

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

СТИМУЛЯЦИЯ ВЕГЕТИРУЮЩИХ РАСТЕНИЙ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ С БПЛА

Даниловских М.Г.

*кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого*

Mikhail.Danilovskikh@novsu.ru

Винник Л.И.

*кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого*

Lyudmila.Vinnik@novsu.ru

Аннотация

В статье рассматривается эффективность применения беспилотного летательного аппарата для лазерной обработки вегетирующих растений. Данная обработка способствует стимулированию развития растений на начальных этапах вегетации и как следствие в более поздних этапах роста, а также улучшению основных показателей роста и развития растений, повышению их устойчивости к некоторым болезням и урожайности. Вместе с тем такая обработка дает значительное повышение сохранности урожая без дополнительных капиталовложений в овощехранилище.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат БПЛА, лазерная обработка вегетирующих растений, блок формирования кадровой развертки, полупроводниковый лазер, низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ).

STIMULATION VEGETATING PLANTS LASER RADIATION WITH A UAV

Danilovsky M. G.

*candidate of agricultural Sciences, associate Professor,
Novgorod state University named after Yaroslav the Wise*

Mikhail.Danilovskikh@novsu.ru

Vinnik L. I.

*candidate of agricultural Sciences, associate Professor,
Novgorod state University named after Yaroslav the Wise*

Lyudmila.Vinnik@novsu.ru

Abstract

The article discusses the effectiveness of unmanned aerial vehicle for laser treatment of vegetating plants. This treatment promotes the development of plants in the early stages of vegetation and as a consequence in the later stages of growth, as well as improving the basic indicators of growth and development of plants, increasing their resistance to certain diseases and yields. However, such treatment provides a significant increase in crop safety without additional investment in vegetable storage.

Key words: unmanned aerial vehicle of UAV, laser treatment of vegetating plants, block of formation of personnel scan, semiconductor laser, low-intensity laser radiation (LILR).

Актуальность

По мере сокращения ископаемых сырьевых и топливных ресурсов, роста численности населения и ухудшения экологической обстановки проблема повышения адаптивных свойств растений, повышения продуктивности зерновых культур, получение экологически чистой продукции приобретает все большее значение.

Традиционные (химические) технологии получения сельскохозяйственной продукции экологически небезопасны. На химизацию земледелия расходуются во всем мире огромные средства и усилия ученых. Однако печальный итог при химизации сельского хозяйства заключается в том, что после чрезмерного применения нитратов, фосфатов, пе-

стицидов, синтетических регуляторов роста следуют отравление урожая, пиши, воды, угроза здоровью и жизни людей.

В связи с этим большинство разрабатываемых технологий направлено на минимизацию или полное исключение химических средств защиты. Особого внимания заслуживает интенсификации продуктивности растениеводства с помощью самого чистого экологического фактора световой энергии солнца и других ее источников.

Солнце — основа возникновения и существования жизни на нашей планете, эволюция живых организмов протекала под постоянным воздействием его излучения, биологические системы в процессе своего развития адаптировались к этому излучению, и получили наследственное закрепление.

В связи с этим все большее значение приобретает стимуляция биологических объектов электромагнитным полем (ЭМП) оптического диапазона. Подобный вид обработки привлекает своей высокой технологичностью и экологичностью, к тому же контролируемое в пространстве и времени воздействие более эффективно для управления параметрами биологических систем. Перспективность применения в биорегуляторных целях электромагнитных полей (от СВЧ до ионизирующего диапазона) обоснована И.Ф. Бородиным [1], А.А. Шаховым [2], Н.Д. Девятковым [3], В.М. Инюшиным [4], А.М. Кузиным [5], Л.Г. Прищепом [6] и их научными школами.

Среди лазерных технологий большое распространение получила предпосевная обработка семян сельскохозяйственных растений. Лазерные технологии это технологии, в которых энергия оптического излучения используется не только как энергетический фактор, но и как управляющий (регулирующий, стимулирующий вплоть до экспрессии генов) фактор. Энергия оптического излучения способна предопределять рост и форму растений, влиять на размер, геометрию и колористику листьев, продлевать или сокращать отдельные вегетационные периоды. Такие технологии характеризуются переносом и преобразованием потока энергии оптического излучения в химический сигнал и его воздействие на метаболизм клетки. По многолетним данным ряда исследователей, предпосевная обработка семян увеличивала урожайность ячменя на 10-15% [7], ржи и пшеницы на 17-27% [8], кукурузы на 10-15%, сахарной свеклы до 30% [9].

