

УДК 577.34:538.244

ЭФФЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНФРАКРАСНОГО И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ

Гаджимусиева Н.Т., Асварова Т.А., Абдулаева А.С.

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук, Махачкала, e-mail: rupibrdncran@mail.ru

В данной работе представлены результаты исследований по изучению воздействия доз инфракрасного и лазерного излучения с помощью аппарата «Рикта-01» на семена пшеницы перед посевом. Выявили стимулирующее действие на всхожесть семян и увеличение длины стеблей и корней при облучении частотой 1000 Гц в течение 10 и 25 мин и снижение этих показателей при увеличении длительности облучения. Обнаружена активизация ростовых процессов семян пшеницы в период вегетации и торможения (в случае хранения) при облучении частотой 1000 Гц в течение 45 и 60 мин. Установлено, что длина стеблей пшеницы, проросших из облученных и охлажденных семян в течение 24 ч в темновой фазе выше, чем длина стеблей, проросших на свету. Определено, что увеличение длины стеблей пшеницы наблюдается у семян, подвергшихся охлаждению в течение 48 часов.

Ключевые слова: лазерное, магнитное излучение, инфракрасное излучение, частота излучения, облучение семян, пшеница, стебли, корни

EFFECT TO INFRARED AND LASER LIGHT ON THE EMERGENCE OF WHEAT SEEDS

Gadzhimusieva N.T., Asvarova T.A., Abdulaeva A.S.

Caspian Institute of biological resources of Dagestan scientific center Russian Academy of Sciences, Makhachkala, e-mail: rupibrdncran@mail.ru

This paper presents the results of studies on the effects of dose and infrared laser radiation with the help of the device «RIKTA-01» on wheat seeds before sowing. Revealed a stimulating effect on seed germination and increase in length of the stems and roots when irradiated at 1000 Hz for 10 and 25 minutes, and a decrease of these parameters by increasing the duration of irradiation. Found activation of the growth processes of wheat seeds during the growing season and deceleration (in the case of storage) in the emission frequency of 1000 Hz for a time of 45 minutes and 60 minutes. It was established that the length of the wheat stems germinated from irradiated seeds and refrigerated for 24 hours, in the dark phase is higher than the length of the stems, germinated in the light. It was determined that increasing the stem length of wheat occurs in seed exposed to cooling for 48 hours.

Keywords: laser, magnetic infrared, infrared radiation, radiation frequency, irradiation of the seeds, wheat, stems, roots

Ионизирующие излучения являются мощным малоизученным фактором, при котором возникают разнообразные изменения в растениях; зная закономерности этого действия, можно управлять ростом и развитием растений. Изучение факторов, модифицирующих стимулирующее действие гамма-излучений, и учет влияния этих факторов позволили повысить повторность эффектов оптимальных стимулирующих доз. За истекшие годы накоплен материал по изучению влияния ионизирующего излучения на основные сельскохозяйственные культуры [1–6, 9, 10].

В данной работе рассмотрим один из актуальных вопросов современной радиобиологии – стимулирующее действие оптимальных доз инфракрасного и лазерного излучения при предпосевном облучении семян растений пшеницы аппаратом «РИКТА-01», используемом в медицине при лечении заболеваний эндокринной, мочеполовой, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, кожи, опорно-двигательного аппарата и др. При этом достигается

эффект синергизма, т.е. эффект взаимоусиления, при котором одновременное совместное действие нескольких видов излучения приводит к гораздо большей эффективности терапии, нежели при последовательном раздельном действии каждого из лечебных факторов [5, 8].

Основные физические факторы, аппаратов квантовой терапии, в том числе и лазерного аппарата «РИКТА-01», оказывают влияние на биологические объекты: импульсное инфракрасное лазерное излучение – длина волны арсенид-галлиевого диода составляет 890 nm. Мощность импульса лазерного излучения составляет не менее 8 W при длительности каждого импульса 90–130 ns; широкополосное пульсирующее инфракрасное излучение – диапазон волн составляет 860–960 nm; широкополосное пульсирующее красное излучение с длинами волн 640–740 nm; магнитное поле с индукцией 35 ± 10 mT. Такой индукции достаточно для переориентировки молекул-диполей в жидких средах.

