

УДК 339.13.012

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДРАЖИРОВАННЫЕ СЕМЕНА

Леопольд Викторович Брижанский¹

кандидат технических наук, доцент

kinglion_brig@inbox.ru

Юлия Александровна Брижанская²

учитель физики

kinglion_brig@inbox.ru

Елизавета Леопольдовна Брижанская³

студент

lionbrig@mail.ru

¹Мичуринский государственный аграрный университет

²МБОУ СОШ №18

г. Мичуринск, Россия

³МГТУ им. Н.Э. Баумана

г. Москва, Россия

Аннотация. В статье описано влияние низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) на дражированные семена, с целью их стимуляции к росту и ускорения дальнейшего роста растений. К настоящему времени накоплено достаточно большое количество опытных данных и фактов влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на живые организмы: человека, животных, растения и их семена. Известны как позитивные, так и негативные стороны такого воздействия. Очень многое здесь зависит от физических параметров лазерного излучения, а также, от объекта его воздействия. К тому же известно, что даже на семена различных видов растений НИЛИ с

одинаковыми параметрами, влияет по-разному [1-12]. Поэтому и существует необходимость в изучении влияния лазерного излучения на различные виды растений и их семена.

Ключевые слова: лазерное облучение семян, низкоинтенсивное лазерное излучение, фотобиологические эффекты, ускорение роста, предпосевная подготовка семян.

Существует три вида фотобиологических эффектов в зависимости от характера взаимодействия лазерного света с биологическими тканями [6-9, 11-15]:

- деструктивное воздействие больших мощностей, при котором тепловое, гидродинамическое, фотохимическое действие излучения, вызывает разрушение тканей. Такой вид лазерного взаимодействия используют в хирургии;

- физическое воздействие, при котором поглощенный биотканями свет меняет их температуру, давление, проницаемость мембран, структуру и другие физические свойства, возбуждая в них атомы и молекулы;

- химическое воздействие, увеличивающее концентрацию отдельных химических элементов, которое приводит к изменению свойств объекта, вызывающее ускорение химических реакций.

Фотобиологическое использование лазерного излучения зависит от его следующих параметров: длины волны, интенсивности световой энергии, времени воздействия на биоткани. В лазеротерапии применяются лазерные излучения низкой интенсивности – низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ), сопоставимое с интенсивностью излучения Солнца на поверхности Земли в ясный день, что соответствует значению не более 100 мВт/см².

Действие электромагнитных полей на биологические объекты, прежде всего, зависит от двух параметров – мощности и длины волны излучения. Различают тепловое и нетепловое воздействие излучения, в зависимости от его удельной мощности. Границей между этими областями является величина в 10 мВт/см² облучаемой поверхности. При этом биологические объекты прогреваются на несколько десятых долей градуса. От того насколько интенсивно поглощается электромагнитная энергия телом объекта, зависит длина волны излучения. Действие НИЛИ на биологические объекты трудно поддается теоретическому описанию и изучается, в большей части, эмпирическим путем.

Молекулярно-клеточные механизмы действия НИЛИ на биологический организм (плоды и семена растений) обсуждаются в литературе лишь на уровне гипотез, в основе которых рассматривается взаимодействие фотона с хромофором и основывается на первом законе фотохимии: *действующим является только тот квант, который поглощается*. Поэтому при обработке НИЛИ, для запуска всех последующих физиологических и биохимических реакций организма (возбуждающих, угнетающих) необходим хромофор, поглощающий кванты с длиной волны, совпадающим с его спектром поглощения. К настоящему моменту времени найдется лишь некоторое количество работ, в которых рассматривается некоторое количество предположений о механизме действия лазерного излучения на биологические объекты [4, 5, 14,16, 17, 18, 19, 20]:

- неспецифическое влияние на биополимеры;
- реактивация металлосодержащих ферментов-антиоксидантов;
- фотовозбужденное образование синглетного кислорода;
- взаимодействие НИЛИ с компонентами цепи транспорта электронов в митохондриях;
- неспецифическое влияние на структуру воды.

