

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

APPLICATION OF HIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS FOR LONG LINEN SEED TREATMENT

**Н. В. Пушкина¹, Н. М. Лещинская², Ж. Э. Мазец²,
И. И. Филатова³, В. А. Люшкевич³, С. В. Гончарик³**
**H. V. Pushkin¹, N. M. Leschinskaya², Zh. E. Mazets²,
I. I. Filatova³, V. A. Lyushkevich³, S. V. Goncharik³**

¹НИУ «Институт ядерных проблем» Белорусского государственного университета,
г. Минск, Беларусь
nadyapushkina@gmail.com

²Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка,
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: leshchinskaya_na@list.ru

³Институт физики им. Степанова НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь
filatova@presidium.bas-net.by

¹*Institute of Nuclear Problems of the Belarusian State University,
Minsk, Belarus
nadyapushkina@gmail.com*

²*Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Republic of Belarus
e-mail: leshchinskaya_na@list.ru*

³*B. I. Stepanova Institute of Physics, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
filatova@presidium.bas-net.by*

Исследовано влияние электромагнитных полей (ЭМП) различного частотного диапазона (от мегагерцового до гигагерцового) и интенсивности на всхожесть семян, длину и массу корней и проростков льна-долгунца. Показано, что низкоинтенсивное (нетепловое) воздействие ЭМП стимулирует всхожесть семян, при этом длина побегов и корней возрастает соответственно на 39,7% и 34,7%, а воздействие ЭМП с тепловым разогревом, напротив, ингибирует всхожесть. Для всех режимов обработки наблюдалось увеличение биомассы 7-ми дневных растений льна-долгунца относительно контроля, но наиболее существенно – при воздействии СВЧ ЭМП (53,57–78,33 ГГц) длительностью 12 минут.

It has been studied an influence of high-frequency electromagnetic fields (EMF) of different frequency range (from Megahertz to Gigahertz) and intensity on seed germination, length and weight of roots and seedlings of long-stemmed flax plants. It was shown that low-intensity (non-thermal) EMF treatment of seeds stimulated their germination, while the length of shoots and roots increased by 39.7% and 34.7%, respectively. On the contrary, seeds exposure to high-intensity EMF (with thermal heating) inhibited germination. For all treatment conditions, an increase in the biomass of 7-day-old plants was observed in comparison to the control, but most significantly when exposed to micro-waves (53.57–78.33 GHz) for 12 minutes.

Ключевые слова: электромагнитные поля, семена, лен-долгунец, всхожесть, физические способы обработки семян, биометрические параметры.

Keywords: electromagnetic fields, seeds, fiber flax, germination, physical methods of seed treatment, biometric parameters.
<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-1-309-312>

Введение. Лен-долгунец является одной из важнейших технических культур Республики Беларусь. Продукция льна занимает особое место в экономике сельского хозяйства страны. Однако остается актуальной проблема выведения новых перспективных сортов для получения волокна хорошего качества. В связи с этим перед селекционерами стоит задача повысить качество льняного волокна и продуктивность растений, вывести отечественные сорта, которые смогут давать высокие урожаи в различных климатических регионах нашей страны, активно внедрять в производство прогрессивные технологии возделывания культуры.

Таким образом, актуальными являются исследования, направленные на применение новых экологически безопасных технологий стимуляции роста и развития растений, повышения агрономического качества посевного материала.

В настоящее время активно развивается область междисциплинарных исследований, направленных на разработку новых подходов в сфере предпосевной обработки семян с использованием физических методов,

в частности, электромагнитных полей различного диапазона, позволяющих увеличить производство сельскохозяйственной продукции за счет подавления болезней, повышения устойчивости и стимуляции ростовых процессов растений при отсутствии отрицательного влияния на экосистему. С использованием электромагнитных волн в растениеводстве можно регулировать процессы роста и развития растений, повышать конечную урожайность без применения химически небезопасных пестицидов и гербицидов, которые оказывают пагубное влияние на окружающую среду [1, 2]. Эффекты воздействия электромагнитного излучения на растительный организм, проявляющиеся в изменении проницаемости мембран, активности гидролитических и антиоксидантных ферментов, интенсивности протекания первичных процессов прорастания семян, в значительной степени зависят от частоты, мощности и длительности облучения. Таким образом, возможно выявление как стимулирующих, так и ингибирующих эффектов в зависимости от используемых режимов воздействия.

Работа направлена на исследование влияния электромагнитного излучения на семена льна-долгунца с целью выявления эффектов стимуляции или ингибирования всхожести семян и развития растений льна в лабораторных условиях на ранних этапах роста и развития растений.