Особый интерес представляют способы лазерной стимуляции растений непосредственно в процессе их вегетации. Такой технологический прием приводит к ускорению роста и развития растений, повышению урожайности сельхозкультур, а также профилактики болезней растений при вегетации (при этом сроки созревания наступают раньше на 5-10 дней), повышению сохранности урожая без дополнительных капиталовложений в овощехранилище.

На определенных этапах технологического производства зерновых культур на базе оптических источников излучения, возможно, внедрение новых способов и технологических приемов, позволяющих сократить применение пестицидов, химических и гормональных препаратов, повысить продуктивность и экологическую устойчивость растений, а также улучшить качество получаемой продукции.

Введение

Технология стимуляции вегетирующих растений электромагнитным излучением оптического диапазона основана на стимулирующем действии низкоинтенсивного света определённого спектрального диапазона и управлении функциональной активностью живых организмов [10]. Наибольший биологический эффект оказывает лазерное излучение, обладающее высокой когерентностью.

Кратковременное (единицы секунд или минут) облучение возбуждает специфические белки-хромопротеиды (криптохром, фитохром и др.) фоторегуляторных систем клетки. В результате возрастает функциональная активность всего организма, что может проявляться в повышении регенерационной способности, устойчивости, продуктивности. Таким образом, не изменяя наследственной программы сельскохозяйственных растений, удаётся более полно использовать их генетический потенциал.

Лазерные агротехнологии являются энергосберегающими, экологически безопасными и могут легко встраиваться в различные процессы аграрного производства. Одними из первых такую технологию разработали австралийские учёные ещё в начале семидесятых годов прошлого века. Они показали, что облучение в течение долей секунды различных растений (овес, пшеница, сахарный тростник, хризантемы и др.) улучшает их морфофизиологические показатели, ускоряет рост, повышает полезную продуктивность.

Лидером в разработке и практическом применении таких технологий был Советский Союз.

Позитивные результаты получены также в сельхозпредприятиях Германии, Бразилии, Мексике, Кубы, Индии, Китая, Японии, Австралии, а также стран Восточной Европы (Болгарии, Венгрии, Польше, Чехии и др.). На базе маломощных (до 0,1 Вт) лазеров созданы способы и технологические приемы, позволившие сократить применение гормональных препаратов и пестицидов, повысить продуктивность и экологическую устойчивость многих сельскохозяйственных культур, улучшить качество посадочного материала и семенного фонда. Рентабельность лазерных агротехнологий экономически обоснована и подтверждается опытом многолетнего использования в сельскохозяйственном производстве различных стран.

На базе лазеров в мировой практике разработан ряд специализированных установок, для лазерной активации посевов сельскохозяйственных культур.

Так, например, в Австралии ещё в начале семидесятых годов использовался мобильный агрегат, перемещающийся по полям и облучающий десятки гектар в автономном режиме [11].

В Токийском сельскохозяйственном университете разработали самопередвигающийся робот с лазерной установкой. С его помощью проводят различные технологические операции, как в теплице, так и в поле [12].

В России лазерные устройства для сельского хозяйства начали применять на Кубани с 1976г. В Казахстане на базе УНПО «Биофизика» (Алма-Ата) разработана специализированная установка лазерной активации посевов сельскохозяйственных культур. Её основные элементы — гелий-неоновый лазер (ЛГ-75 или ЛГН-104) и сканирующее устройство, закреплённое на вертикальной подъёмной стойке. Вся конструкция, собранная на стальной раме, размещается в кузове транспортного средства, например, колёсного трактора. Перемещаясь

вдоль поля со скоростью 10-15 км/час, лазерная установка облучает значительную поверхность, сканируя лучом перпендикулярно направлению движения трактора [13].

Все эти устройства имеют главный недостаток, из-за которого они не получили широкого распространения в сельскохозяйственном производстве. Установки недостаточно адаптированы к промышленному сельскохозяйственному производству,

кроме того, оборудование установок громоздкое, травмирующее растения. Их также отличает высокая трудоемкость и энергозатратность при проведении технологической обработки растений.

Учитывая недостатки ранее применяемых лазерных установок, было разработано и защищено патентом Российской Федерации устройство (рис. 1) для лазерной обработки вегетирующих растений с применением БПЛА [14].