Действие НИЛИ проявляется в изменении развития биологических объектов, их качества, а также сохранности и всхожести их семян, и зависит, прежде всего, от дозы облучения и состояния биологического объекта. Стимулирующее действие излучения проявляется, как правило, в узком интервале доз облучения (удельной мощности и времени облучения), и при увеличении оно может вовсе исчезнуть, или сменить свой вектор на угнетающее действие.

Для позитивного, стимулирующего воздействия плотность дозы излучения должна быть оптимальной, т.е. находиться в достаточно узких пределах значений. На практике наилучшие параметры воздействующего излучения, осуществляется изменением мощности, времени (прямо пропорциональная

зависимость) и величины площади, на которую приходится энергия падающего излучения (обратно пропорциональная зависимость) [14, 17, 18, 21, 22]:

$$D = \frac{P_{\text{ср}} \cdot T}{S}, \quad (1)$$

где: D – плотность дозы лазерного воздействия; $P_{\text{ср}}$ – средняя мощность излучения; T – время воздействия; S – площадь воздействия.

В биологических эффектах НИЛИ, в одной из гипотез, действующим фактором выступает селективный нагрев. Такое действие излучения, возможно только при условии практически полного поглощения падающего света на объект, что в свою очередь определяется наличием поглощающего компонента в живой клетке объекта, для данной длины волны, причем здесь, можно сколько угодно долго варьировать дозой облучения, но если отсутствует поглощение у объекта, т. е. нет взаимодействия излучения с биологической тканью, то никогда не будет и реакции объекта. Принято считать, что чем выше коэффициент (степень) поглощения и больше величина падающей энергии, тем лучше эффект [6, 7, 8, 9, 15].

Все приведенные выше факторы необходимо учитывать при задании оптимального, пространственного распределения падающего излучения, обеспечивающего возбуждающий эффект при облучении объекта. Любое воздействие НИЛИ с целью стимуляции, например семян, становится возможным лишь после того, как определенная часть излучения при воздействии, проникла вглубь семени и поглотилась им.

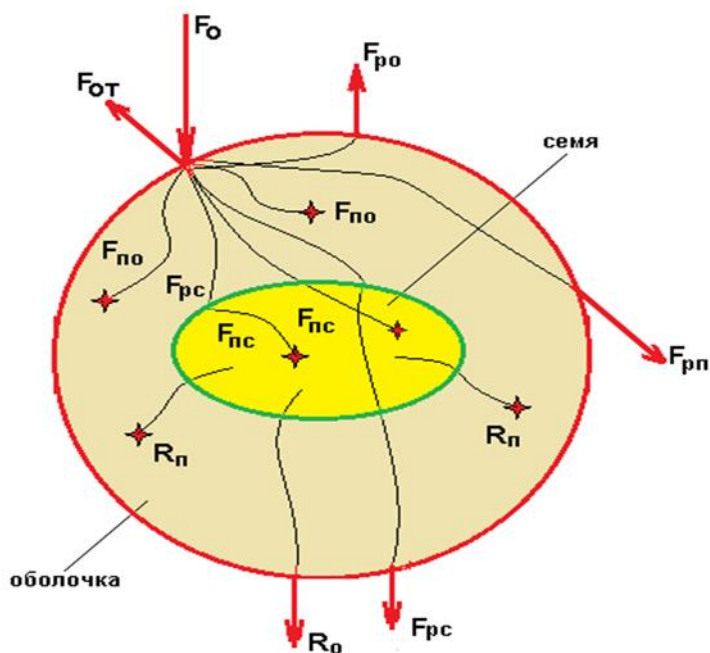


Рисунок 1 - Схема распространения излучения в дражированном семени:

