

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ БИОПОТЕНЦИАЛОВ РАСТЕНИЙ

Никифорова Л.Е., акад. МААО, д.т.н., проф.

Кизим И.В., инж.

Таврический государственный агротехнологический университет

г. Мелитополь, Украина

Тел (0619) 42-23-41

e-mail: etapk@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрен вопрос применения светодиодных источников света в установках закрытого грунта. Обоснована необходимость разработки комплекса регистрации биопотенциалов растений, необходимого для отработки технологии выращивания растений с применением светодиодных светильников.

Ключевые слова: растительный биообъект, биоэлектрический потенциал, диагностика, светодиодный источник света.

Постановка проблемы. Современные разработки в полупроводниковой отрасли позволяют производить недорогие ультраяркие светодиоды, отличающиеся высокой световой отдачей и большим сроком службы. Большим преимуществом светодиодных источников является возможность получения монохроматического излучения практически любой части спектра. В установках закрытого грунта всё более активно начинают применяться светодиодные облучающие установки, что обуславливается, помимо получения монохроматического излучения в фитоактивной части спектра, низкой потребляемой мощностью и низким тепловыделением, что даёт возможность устанавливать светодиоды рядом с растениями без риска их повреждения.

Современные светодиоды перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра. Диапазон длин волн излучения светодиодов в красной области спектра составляет 620-780 нм, в оранжевой – 600-620 нм, в желтой – 585-595 нм, в зеленой – 500-570 нм, в голубой – 465-490 нм и в синей – 430-465 нм. Таким образом, составляя комбинации из светодиодов разного спектра излучения, можно получить источник света с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне.

Спектральные максимумы поглощения хлорофилла “а” растительного биообъекта совпадают с линиями 410,2; 430,8 и 656,3 нм; красные максимумы хлорофилла “b” – с линиями 640 и 649,5 нм; фитохрома – с линиями 381,6; 396,8 и 656,3 нм. Наибольшим же количеством максимумов поглощения функционально разных пигментов обладает полоса шириной в 390-440 нм. Зелёный спектр не является абсолютно необходимым для обеспечения фотосинтеза растений, но благодаря своей высокой проникающей способности полезен для обеспечения фотосинтеза оптически плотных листьев и густых посевов растений [1]. Поэтому в светодиодном светильнике могут сочетаться несколько цветов, перекрывающих эти фитоактивные участки. Однако, вопрос об оптимальном сочетании светодиодов определённого спектра излучения ещё не решён, и существует множество рекомендаций по этому поводу, отличающихся друг от друга.

Анализ последних исследований и публикаций. В данный момент производителями светодиодной продукции предложен большой выбор светодиодных фитоламп, отличающихся мощностью, процентным соотношением применяемых светодиодов определённого спектра и, соответственно, общим спектром излучения. Согласно результатам исследований [2] оптимальный состав излучения имеет следующее соотношение энергии по спектру: 30% - синий спектр, 20% - зелёный спектр и 50% -

красный спектр. Однако, светодиоды зелёного спектра в промышленных образцах фитоламп практически не применяются. Отношение светового потока красного и синего света в большинстве светодиодных светильников, рассчитанных на обеспечение хорошего фотосинтеза растений в различный период их роста, варьируется в широком диапазоне: 9:5, 6:3, 11:5, 7:1, 8:1 и 9:1.

Цель исследования. Для определения оптимального соотношения светодиодов разного спектра, для исследования влияния режимов работы светодиодных облучающих установок на растительные биообъекты (РБО), а также с целью обеспечения наилучших условий для получения готовой продукции, необходимо разработать методику и измерительный комплекс, позволяющие воздействовать на растения светодиодными источниками и оценивать ответную реакцию растений в режиме реального времени.

Основная часть. Большинство экспериментов, проводимых с целью изучения воздействия на растения тех или иных факторов, оцениваются по результатам конечной продукции (всхожести, урожая), что является крайне неэффективным методом с энергетической и временной точки зрения. Оптимальным решением является анализ мгновенной реакции растения на внешнее воздействие. Непосредственную реакцию растений на эти воздействия за небольшой промежуток времени наблюдать трудно, однако можно фиксировать биоэлектрический потенциал (БЭП) клеток.

Биоэлектрическая полярность растений выражается в различиях метаболических потенциалов между отдельными органами, тканями, клетками в устойчивом стационарном состоянии. Величина БЭП отражает реальные процессы обмена веществ и неразрывно связана с физиологическим состоянием живого организма, а устойчивое неравновесное состояние в растительных организмах поддерживается за счет непрерывно протекающих в них процессов обмена веществ. Таким образом, при исследовании различных способов стимулирования развития РБО измерение величины БЭП может использоваться для оценки функционального состояния растений на разных стадиях органогенеза.