Процесс, основанный на методах квантовой терапии, использует воздействие низкоэнергетических, безопасных, электромагнитных излучений, оказывающих благотворное влияние на внутриклеточные и межклеточные процессы в организме. Включение такого дополнительного фактора, как концентрированный лазерный луч, способствует преобразованию световой энергии в химическую без участия хлорофилла за счет белка родопсина.

А.М. Кузиным были разработаны теоретические основы приема предпосевого облучения, объясняющие с физико-химических позиций действие стимулирующих доз радиации [5]. Согласно этой теории, при гамма-облучении воздушно-сухих семян в них образуются длительно живущие свободно радикальные центры, аккумулирующие поглощенную энергию фотонов. Мигрируя в упорядоченных белковых системах облученного организма, эта энергия проявляется в наиболее реактивных центрах.

В зародыше, как в наиболее увлажненной части семени, происходит быстрое рассеивание энергии, поэтому он менее подвержен действию радиации. Радикалы, образующиеся под влиянием облучения, дают начало радиохимическим процессам, которые вызывают в семени образование сильно окисленных веществ типа перекисей и веществ, относящихся к группе хинонов-радиотоксинов. Отличаясь высокой реакционной способностью, радиотоксины активизируют ряд окислительных ферментов: пероксидазу, полифенолксидазу, аскорбиноксидазу, каталазу и другие на самых начальных этапах пробуждения облученных семян. Усиление окислительных процессов, вызывает более быструю мобилизацию запасных питательных веществ семени, что подтверждено большим количеством экспериментов. Почти во всех экспериментах отмечается повышение энергии прорастания семян под влиянием облучения.

Закономерно, повторяющееся усиление окислительных процессов при предпосевном облучении семян можно рассматривать, как один из факторов, обуславливающих стимуляцию прорастания, роста и развития растений на протяжении всего вегетационного периода. Повышение окислительных процессов, учтенное по накоплению в облученных семенах перекисных соединений и по активности окислительных ферментов при гамма-облучении, происходит неравномерно в разных частях семени. В щитке эти процессы активизируются сильнее, чем в эндосперме и зародыше, что создает гетерогенность в облученных семенах. Это явление рассматривается как один из факто-

ров, способных вызвать стимуляцию роста и развития растений подобно гетерозису гибридов [5, 7].

Образование при облучении высокоокисленных продуктов метаболизма с высокой реакционной способностью сказывается в виде отдаленного последствия на всех обменных процессах, которые идут в растениях, выращенных из облученных семян. При этом возникает цепь последовательно развивающихся биохимических изменений, в том числе и хозяйственно ценных.

Все биохимические изменения идут, однако, по пути накопления тех веществ, синтез которых свойственен данному виду растений, и пока нет примеров образования каких-либо метаболитов. В овощах, плодах и фруктах повышается содержание витаминов и сахаров. В растениях кукурузы и других зерновых повышается содержание белков, жиров и углеводов.

Возникшие биохимические изменения влекут за собой разнообразные морфологические отклонения от нормы. Некоторые из них обуславливают повышение урожая, образование дополнительных початков у кукурузы, дополнительных стеблей у картофеля, гречихи и текстильных растений.

Наряду с полезными морфологическими отклонениями возникают такие, которые приводят к гибели растений, например изменения в строении сосудистых пучков, при высоких дозах радиации заполняющихся соединительной тканью.

А.М. Кузин [5] рассматривает последовательно наступающие изменения под влиянием ионизирующей радиации на молекулярном, структурном, клеточном и тканевом уровнях. Однако до настоящего времени не определена четкая корреляция между частотой, экспозицией и биоактивацией у растений. Недостаточно выясненным остается механизм действия низкоинтенсивного лазера на биообъекты [6].