F_o – падающая на поверхность оболочки семени энергия; $F_{от}$ – отраженная от поверхности оболочки семени энергия; F_{po} – рассеянная у поверхности оболочки энергия и вышедшая наружу; $F_{по}$ – поглощенная в оболочке энергия; $F_{рс}$ – рассеянная энергия, дошедшая до семени; $F_{пс}$ – поглощенная в семени рассеянная энергия; $F_{рп}$ – рассеянная в оболочке энергия, вышедшая в обратную от источника излучения сторону; $F_{рс}$ – рассеянная энергия, прошедшая оболочку и семя; R_n – энергия индуцированная семенем и поглощенная в оболочке; R_o – энергия индуцированная семенем и прошедшая сквозь оболочку за ее пределы

На рисунке 1 приведена гипотеза распространения излучения в дражированном семени сахарной свеклы, выбранной в качестве наиболее сложного объекта облучения, т.к. у него имеется искусственная оболочка, сквозь которую излучение должно проникнуть для того, чтобы быть поглощенным самим семенем. При этом сама оболочка дражированного семени не может являться биологической тканью, а, прежде всего, представляет собой оптически неоднородную поглощающую среду, имеющую более высокий (по сравнению с воздухом) показатель преломления. В случае, когда пучок энергии преодолевает границы раздела воздух - оболочка, некоторая часть ее отражается, остальная проникает внутрь оболочки, поглощается, рассеивается, проникает к семени, рисунок 1. При облучении дражированного семени лазерным пучком, за счет поглощения и многократного рассеяния этот пучок энергии ослабляется и расширяется. Объемное рассеяние, также, является

причиной отражения довольно значительной части энергии, в обратном направлении [23].

Список литературы:

1. Методическое пособие по применению магнито-инфракрасно-лазерного аппарата «РИКТ-01» (М2В) в ветеринарии // Под редакцией к.в.н. В.Н. Христофорова. Москва: ЗАО «МИЛТА-ПКП ГИТ», 2000. 146 с., 15 рис., 5 фотогр., 40 библиографических ссылок.
2. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / А.Н. Никифоров, В.А. Токарев и др. // М.: ВИМ, 1995. 78 с.
3. Ниязов А. М. Предпосевная обработка семян ячменя в электростатическом поле: дис. канд. техн. наук: 05.20.02. Ижевск, 2001. 171 с.
4. Патент № 2407264 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Способ предпосевной обработки семян и устройство для его использования: № 2009109461/21: заявл. 16.03.2009 опубл. 27.12.2010 / Долговых О. Г., Крылов О. Н. – 12 с.
5. Патент № 2072758 Российская Федерация, МПК А01С 1/00, А01G 7/04. Способ лазерной активации семян в буртах и система для его осуществления: № 92003049/15: заявл. 29.10.1992: опубл. 10.02.1997 / Журба П.С., Долгов А.Н., Журба Т.П. – 5 с.
6. Патент № 2109429 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Способ предпосевной обработки семян: № 97101376/13: заявл. 28.01.1997: опубл. 27.04.1998 / Спилов Г. М., Селемир В. Д., Верховая А. Ф. – 8 с.
7. Патент № 2175826 Российская Федерация, МПК А01С 1/00. Способ обработки семян: № 2000114610/13: заявл. 08.06.2000: опубл. 20.11.2001 / Барышев М.Г. – 4 с.
8. Патент РФ 217714, МПК А 01 С 1/00, опубликован 20.10.2002 г.

9. Патент РФ 2202869. Устройство для лазерной обработки семян и растений / П.С.Журба, Т.П.Журба, Д.Л.Трещев. Опубл. 21.05.2001.

10. Пашков Б.А. Биофизические основы квантовой медицины // Методическое пособие к курсам по квантовой медицине. Изд. 2-е испр. и дополн. М.: ЗАО «МИЛТА-ПКП ГИТ», 2004. 116 с.

11. Пятков И.Ф. Биологические и урожайные свойства семян пшеницы, обработанных инфракрасными лучами // Сиб. Вестник с/х науки. 1980. №4. С. 7-11.