Импульсная биоэлектрическая активность характеризует изменения в функциональной жизнедеятельности растительных объектов и растений и является ответом на изменения в окружающей среде и на воздействия раздражающих факторов. Импульсная электрическая активность делится на три типа: потенциалы действия (ПД) - импульсные электрические ответы на надпороговое раздражение; переменные потенциалы (ВБ), являющиеся реакцией высших растений на повреждающие, или высокоэнергетические воздействия; микроритмы, являющиеся видом ритмической импульсной электрической активности у растений [3].

Активный потенциал большой группы клеток (растительной ткани) может быть измерен путём контакта электродов с разными точками растения, между которыми измеряется биоэлектричество. В этом случае наблюдаемый сигнал происходит из-за клеточной поляризации-деполяризации.

В настоящее время комплексы для измерения электрической активности РБО не производятся. Устройства, разрабатываемые усилиями отдельных исследователей, являются сложными в эксплуатации и требуют специальных условий и высокой квалификации персонала.

Наличие такого комплекса для измерения БЭП растений позволит изучить характеристику взаимосвязи «система облучения – объект облучения» и даст возможность отработать технологию выращивания растений с применением светодиодных источников света, что в свою очередь позволит увеличить рост готовой продукции и снизить энергетические затраты.

Для изучения влияния светодиодных источников света на РБО предполагается разработка комплекса, включающего в себя светотехническую установку на ультраярких светодиодах зелёного, синего и красного спектров излучения, блок регистрации БЭП и

компьютер, предназначенный для сбора, отображения и анализа полученной информации (рис. 1).

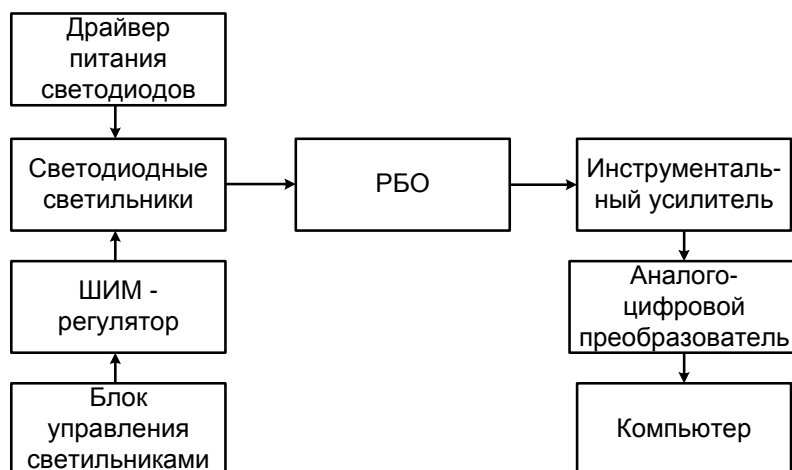


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса для регистрации биопотенциалов растений

С помощью блока управления и широтно-импульсного регулятора (ШИМ) может осуществляться как регулирование интенсивности общего светового потока так и изменение спектрального состава за счет регулировки интенсивности излучения светодиодов в различных цветовых диапазонах, чем обеспечивается воздействие на растения.

БЭП РБО поступает на вход инструментального усилителя, далее на вход блока аналого-цифрового преобразователя, после чего цифровой сигнал поступает на компьютер для дальнейшей обработки и анализа влияния режимов работы и спектрального состава излучения светодиодных источников на растения.

Выводы. На основе предлагаемого комплекса для измерения БЭП растений можно решить вопрос создания светильников с регулированием спектра и мощности излучения в соответствии с этапами развития растений с целью увеличения роста готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. - М.: Знак, 2006. - 972 с
2. Прокофьев А. Перспективы применения светодиодов в растениеводстве / А. Прокофьев, А. Туркин, А. Яковлев // Полупроводниковая светотехника. - 2010. – №5. - С. 60-63.
3. Коган А.Б. Электрофизиология / А.Б. Коган - М.: Высшая школа, 1969. - 368 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Reference book on illuminating engineering / Pod red. Yu.B. Aizenberg. - M.: Znak, 2006. - 972 s.
2. Prokof'yev A. Prospect of application of LED lamps in crop production / A. Prokof'yev, A. Turkin, A. Yakovlev // Poluprovodnikovaya svetotekhnika. - 2010. – №5. - S. 60-63.

DIAGNOSTIC COMPLEX FOR RECORDING THE BIOELECTRIC POTENTIALS OF PLANTS

L. Nikiforova, I. Kizim

Summary

The problem of application of LED lamps in hothouses is considered. The necessity of complex development for recording the bioelectric potentials of plants, needed to perfect plant growing technology with the use of LED lamps is grounded.

Key words: vegetable bioobject, bioelectric potential, diagnostics, LED lamp