Биологическая реакция растений на ЛИ-излучение с помощью аппарата «РИКТА» определялась величиной частоты излучения и экспозиции облучения.

Материалы и методы исследований

В лабораторных опытах сухие семена пшеницы (50 шт.) подвергались воздействию инфракрасного и лазерного излучения частотами 50 и 1000 Гц с помощью аппарата «Рикта-01», «МИЛТА-ПКП ГИТ». Энергия фотонов лазерного излучения полупроводникового арсенид-галлиевого диода менее 1,5 эВ, и она слишком мала, чтобы вызвать ионизацию органических молекул, нарушить естественные процессы, разорвать биополимерные связи. Для изучения всхожести облученных семян и изменения роста и развития растений пшеницы использовали рулонный

метод: в рулоны (свернутые вертикально ленты фильтровальной бумаги) закладывали облученные семена и помещали в стаканы с водой для проращивания. Контрольные семена не подвергались облучению.

Результаты исследований и их обсуждение

Почвенно-климатические условия проращивания также резко изменяют радиочувствительность растений: оптимальные дозы для южных районов возделывания с интенсивной инсоляцией и высокой температурой должны быть значительно выше, чем для северных районов.

Накоплен научный материал по изучению факторов, модифицирующих стиму-

лирующее действие гамма-излучений на основные сельскохозяйственные культуры, и учет влияния этих факторов позволил повысить повторность эффектов оптимальных стимулирующих доз. Простое испытание всхожести семян (процессы прорастания, начинающиеся с набухания и заканчивающиеся выходом зародышевого корешка) служит показателем потенциальной урожайности, выживших семян данного вида. Авторами исследований [9, 10] выявлено, что между лабораторной и полевой всхожестью семян озимой и яровой пшеницы наблюдается высокая корреляция и уменьшение скорости прорастания происходит, когда жизнеспособность семян составляет менее 60%.

Таблица 1

Влияние лазерного и инфракрасного излучения на рост пшеницы

Мощность, Вт	Частота, Гц	Время, мин	Сух. вес, г		Длина, см		Всхожесть, %
			Стебли	Корни	Стебли	Корни	
Лазерное излучение							
1	Контроль		0,58	0,35	12,5 ± 0,8	17,5 ± 0,7	75
	50	10	0,58	0,37	16,1 ± 1,1	20,5 ± 0,9	82
	1000	10	0,59	0,4	19,5 ± 0,9	21,5 ± 0,8	86
		25	0,67	0,45	13,9 ± 0,7	19,1 ± 0,7	92
		45	0,68	0,48	13,7 ± 0,6	20,7 ± 0,6	90
		60	0,72	0,49	13,1 ± 0,5	20,5 ± 0,6	90
Инфракрасное излучение							
1	Контроль		0,58	0,35	12,5 ± 0,8	17,5 ± 0,7	
	50	10	–	–	14,3 ± 0,9	19,6 ± 0,8	90
	1000	60	0,52	0,45	12,7 ± 0,7	20,7 ± 0,6	62

В опытном варианте наших исследований, где семена пшеницы облучали ЛИ частотой 1000 Гц, всходы появились на 6 дней раньше, чем в контроле (первые всходы семян в опыте появились на 4-й день, а в контроле – на 8-й день после закладки опыта). Высокая всхожесть семян обнаружена после облучения ЛИ частотой 1000 Гц в течение 25, 45 и 60 мин и составляет более 90%, при продолжительности облучения в течение 10 мин составляет 84%, а в контроле – 75% (табл. 1). При облучении ИК-излучением всхожесть семян составляет не более 62%. Есть основание считать, что на повышение всхожести семян влияет ЛИ и ИК-излучение на ранней стадии развития. В дальнейшем облученные опытные растения вступали раньше контрольных растений в каждую новую фазу развития пшеницы. В полевых условиях предпосевная обработка семян электромагнитными полями повышает их всхожесть до 99% за счет эффекта биостимуляции, вызывает активацию ростовых процессов в период вегетации и регулирует качество урожая, приводит к раскислению почвы, повышает содержание питательных элементов и гуму-

са, снижает уровень заболеваемости грибковыми и вирусными болезнями, улучшает качественные показатели почвы [6].

