



---

---

**INTERNATIONAL YOUTH SCIENTIFIC  
ENVIRONMENTAL FORUM**

**“ECOBALTICA”**

Grodno, Belarus,

24 – 27 August, 2017

*Editors: Alexey Glynushkin, William Hogland, Vasiliy Rud’*

**BOOK OF PROCEEDINGS**

---

---

**Republic of Belarus  
2017**

УДК 502  
ББК 20.1  
М 43

INTERNATIONAL YOUTH SCIENTIFIC ENVIRONMENTAL FORUM  
“ECOBALTICA”.  
Book of Proceedings.

Editors: Alexey Glynushkin, William Hogland, VasiliyRud’

МЕЖДУНАРОДНЫЙ МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ "ЭКОБАЛТИКА": Сборник трудов –  
Гродно: Изд-во Гродн. Гос. Аграрн. Ун-та, 2017 – 429 с.

ISBN 978-5-9901423-8-1



© ВНИИФ 2017

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР В ПРОИЗВОДСТВЕ КРУПЯНЫХ И ПРЯНО- АРОМАНИТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

С.Н.Шиш<sup>1</sup>, Н.А. Еловская<sup>2</sup>, Ж.Э. Мазец<sup>2</sup>, А.Г. Шутова<sup>1</sup>,  
Ю.С. Горгун<sup>2</sup>, А.А. Матус<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»  
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220012, г. Минск,  
ул. Сурганова, 2в; e-mail: [svetlana.shysh@gmail.com](mailto:svetlana.shysh@gmail.com)

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный университет имени Максима  
Танка»

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220050, г. Минск,  
ул. Советская, 18; e-mail: [tytsi\\_92@mail.ru](mailto:tytsi_92@mail.ru))

**Ключевые слова:** электромагнитное излучение, предпосевная обработка, гречиха посевная, чернушка посевная, всхожесть, продуктивность, элементы структуры урожая.

**Аннотация:** статья посвящена изучению влияния низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) на элементы продуктивности гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum gilib*) и чернушки посевной (*Nigella sativa* L.). Объекты исследования *Fagopyrum sagittatum gilib* и *Nigella sativa* L. широко используются в пищевой и медицинской промышленности, однако имеют низкие показатели урожайности на территории Республики Беларусь. Выявлена видо- и сортоспецифическая реакция двух тетраплоидных сортов гречихи посевной и чернушки посевной на различные по частоте и времени режимы ЭМИ. Под влиянием режимов ЭМИ отмечены разнонаправленные сдвиги во всхожести, формировании элементов структуры урожая и продуктивности относительно контроля. Определен режим предпосевого электромагнитного воздействия, оказывающий позитивное влияние на рассматриваемые параметры гречихи тетраплоидной сортов Анастасия и Александрина и чернушки посевной.

## ELECTROMAGNETIC RADIATION AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR IN THE MANUFACTURE OF GROATS AND SPIRITUAL AROMANICAL CROPS

Shysh S.N.<sup>1</sup>, Yalousskaya N.A.<sup>2</sup>, Mazets Z.E.<sup>2</sup>, Shutava H.G.<sup>1</sup>,  
Gargun J.S.<sup>2</sup>, Matus A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Central Botanical Gardens, NAS of Belarus  
Minsk, Belarus (Belarus, 220012, s. Minsk, st. Surgsnova, 2v; e-mail:  
svetlana.shysh@gmail.com

<sup>2</sup> Belarusian State Pedagogical University named after M. Tank  
Minsk, Belarus (Belarus, 220050, Minsk, st. Sovetskai, 18; e-mail:  
tytsi\_92@mail.ru)

**Key words:** *Electromagnetic radiation, pre-sowing treatment, buckwheat sowing, black cumin sowing, germination, productivity, the crop structure elements.*

**Summary:** *The article is devoted to the study of the low-intensity electromagnetic radiation effect on the productivity elements of buckwheat sowing (*Fagopyrum sagittatum gilib*) and black cumin sowing (*Nigella sativa* L.). The research objects *F. sagittatum gilib* and *N. sativa* are widely used in the food and medical industry, but they have low yields on the territory of the Republic of Belarus. The species-and variety-specific reaction of two tetraploid varieties of buckwheat and black cumin sowing for various frequency and time modes of electromagnetic radiation has been revealed. Under the influence of the EMR regimes multidirectional shifts of the field germination, formation of elements of the crop structure and productivity relative to control were noted. The regime of presowing electromagnetic influence has been determined, which has a positive effect on the parameters of the tetraploid varieties of the buckwheat *Anastasia* and *Alexandrina* and black cumin sowing.*

*(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)*

**Введение.** Основные тенденции развития сельского хозяйства определяются ростом населения и поиском инновационных подходов при решении продовольственных и экологических проблем. Рост производства и применения удобрений, химических средств защиты растений на протяжении ряда лет привели к возрастанию экологической нагрузки. Поэтому современное сельское хозяйство должно претерпеть определенные изменения для того, чтобы увеличить эффективность работы и, соответственно, продуктивность, а также снизить риск загрязнения сырья и окружающей среды. В настоящее время необходим переход к технологиям, максимально учитывающих биологические особенности культур и экологические требования агроэкосистем.