12. Пятков, И.Ф. Обработка семян зерновых культур инфракрасным излучением // Светотехника. 1977. №5. -С. 17-18.

13. Рамазанов А.Г. Обоснование технологий уборки сахарной свеклы и условий эффективного применения навесного вибрационного свеклокопателя КВС – 6: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн.наук. Мичуринск, 2003. 20 с.

14. Савельев В.А. Обработка семян пшеницы ультрафиолетовыми лучами // Вестник с.-х. науки. 1990. №3. С.133-2.

15. Сидорцов И.Г. Повышение эффективности воздействия постоянного магнитного поля на семена зерновых культур при их предпосевной обработке: автореф. канд. техн. наук.: 05.20.02 / Зеленоград, 2008,- 19 с.

16. Соловьев С.В., Гераськин А.И. Продуктивность свекловичных посевов в зависимости от агротехнических приемов и метеоусловий года // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета: научно-производственный журнал. Мичуринск - Наукоград РФ. 2011. №1, ч.1. С. 132-2.

17. Сосненко С.В. Определение урожайных свойств семян яровой пшеницы на основе оценки органов проростков: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.09. Курган, 2002. 125 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-6/3-9

18. Методические указания по энергетической оценке технологии возделывания сельскохозяйственных культур / сост. П.Ф. Сутыгин. Ижевск, 1997. 35 с.

19. Стимулирующее действие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкой интенсивности на рост микроводорослей / А.Х. Тамбиев, Н.Н. Кирикова, О.М. Лапшин и др. // Вестн. Моск. ун-та. Сер.16. Биология. 1990, № 1.

20. Тихомиров А.А., Шарупич В.П., Лисовский Г.М. Светокультура растений: биофизические и биотехнологические основы // Новосибирск: изд-во СО РАН, 2000. - 213 с.

21. Толмашева О.Г. Использование технологии предпосевной обработки семян электромагнитным полем сверхвысокой частоты с целью повышения биологической эффективности // Вестник КрасГАУ. 2009. №6. С. 59-62.

22. Трещев Д.Л., Андросова В.М., Журба П.С. Механизация применения лазера для защиты сельскохозяйственных культур от болезней // Фитосанитарное оздоровление экосистем: Матер. II Всерос. съезда по защите растений. СПб, 2005, т.2. 233 с.

23. Высокоадаптированные машинные технологии и технические средства нового поколения для низкозатратного и устойчивого производства сельскохозяйственных культур (на примере сахарной свеклы и зерновых культур) / Ю.А. Тырнов и др. Воронеж: Истоки. 2005. 173 с.

UDC 339.13.012

**CONCEPTUAL MODEL OF THE EFFECT OF LASER INFRARED
RADIATION ON PELLETIZED SEEDS**

Leopold V. Brizhansky¹

candidate of technical sciences, associate professor

kinglion_brig@inbox.ru

Yulia Al. Brizhanskaya²

physics teacher

kinglion_brig@inbox.ru

Elizaveta L. Brizhanskaya³

student

lionbrig@mail.ru

¹Michurinsk State Agrarian University

²Secondary School No. 18

Michurinsk, Russia

³Bauman Moscow State Technical University

Moscow, Russia

Abstract. The article describes the effect of low-intensity laser radiation (LILR) on pelleted seeds, with the aim of stimulating their growth and accelerating further plant growth. To date, a fairly large amount of experimental data and facts have been accumulated on the effect of low-intensity laser radiation on living organisms: humans, animals, plants and their seeds. Both positive and negative aspects of such an impact are known. Much here depends on the physical parameters of laser radiation, as well as on the object of its impact. In addition, it is known that even seeds of different plant species are affected differently by LILR with the same parameters [1-12]. Therefore, there is a need to study the effect of laser radiation on different plant species and their seeds.

Keywords: laser irradiation of seeds, low-intensity laser radiation, photobiological effects, growth acceleration, pre-sowing seed preparation.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.