Эксперимент. Для исследований использовались семена льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) сорта «Грант» белорусской селекции, районированного для выращивания во всех областях нашей страны.

Обработка семян льна производилась на установках НИУ «Институт ядерных проблем» БГУ [3] и Института физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси. Семена подвергались воздействию низкоэнергетического (без нагрева) и теплового (с нагревом) электромагнитного излучения в диапазоне частот от мегагерцового до гигагерцового. Рабочие режимы обработки электромагнитным полем (ЭМП) были следующие:

СВЧ ЭМП, частота 53,57–78,33 ГГц, время обработки 20 минут (Режим 1 – P1);

СВЧ ЭМП, частота 53,57–78,33 ГГц, время обработки 12 минут (Режим 2 – P2);

СВЧ ЭМП, частота 64,0–66,0 ГГц, время обработки 12 минут (Режим 3 – P3);

СВЧ ЭМП, частота 64,0–66,0 ГГц, время обработки 8 минут (Режим 4 – P4);

СВЧ, частота 2450 МГц, мощность 90%, время отработки 1 мин (Режим 5– P5);

СВЧ, частота 2450 МГц, мощность 50%, время обработки 3 мин (Режим 6 – P6);

ВЧ ЭМП, частота 5,28 МГц, время обработки 15 минут (Режим 7 – P7);

ВЧ ЭМП, частота 5,28 МГц, время обработки 10 минут (Режим 8 – P8).

Обработанные семена проверяли на всхожесть с использованием стандартных международных [4] и отечественных [5] методик.

Лабораторный эксперимент. Опыт был заложен в лабораторных условиях в трехкратной повторности для каждого вида обработки. Семена проращивали в течение 7 дней при температуре 20-21°C в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге. Морфометрические параметры проростков измеряли ежедневно. Каждая партия контрольных и обрабатываемых образцов содержала по 100 семян.

Оценка прорастания семян. Согласно ГОСТ 12038-84 энергию прорастания семян льна определяли на 3-ий день роста, всхожесть – на 7-ой день. Проросшими считали проклюнувшиеся семена с зародышевым корешком около 2 мм.

Морфометрические параметры. Длину и массу корней и побегов определяли на 7-ой день прорастания.

Полученные в ходе экспериментов результаты были обработаны с помощью статистического пакета программ M.Exel, Stadia 7.0. Гистограмма построена в программе Microsoft Excel 2010, на которой в барах показано среднее отклонение.

Результаты и обсуждение. В результате проведенных лабораторных опытов установлено, что предпосевная обработка семян льна сорта «Грант» низкоэнергетическим электромагнитным полем в отдельных режимах повышает всхожесть исследуемой культуры, а обработка семян тепловым электромагнитным излучением ингибирует данный параметр (Рисунок 1). Максимальное увеличение всхожести семян – на 6,7% наблюдалось в результате их облучения СВЧ ЭМП (53,57–78,33 ГГц, 20 мин (P1) и 64,0–66,0 ГГц, 8 мин (P4)). При облучении семян СВЧ ЭМП (53,57–78,33 ГГц, 12 мин (P2)) и ВЧ ЭМП (5,28 МГц, 15 мин (P7)) всхожесть увеличивалась на 3,3% по сравнению с контролем.

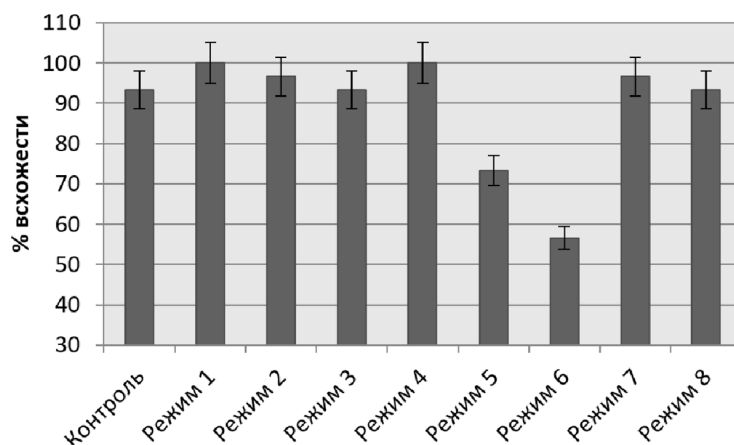


Рисунок 1 – Всхожесть семян льна сорта «Грант» в зависимости от режимов предпосевной обработки электромагнитными полями

Обработка тепловым СВЧ излучением (2450 МГц, мощность 90%, 1 мин (P5); мощность 90%, 1 мин (P6)) существенно ингибировала всхожесть исследуемой культуры на 20 и 36,7% соответственно, а режимы P3 и P8 не оказывали выраженного действия на всхожесть семян.