Одним из путей является разработка и активное внедрение современных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий производства растениеводческой продукции [1].

С этой целью успешно могут использоваться физические методы предпосевного воздействия, вследствие их положительного воздействия на растительные организмы, меньшей затратности и отсутствием потенциального вредоносного действия.

Наиболее актуальным в последние десятилетия направлением исследований является изучения электромагнитного излучения (ЭМИ) СВЧ и КВЧ-диапазона [2–5]. Известно, что ЭМИ способны воздействовать дистанционно на живые организмы как в целом, так и на уровне клетки или отдельных органов [6–10]. На сегодняшний день этот вид обработки является наиболее экологическим и безопасным биофизическим методом. В основе этого метода лежит резонансное воздействие электромагнитным полем на каждое семя. При воздействии внешним электромагнитным полем с частотой близкой к резонансной частоте обрабатываемых семян происходит преобразование внешнего излучения в собственные колебания белковых молекул, поскольку клеточная мембрана представляет собой кольцевой диэлектрический резонатор, которому присущи определенные для семян каждой культуры линейные размеры и резонансная частота. Это позволяет ускорять биохимические реакции, влияя на ферментативную активность семян, повышая их качественные характеристики [11–12].

**Цель работы:** изучить влияние различных режимов ЭМИ на элементы продуктивности гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum gilib*) и чернушки посевной (*Nigella sativa* L.).

**Материал и методика исследований.** В качестве объекта исследования была выбрана гречиха посевная тетраплоидная двух сортов Анастасия и Александра белорусской селекции, занесенный в Государственный реестр и возделываемые на территории Республики Беларусь. А также перспективная для возделывания в Беларуси пряно-ароматическая культура *N. sativa*, интродуцированная в Центральном ботаническом саду Беларуси. Обработка семян низкоинтенсивным электромагнитным излучением СВЧ-диапазона производилась в НИУ Ядерных проблем БГУ в пяти режимах: Режим 1 (P1) и 1.1 (P1.1) (частота обработки 54–78 ГГц; время обработки 20 минут и 12 минут соответственно); Режим 2, 2.1 и 2.2 (частота обработки 64–66 ГГц; время обработки 20 мин, 12 мин и 8 мин соответственно) (P2, P2.1, P2.2). В ходе исследования оценивалось влияние физической предпосевной обработки на элементы продуктивности выбранных культур.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Установлено, что сорта гречихи Анастасия и Александрина характеризуются достаточно высокими показателями полевой всхожести в отличие от чернушки посевной (рис.1).

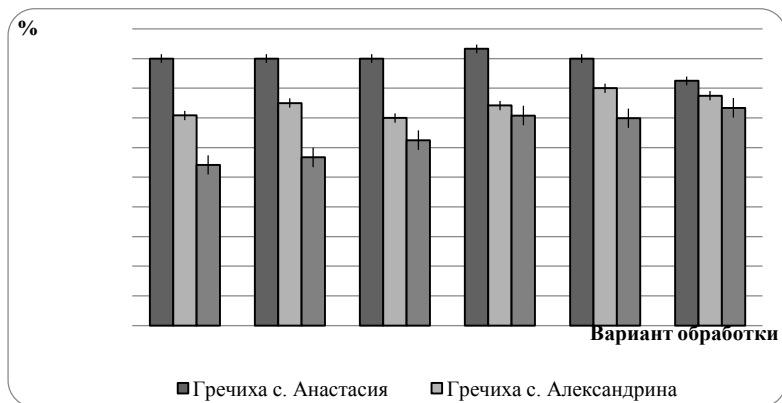


Рисунок 1 – Влияние режимов ЭМИ на полевую всхожесть тетраплоидных сортов гречихи и чернушки посевной (2016 г.)

Отмечено, что все изучаемые режимы повышают всхожесть чернушки посевной, однако максимальный стимулирующий эффект относительно контроля отмечен в узковолновом диапазоне, увеличение составляет 29–35% в зависимости от экспозиции.

