

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Юран Сергей Иосифович, д.т.н., профессор кафедры автоматизированного электропривода, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», E-mail: yuran-49@yandex.ru

Вершинин Михаил Николаевич, аспирант кафедры автоматизированного электропривода, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», E-mail: vershinin777@mail.ru

Зарипов Марат Рафисович, научный сотрудник, ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН», E-mail: zaripov.istu@gmail.com

Сибгатуллин Тимур Альбертович, студент, ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», E-mail: zimzimo11@gmail.com

Аннотация: Представлены результаты исследования о влиянии интенсивности излучения полупроводникового лазера на растительные организмы, в частности, на семена озимой пшеницы сорта Омская-5. Определен экономический диапазон интенсивности лазерного излучения, при котором наблюдается достаточно высокий эффект лазерной стимуляции.

Ключевые слова: лазерная стимуляция, растительные организмы, интенсивность излучения, экономический диапазон.

Введение. Изучению эффекта лазерной стимуляции посвящено множество исследований. В этих исследованиях описываются эффекты влияния лазерного облучения различных интенсивностей или, иными словами, плотностей мощности излучения на разнообразные растительные организмы. При этом можно наблюдать, что в разных исследованиях при использовании различных интенсивностей лазерного излучения наблюдаются соизмеримые эффекты лазерной стимуляции. Множество исследователей, изучающих эффект лазерной стимуляции, обращают внимание на эффективность использования лазерного излучения различных интенсивностей [1-3]. В подобных работах можно наблюдать, что при использовании высоких интенсивностей излучения 100 Вт/м² и более достигается сравнительный эффект лазерной стимуляции, что и при использовании на порядок менее интенсивного излучения (1-10 Вт/м²). Будаговский А.В., при анализе своих работ по изучению влияния лазерного излучения на растительные клетки, выделяет экономический диапазон интенсивностей облучения [1]. Данный диапазон складывался из анализа влияния лазерной стимуляции различных интенсивностей в широком интервале: от сотых долей до сотен ватт на квадратный метр. С экономической точки зрения наиболее оправдано применение излучения низкой интенсивности. Однако использование плотности мощности менее 0,1 Вт/м² затрудняет контроль

параметров и положения светового пятна в рабочей зоне, которая при этом нуждается в экранировании от внешней засветки. Кроме того, при низких плотностях мощности из-за экстинкции света вместе с глубиной проникновения излучения в растительные ткани уменьшается количество облученных клеток в них и снижается надежность проявления стимуляционного эффекта. В свою очередь, использование высоких интенсивностей излучения (400-500 Вт/м²) приводит к необратимым повреждениям растительных организмов.

Цель проводимого исследования сводится к определению частного экономического диапазона излучения полупроводникового лазера при сохранении устойчивого эффекта лазерной стимуляции.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенного авторами исследования по влиянию мощности лазерного излучения с длиной волны 635 нм на физиологическую активность растительных клеток были получены следующие результаты (Рисунок 1, 2). Условия облучения были одинаковыми. Мощность рассеянного излучения полупроводникового лазера составляла от 5 до 700 мВт. В качестве биологического объекта исследования использовались семена озимой пшеницы сорта «Омская-5», а контролируемым показателем эффекта лазерной стимуляции была длина стебля [4]. Полученные графики дают представление об эффективном диапазоне мощностей лазерного излучения. В первые дни исследования видно, что эффект лазерной стимуляции при использовании больших мощностей излучения (700 и 350 мВт) практически не отличается от малых (5 и 50 мВт).