Воздействие на семена СВЧ ЭМП (режимы P1, P2, P3) и ВЧ ЭМП (P7) способствовало повышению морфометрических параметров, таких как длина корней и побегов. Длина побегов возрастала от 7% (P6, P8) до 37,9% (P3) относительно контроля. Обработка СВЧ ЭМП (P4) снижала этот показатель на 6,6%. Отмечено стимулирующее влияние обработки СВЧ ЭМП (режимы P1–P3, P6) и ВЧ ЭМП (P7) на рост корней по сравнению с контролем от 9,5% (P6) до 34,7% (P2 и P7), но в то же время при обработке СВЧ ЭМП (P4) и ВЧ ЭМП (P8) длина корней уменьшилась на 12,8% и 15,1% соответственно (рисунок 2).

Установлено повышение биомассы 7-ми дневных растений льна-долгунца относительно контрольных значений под влиянием всех видов обработки, но наиболее существенно (от 20,3% до 29,6%) – при воздействии СВЧ ЭМП в диапазоне частот 53,57–78,33 ГГц и 64,0–66,0 ГГц (режимы P3, P2), и менее значимо (от 5,8 % до 13,1%) при обработке ВЧ ЭМП (5,28 МГц, 15 мин, режимы P7, P8) (рисунок 3).

Таким образом, в результате выполненных лабораторных экспериментов установлено, что наиболее оптимальными режимами предпосевной обработки семян льна-долгунца сорта “Грант”, способствующими повышению их посевных кондиций, является воздействие СВЧ электромагнитного излучения в диапазоне частот 53,57–78,33 ГГц и 64,0–66,0 ГГц длительностью от 8 до 20 минут (режимы P1, P2, P4), а также воздействие радиоволнового излучения (5,28 МГц) длительностью 15 минут (P7). Кратковременная (1–3 мин) обработка семян льна СВЧ излучением на частоте 2450 МГц (режимы P5, P6), вызывающим тепловые эффекты, может быть использована для ингибирования его ростовых процессов. В дальнейшем требуются более детальные исследования для выявления режимов обработки, ингибирующих всхожесть и развитие проростков, с целью обнаружения возможных мутационных изменений в растениях, что может служить основой для селекции новых отечественных сортов и линий льна-долгунца.

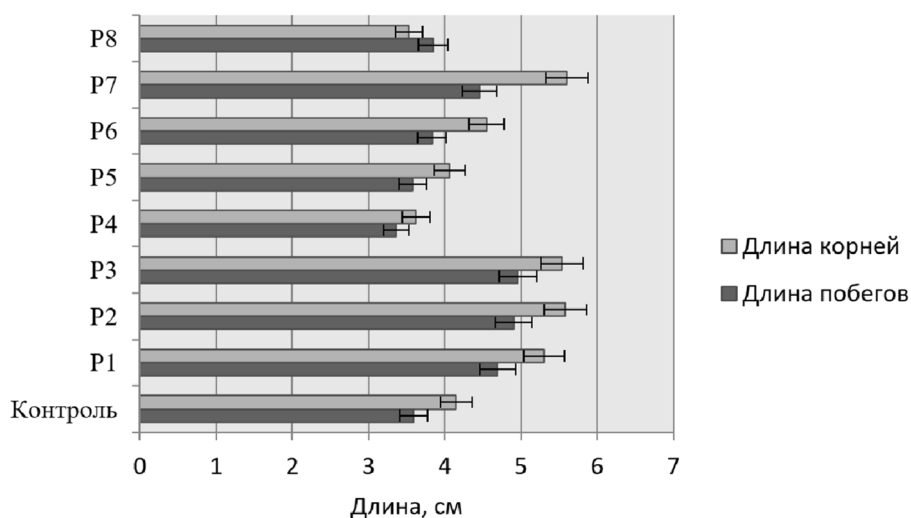


Рисунок 2 – Влияние электромагнитного поля нетепловой и теплового интенсивности на длину побегов льна-долгунца