Рис. 1 - БПЛА для обработки вегетирующих растений

На БПЛА к интегрированному подвесу крепится блок с устройством развертки лазерного излучения. В блоке развертки формируется кадровая развертка лазерного излучения в виде прямоугольного светового пятна размером 50×8 метров. Лазерная обработка осуществляется с высоты полета 10-15 метров. При движении БПЛА со скоростью

0,25 м/с среднее время обработки поля длиной в 200 метров и шириной 50 метров (поле в 1-гектар) составит 14 минут. Время обработки одного растения при ширине светового пятна 8 метров составит 32 секунды на (рис. 2) схематично показан способ обработки вегетирующих растений.

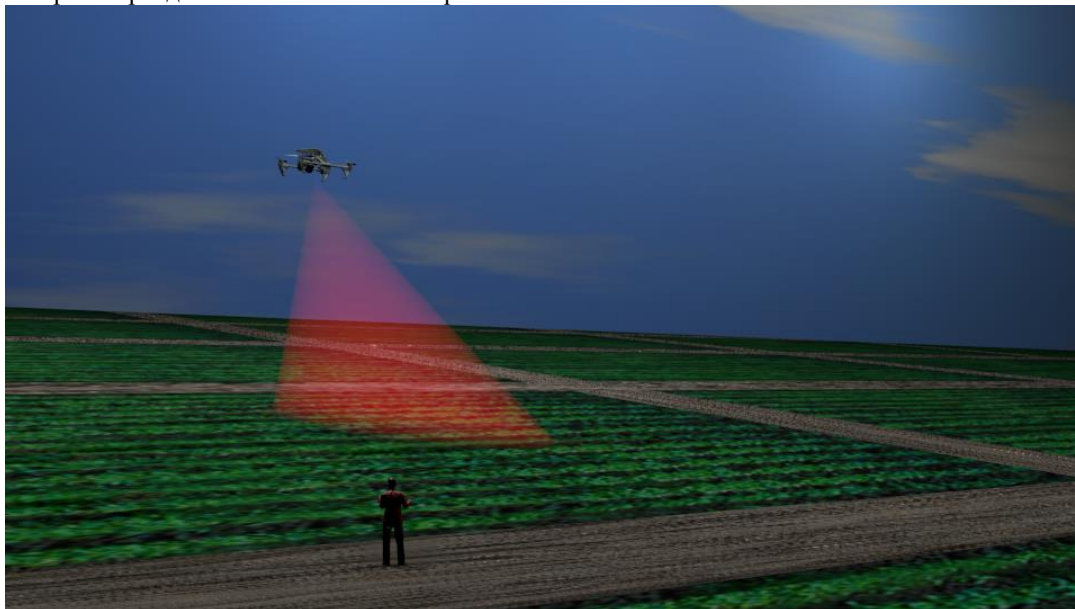


Рис. 2 - Лазерная обработка поля БПЛА

Материалы и методы

Морковь сорта «Анастасия F1»

В качестве исходного материала для опыта была взята морковь сорта «Анастасия F1», как одна из основных овощных культур, районированных в Северо-Западном регионе. Обработка моркови производилась в вечернее время в (22-24 часа)

дважды в период вегетации в фазу роста розетки листьев и корней.

Результаты опыта показали, существенное превышение по урожайности в опытном варианте по отношению к контролю. Так, урожай корнеплодов в контрольном варианте составил 2,5 кг/м², а в вариантах с лазерной обработкой урожай составил 3,30-5,35 кг/м², что выше контроля на 32-114%.

Анализ элементов структуры урожайности корнеплодов моркови даёт основание судить о том, что урожай был сформирован за счёт более высокой густоты стояния растений перед уборкой 43,7 шт./м², что выше контроля на 105%. А также некоторым повышением массы корнеплода относительно контроля на 4%, длины на 20% и массы листьев (ботвы) на 140%.

Биологической особенностью моркови является то, что наиболее быстрый рост подземной части (корня) происходит в начальный период вегетации. Следовательно, лазерная обработка в период вегетации способствовала интенсификации процесса роста корня, так длина корня в среднем увеличилась на 20% и составила 18,2 см. Другой особенностью является то, что урожай моркови создаётся фактически в последний период вегетации, когда корнеплоды интенсивно растут за счёт оттока

питательных веществ из листьев. В опытном варианте эта особенность выражена в более высокой массе листьев перед уборкой на 114% относительно контроля.

