. Study of the influence of magnetic fields on plant growth / T.P. Bukolova, L.A. Muravskaya. URL: <http://www.ucenter.info/libraryschoolboy/researchbio/rabota-07-168>.
3. Vasiliev A.A. The influence of preplanting treatment of seed tubers by electromagnetic field on potato yield / A.A. Vasiliev, N.D. Polevik // International Research Journal. - 2014. - № 1-2(20). - P. 48-50.
4. Influence of magnetic field on plants. URL: <http://mirtajn.com/earth/803-vliyaniemagnitnogo-polya-na-rasteniya.html>.
5. Gordeev A.M., Sheshnev V.B. Electricity in plant life. - Moscow: Nauka, 1991. - 160 p.
6. Katz C.B. Biophysics in physics lessons. – M.: Prosveshchenie, 1971. 158 p.
7. Kudryakov, A.G. Stimulation of root formation of grape cuttings by an electric field: abstr. of diss. ... candidate of technical sciences / A.G. Kudryakov. Krasnodar, 1999. 23 p.
8. Patent No. 2555449 C2 Russian Federation, IPC A01G 7/04. method of electrical stimulation of plant vital activity : No. 2013152600/13 : applied. 26.11.2013 : published 10.07.2015 / G. N. Samarin, V. A. Shilin, A. N. Pavlov [and others] ; applicant FSBEI HPE 'Velikoluk State Agricultural Academy'.
9. Patent No. 2717035 C1 Russian Federation, MPK A01G 7/04. Device for electrostimulation of plant vital activity : No. 2019121549 : applied. 10.07.2019 : published 17.03.2020 / A.A. Delektorsky, L.R. Lyusova, E.G. Platonova, L.S. Shibryaeva.
10. Kornilova G.S., Gerasimova O.A. Installation for electrical stimulation of plant life // Problems of technical service in agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the III Student All-Russian Scientific and Practical Conference. Kinel, 2020. Pp. 31-36.
11. Results of research on the influence of electrophysical influence on the sowing qualities of seeds of woody species / D.S. Ivushkin, A.S. Feklistov, V.A. Petrukhin [et al.] // Izvestiya Nizhnevolszhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Science and higher professional education. - 2024. - № 1 (73). - P. 346-357.
12. Podymov S.A., Kalyonov V.P., Vasilyev S.I. Electrical equipment and electrical technologies in agriculture: collection of scientific papers on the materials of V All-Russian scientific-practical conference. Samara, 12 December 2019. – Kinel, 2020. – pp. 108-112. DOI: 10.58168/FFYS2024_44-49