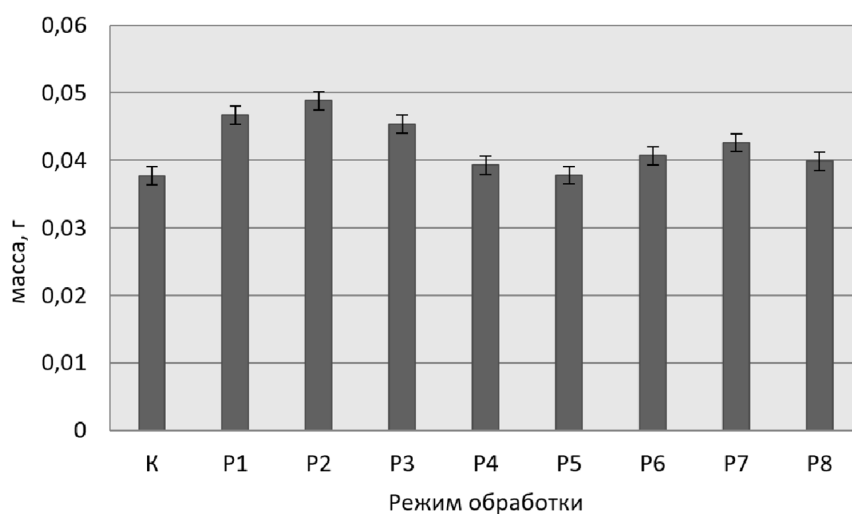


Рисунок 3 – Влияние электромагнитного поля нетепловой и теплового интенсивности на биомассу растений льна-долгунца

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, грант № Ф21МС-016, а также частично – в рамках задания 2.2.02, НИР 1 «Разработка основ комбинированного воздействия плазмы, электромагнитных полей и бихроматического лазерного излучения на материалы и биологические объекты для использования в новых технологиях» ГПНИ «Конвергенция-2025».

ЛИТЕРАТУРА

1. Pre-sowing electromagnetic treatment of seeds as a method of stimulation during germination / Sotchenko V. S. [et al.] // Проблемы агрохимии и экологии. – 2018, – №3. – С. 61–64.
2. Hamada, E. A. M. Effects of microwave treatment on growth, photosynthetic pigments and some metabolites of wheat / Biologia Plantarum. – 2007. – №51, Issue 2. – P. 343–345.
3. Устройство для предпосевной обработки семян : пат. ВУ 8680 / В. А. Карпович, Н. В. Любецкий, Н. В. Пушкина, Е. В. Спиридович. – Оpubл. 30.10.2012.
4. Handbook of vigour test methods / ed.: J. G. Hampton, D. M. TeKrony. – 3rd ed. – Zurich : ISTA, 1995. – 117 p.
5. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести : ГОСТ 12038-84. – Введ. РБ 01.01.11. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 28 с.

A NEW WAY TO OBTAIN A VALUABLE PRODUCT FOR HUMAN HEALTH BASED ON BEE HONEY

НОВЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕННОГО ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ПЧЕЛИНОГО МЕДА

V. Litvyak¹, V. Kravchenko^{2,3}, A. Batyan^{2,3}, A. Trifonova^{2,3}
В. Литвяк¹, В. Кравченко^{2,3}, А. Батян^{2,3}, А. Трифонова^{2,3}

¹*All-Russian Research Institute of Starch and Starch-containing Raw Materials Processing –
Branch of Russian Potato Research Centre, Moscow Region, Russian Federation.*

²*Belarusian State University, BSU, Minsk, Republic of Belarus*

³*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU,
Minsk, Republic of Belarus*

giv@iseu.by, kravchenko.v.anat@gmail.com

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки
крахмалсодержащего сырья – филиал Федерального государственного бюджетного научного
учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»,
Московская обл, Российская Федерация*

²*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь*

³*Учреждение образования «Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь*

A new method of obtaining a product valuable for human health based on bee honey is proposed, which expands the possibilities of organic nutrition and increases the body's resistance to changing environmental conditions, since the final one has a balanced carbohydrate-protein-vitamin-mineral composition and good organoleptic properties.

Предложен новый способ получения ценного для здоровья человека продукта на основе пчелиного мёда, который расширяет возможности органического питания и повышает устойчивость организма к изменяющимся условиям окружающей среды, поскольку конечный обладает сбалансированным углеводно-белково-витаминно-минеральным составом и хорошими органолептическими свойствами.

Keywords: Honey, carbohydrate-protein-vitamin-mineral composition, organoleptic characteristics, technical regulations, human body.

Ключевые слова: мёд, углеводно-белково-витаминно-минеральный состав, органолептические показатели, технический регламент, организм человека.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2022-1-312-316>

Innovative ways to produce organic products are of particular importance nowadays especially because of environmental state. The production of honey is in the cutting edge because it is a valuable product containing a wide