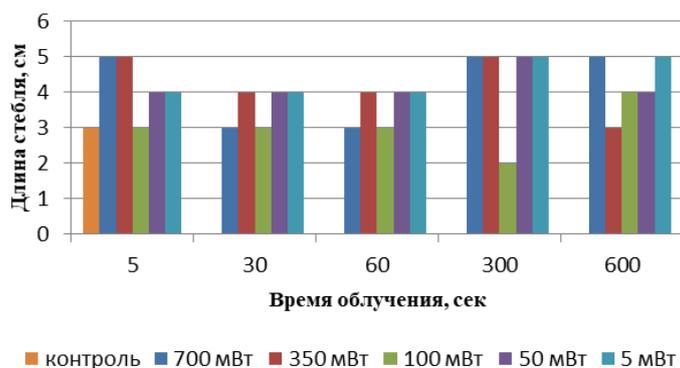


Рисунок 1 – График роста растений на 5 день наблюдения

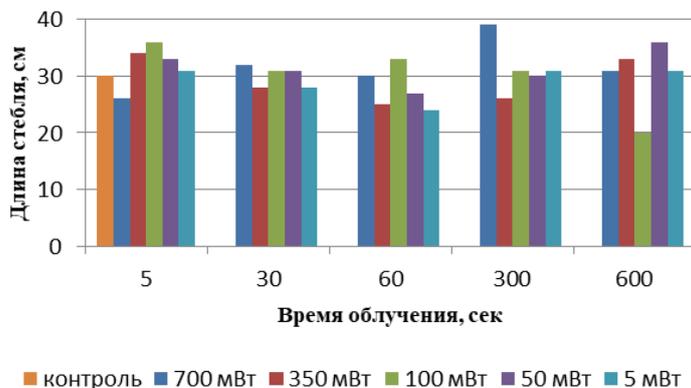


Рисунок 2 – График роста растений на 25 день наблюдения

Данная ситуация, с незначительным перевесом в сторону больших мощностей, сохраняется и к концу срока проведения исследования. К концу периода

наблюдения можно определить экономическую эффективность использования низких интенсивностей облучения. По графикам видно, что воздействие на растительные организмы излучением мощностью 700, 100 и 50 мВт с длительностями облучения 300, 5 и 600 с, соответственно, дают практически идентичные результаты с небольшой разницей. Однако, с экономической точки зрения, эффективность облучения будет складываться исходя из затрат энергии на проведение облучения. Предполагая, что энергозатраты на облучение образцов пропорциональны энергии применяемого лазерного пучка, можно оценочно заявить, что затраты на лазерную стимуляцию растительных организмов излучением с мощностью 100 мВт в течение 5 секунд меньше, чем при излучении с мощностью 700 и 50 мВт в течение 300 и 600 секунд соответственно.

Заключение. По результатам исследований можно сделать вывод, что использование низкоинтенсивного лазерного излучения является предпочтительным для практического применения. Данный результат согласуется с результатами других работ исследователей, где утверждается, что для обеспечения надежного биологического эффекта лазерной стимуляции при высокой производительности облучения может быть использован диапазон плотностей мощности 0,1-10 Вт/м². Согласно полученным результатам можно утверждать, что изменение длительности облучения в большей степени влияет на стимуляционный эффект лазерного излучения, чем его интенсивность. Подбор оптимальных параметров лазерного источника для облучения различных растительных организмов является актуальной задачей исследования эффекта лазерной стимуляции.

Библиографический список

1. Реакция растительных организмов на воздействие квазимонохроматического света с различной длительностью, интенсивностью и длиной волны / А. В. Будаговский, Н. В. Соловых, **О. Н. Будаговская**, И. А. Будаговский // Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45. – № 4. – С. 345-350.
2. Долговых, О.Г. Анализ эффективности лазерной обработки семян яровой пшеницы сорта «Иргина» / О.Г. Долговых, В.В. Красильников, Е.В. Дресвянникова [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 3. – С. 32-36.
3. Юран, С.И. Об использовании полупроводникового лазера в агротехнологиях / С.И. Юран, М.Р. Зарипов, М.Н. Вершинин // Актуальные проблемы энергетики АПК: материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием, апр. 2022 г. – Саратов, 2022. – С. 194-197.
4. Вершинин, М.Н. Лабораторный стенд для выявления влияния лазерного излучения на биологические объекты растительного происхождения / М.Н. Вершинин, М.Р. Зарипов, С.И. Юран // Прикладная оптика – 2020: материалы Международной конференции, 15-18 дек. 2020 г. – Санкт Петербург, 2020 – С. 65-67.