Учет продуктивности растений проводился путем взвешивания сухой массы стеблей и корней пшеницы каждого варианта опыта. Изучение динамики массы сухого вещества побегов пшеницы за 3 недели наблюдений в лабораторных условиях показали, что предпосевное облучение семян пшеницы частотой 1000 Гц в течение 45 и 60 мин приводит к увеличению сухого вещества на 1,5% по отношению к контролю. Количественная разница между облученными и контрольными проростками пшеницы проявлялась вначале при различии всхожести семян (90 и 75%). По мере развития растений наблюдалась тенденция увеличения длины (рост) надземной части и корней при увеличении частоты ЛИ от 50 до 1000 Гц.

Из рис. 1 видно, что в первые 10 дней скорость роста стеблей и корней в опытных вариантах, семена которых облучались ЛИ частотой 1000 Гц продолжительностью 25 мин, почти не отличалась от скорости роста этих показателей в контроле.

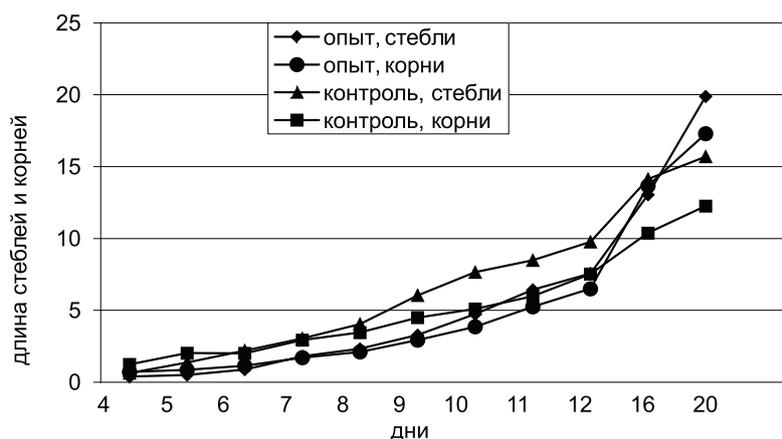


Рис. 1. Влияние лазерного излучения частотой 1000 Гц за время 25 мин на длину (см) стеблей и корней по дням

В последующие 10 дней происходит значительное снижение скорости роста стеблей и корней в контроле по сравнению с опытными вариантами. Предпосевное облучение семян ЛИ и ИК-излучением частотой 1000 Гц с увеличением длительности облучения от 10, 25, 45 до 60 мин приводит к увеличению длины корней и уменьшению длины стеблей. Здесь происходит непрерывное проявление радиобиологического эффекта как стимуляции для корней, так и некоторого угнетения для роста стеблей с волнообразным внешним проявлением (если рассматривать по этим критериям). Биологический эффект действия ЛИ разных частот, по сравнению с ИК-излучением, сказывается внешне более наглядно на соответствующих процессах роста и развития стеблей и корней. Стимуляция ЛИ четко выражается в повышении всхожести семян и увеличении длины стеблей и корней, при облучении частотой 1000 Гц в течение 10 мин. Падение всхожести семян, торможение ростовых процессов, несмотря на стимулирующее действие излучения на ранних этапах развития, происходит при частоте 1000 Гц в течение 45 и 60 мин.