Капуста сорта «Амагер 611»

В качестве исходного материала для опыта была взята капуста белокочанная сорта «Амагер 611» — позднего срока созревания, селекции ВНИИССОК. Обработка капусты производилась в вечернее время в (22-24 часа) дважды в период вегетации. Первая обработка производилась в фазу роста листьев прижившейся рассады до начала формирования кочана. Результат первой обработки вегетирующих растений капусты показал повышение энергии роста листьев (на 7,7% и 15,6% соответственно), т.е. достоверное превышение по объёму корневой системы и высоте растений над контролем (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние обработки на биометрические показатели вегетирующих растений капусты сорта «Амагер 611»

Вариант опыта	Энергия прорастания, %	Объём корневой системы, см ³	Высота, см.
Контроль	72,7	0,9	16,58
Опыт	88,3	1,6	19,67

Вторая обработка производилась в фазу полной листовой розетки. В результате обработки вегетирующих растений капусты стимулируется их рост, что выражается в достоверном увеличении

площади листовой поверхности по сравнению с контролем. Результаты биометрических измерений представлены в (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние обработки на площадь листовой поверхности капусты сорта «Амагер 611»

Вариант опыта	Средняя площадь листьев одного растения, м ²	Разница с контролем	
		м ²	%
Контроль	0,54	-	-
Опыт	0,75	+0,21	+28,0

Прибавка урожая капусты при обработке, в фазу роста листьев прижившейся рассады до начала формирования кочана и фазу полной листовой розетки составила 30,23% по сравнению с контролем.

Опережение темпов роста и развития корневой системы и надземной части растений над контролем в опытном варианте сказалось на характеристиках кочанов и урожайности.

Заключение

Таким образом, стимуляции вегетирующих растений низкоинтенсивным лазерным излучением обеспечивает повышение по объёму корневой системы и высоте растений над контролем и увеличение урожайности.

Лазерная низкоинтенсивная обработка способствует стимулированию развития растений на начальных этапах вегетации и как следствие в более поздних этапах роста. Вместе с тем такой способ обработки даёт значительное повышение сохранности урожая без дополнительных капиталовложений в овощехранилище.

Литература

- Бородин И.Ф., Шарков Г.А., Горин А.Д. Применение СВЧ-энергии в сельском хозяйстве. - М.: ВНИИТЭИ, 1987. - 48с
- Шахов А.А. О преобразовании энергии света в растительной клетке / А.А. Шахов // Проблемы фотоэнергетики растений, 1978. - С. 5-21
- Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М., 1991
- Инюшин В.М. Лазерный свет и живой организм / В.М. Инюшин. - Алма-Ата, 1970.-47с
- Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии / А.М. Кузин. М.: Наука, 1986. 284с
- Прищеп Л.Г. Электромагнитное излучение в процессе прорастания семян / Л.Г. Прищеп, П.Ф. Зильберман // Механизация и электрификация с.-х. -1984.-№ 6.-С. 57-58
- Умаров Х.Т., Инюшин В.М. и др. Биофизические и физиологические показатели роста сельскохозяйственных культур под действием гелий-неонового лазера. – Ташкент: ФАН, 1991. – 152 с

8. Якобенчук В.Ф. Эффективность светолазерного облучения семян // Вестн. с.-х. науки, 1989. – №4 (392). – С. 123-128
9. Gladyszewska B., Kornas-Czuczwar B., Koper R. et al. Theoretical and practical aspects of presowing laser biostimulation of the seeds // Inzynieria Rolnicza, 1998. – № 2. – P. 21-29
10. Будаговский А.В. Теория и практика лазерной обработки растений / А.В. Будаговский. - Мичуринск-наукоград РФ, 2008. - 548 с
11. Patent specification № 1326226. A method of controlling plant growth by means of a laser / Potts, Kerr and Co. - Published by the Patent Office, 25. - London. WCZAIAY, 1973
12. Kobayashi, T. A study for robot application in agriculture / T. Kobayashi, K. Tamaki, R. Tajima // J. agr. Sc. Tokio Nogyo Daigaku. - 1990. - Vol. 35, № 1. - P. 80-87
13. Патент РФ № 240663 РФ. Способ промышленного возделывания сельскохозяйственных культур с использованием лазерного облучения / П.С. Журба, Т.П. Журба, Е.П. Журба. Оpubл. 11.03.2003
14. Патент РФ № 2637663 РФ. Способ авиационной лазерной обработки растений в период вегетации / Даниловских М.Г., Винник Л.И., Степанов В.М.. Оpubл. 06.12.2017 Бюл. № 34