В других опытах нами изучено влияние ЛИ и ИК-излучения на рост и развитие растений, выращенных из облученных и далее

охлажденных при $t = -18^\circ$ в течение 24 час и 48 час семян пшеницы (50 шт.). Половину семян (25 шт.) поместили в темное место, другую половину оставили при естественном освещении. Появление всходов произошло через 4 дня. Длина стеблей пшеницы, проросших из облученных и охлажденных в течение 24 час, в темноте (23,1 см) выше на 7 см по сравнению с длиной стеблей, проросших на свету (16,1 см). Увеличение на 8 см по сравнению с длиной стеблей растений, находящихся на свету (15,0 см) и контролем (15,1 см), наблюдается у семян, подвергшихся охлаждению в течение 2 суток (табл. 2, рис. 2). Такое прорастание семян происходит за счет влияния ЛИ на фитохромную систему. Механизм действия фитохрома: влияние на метаболизм гиббериллина, активация потенциально активных генов и действие на клеточные мембраны [9]. У проростков пшеницы, помещенных в темное место, длина стеблей почти в 1,5 раза выше, чем у выращенных на свету. По данным авторов [10], необходимыми аспектами силы проростков, развивающихся, в темноте являются: быстрота прорастания семян, скорость удлинения побега и корня, эффективность использования запасных веществ эндосперма на рост проростков.

Таблица 2

Влияние лазерного излучения на рост стеблей и корней (свет и темнота)

Время, ч	Длина, см	
	Стебли	Корни
Свет		
24, охлажденные семена	16,1 ± 1,2	21,8 ± 0,9
48, охлажденные семена	15,0 ± 0,9	21,4 ± 1,1
контроль, охлажденные семена	15,1 ± 0,8	20,0 ± 0,9
контроль, неохлажденные семена	14,0 ± 0,9	19,0 ± 0,9
Темнота, 24	23,1 ± 0,8	15,8 ± 0,9

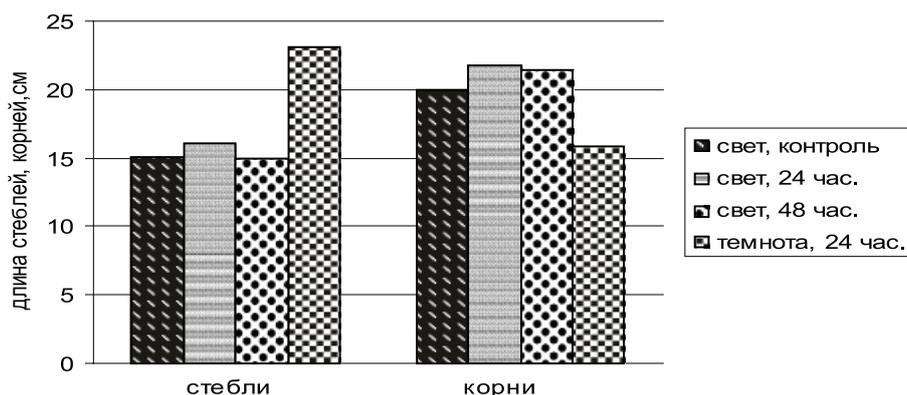


Рис. 2. Зависимость роста стеблей и корней от фаз света и темноты

Данные исследований свидетельствуют о стимулирующем действии ЛИ и ИК-излучения частотой 1000 Гц в течение 10 и 25 мин на всхожесть семян и об активизации ростовых процессов в период вегетации и торможения (в случае хранения) ростовых процессов семян пшеницы при ИК-излучении частотой 1000 Гц в течение 45 и 60 мин.

Выводы

1. Выявлено стимулирующее действие ЛИ и ИК-излучения частотой 1000 Гц в течение времени 10 и 25 мин на всхожесть семян пшеницы.
2. Обнаружена активизация ростовых процессов семян пшеницы в период вегетации и торможения (в случае хранения) при ИК-излучении частотой 1000 Гц в течение времени 45 и 60 мин.
3. Установлено, что длина стеблей пшеницы, проросших из облученных и охлажденных семян в течение 24 ч, в темновой фазе выше, чем длина стеблей, проросших на свету.
4. Определено, что увеличение длины стеблей пшеницы наблюдается у семян, подвергшихся охлаждению в течение 48 часов.

Список литературы

1. Бельский А.И. Квантовая обработка лазерным облучением в магнитном поле в технологии годичного выращивания древесных саженцев плодовых культур // Растениеводство: Мат-лы конференций СНАУ. г. Сумы, Украина. 2 фев. – 2007. – С. 18–22.
2. Действие лазерного облучения на некоторые зерновые культуры / Илюшкин и др. // Применение лазеров в науке и технике: тез. докл. V нач.-практ. конф. – Омск, 1988. – С. 105–106.
3. Дворенко Н.И. Предпосевная лазерная обработка семян зерновых и овощных культур // Вестник КСХИ. – Кемерово, 1995. – С. 34–36.
4. Колесников Г.И. Применение лазеров для повышения урожайности зерновых и овощных культур. Сб. Тр. КСХИ. Вып. 7. – Кемерово, 2000. – С. 30–33.
5. Кузин А.М. Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур. – М.: АН СССР, 1963. – 175 с.
6. Некоторые закономерности воздействия магнитного поля на семена злаков // Сб. трудов РАСХН и Агрофизического НИИ. – 1993. – 140 с.

7. Сабинин Д.А. Избранные труды по минеральному питанию растений. – М.: Наука, 1971. 512 с.
8. Щербakov И.А., Конов В.И., Осико В.В. Возможности применения фундаментальных достижений физики в разработке новых лечебно-диагностических методов // Труды IV Международной конференции по реабилитологии. – М., 4–6 октября. 2002. – С. 65–70.
9. Mackay D.B., Tonkin J.H. 1965. Studies in the laboratory germination and field emergence of sugar, beet seed. Proc. Int. Seed test. Ass. – 1965, 30. – P. 661–676.
10. Black M. Light-controlled germination of seeds. – Symp. Soc. Exp. Boil, 1969. – № 23. – P. 193–217.

References

1. Belsky A.I. Quantum of curatio laser irradiatio in propinquo in arbore crescit technology annua virgulta in fructum segetes. SNAU. Sumy, Ucraina. Conferentiarum Materials «Rastenivodstvo» February II. MMVII, pp. 18–22.
2. Praeterea, effectus laser irradiatio in aliqua segetes / Ilyushkin et al. Tez.dokl. Nach. V-practicam per colloquium. 'Usus lasers in scientia et technicae. Omsk, MCMLXXXVIII, pp. 105–106.
3. Dvorenko N.I. Fructus et semina seminarium curatio laser. Bulletin KSKHI. Kemerovo, MCMXCV. pp. 34–36.
4. Kolesnikov G.I. Frumentum et multiplicabo fructum lasers usus fructus. Coll. Tr. KSKHI. Vol. 7. Kemerovo, MM, pp. 30–33.
5. Kuzin A.M. Presowing radiationis of semina frugum. M.: USSR Academiae Scientiarum, MCMLXIII. CLXXV.
6. Quidam magnetica agro exemplaria semina gramina // A. Raas operatur Agrophysical SRI n, 1993. p CXL.
7. Sabinin D.A. Selected Papers in mineralibus nutritionem vegetabilium. Moscow: Nauka, 1971. 512 p.
8. Shcherbakov I.A., Konov V.I., Osiko V.V. Praecipuos fructus Possibilities applicationis diagnosticos physica et progressum novum Internationalis curatio modos in IV De // semper. Moscow, August 4-6. MMII, pp. 65–70.
9. Amor ordinem nescit D.B., Tonkin J.H. 1965. Studies in the field emergentiae of sugar et officinarum germinatio, betae semine. A. Int. Semen test. Ass. 1965. 30 pp. 661–676.
10. Black M. Light-controlled germination of seeds. Symp. Soc. Exp. Boil. 1969, 23. pp. 193–217.

Рецензенты:

Магомедова М.А., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой ботаники, Дагестанский государственный университет, г. Махачкала;
 Магомедов А.М., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой биологии, Дагестанская государственная медицинская академия, г. Махачкала.

Работа поступила в редакцию 12.11.2014