На всхожесть растений гречихи ЭМИ оказывало неоднозначное сортоспецифичное влияние, так у с. Анастасия под действием P1, P1.1 и P2.1 показатели полевой всхожести были на уровне контрольных значений, снижение – отмечено под действием P2.3 (на 8,4%) и незначительное повышение при обработке P2 (на 3,7%). У с. Александрина под действием 4-х режимов (P1, P2, P2.1 и P 2.2) отмечено повышение полевой всхожести на 5,9; 4,7; 12,9 и 9,4% соответственно. Тенденция к незначительному снижению полевой всхожести выявлена после воздействия P1.1.

Также изучено влияние ЭМИ на формирование элементов продуктивности объектов исследования, так как целевым продуктом у гречихи и чернушки посевной являются семена.

В ходе исследования у с. Анастасия показатель массы 1000 незначительно отклонялся от контрольных значений под влиянием режимов ЭМИ (рис. 2А). У с. Александрина данный показатель

достоверно возрастал под действием P2 и 2.2 на 7,95 и 7,6% соответственно. У с. Анастасия снижение массы семян с одного растения отмечено при действии P1.1, P2, P2.1 и P2.2 на 62; 61; 4,2 и 8,7% и увеличение при действии P1 на 15,8% соответственно (рис. 2Б). У с. Александрина все исследованные режимы снижают массу семян с одного растения на 31,7; 61,2; 58,2; 1,4 и 5,8% соответственно.

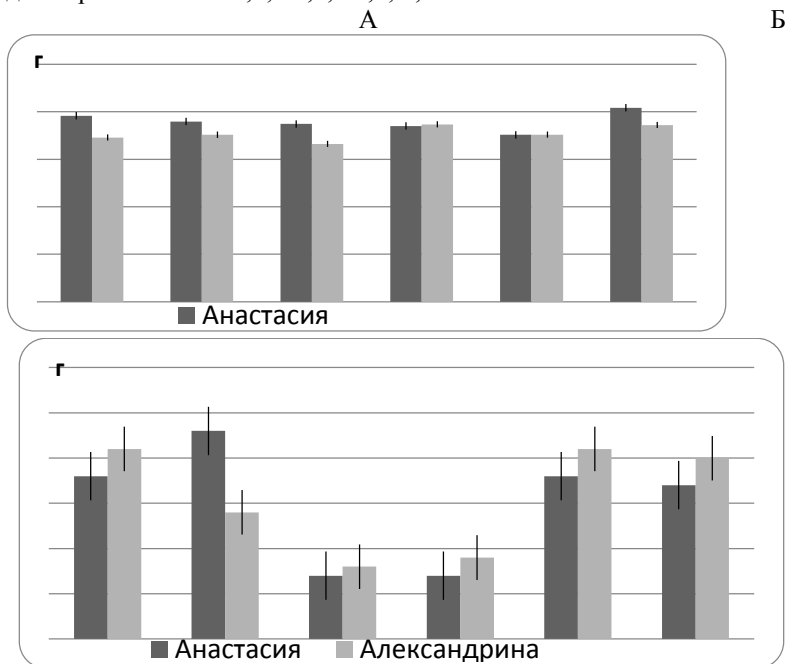


Рисунок 2 – Влияние режимов ЭМИ на массу 1000 семян (А) и массу семян с растения (Б) гречихи посевной двух сортов

Выявлены сортоспецифические сдвиги в формировании семян под влиянием режимов ЭМИ в зависимости от яруса. Это важный показатель для гречихи, характеризующейся одновременным созреванием семян и их гетерогенностью. Установлено, что режимы ЭМИ у с. Анастасия в различной степени стимулировали прирост массы семян 1-го и 2-го яруса, а с 3-го яруса начинает наблюдаться разнонаправленный эффект в зависимости от режима (табл.1). Масса семян 3-го яруса снижалась под действием P1 на 12% и увеличивалась под действием P1.1, P2, P2.1 и P2.2 на 17,9; 370,9; 27 и 17,8% соответственно. Увеличение продуктивности четвертого яруса выявлено при обработке P1, P2.1 и P2.2. Данные режимы увеличивали

массу семян по сравнению с контролем на 55,5; 47,5 и 81,5% соответственно. Под действием P1 и P2.2 идет формирование 5-го и 6-го яруса и снижение массы семян с них относительно контроля. У с. Александрина отмечен позитивный эффект под влиянием всех режимов на массу семян 1-го яруса (табл.1). У с. Анастасия под действием P1.1, P2 и P2.1 отмечено редукция ярусов (4-6, 5-6, 4-6 соответственно) по сравнению с контролем), под действием P2.2 отмечено образование 7-го яруса (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние ЭМИ на массу семян с одного яруса тетраплоидных сортов гречихи посевной

Сорт	Вариант обработки	Масса семян, собранных с определенного яруса						
		1 ярус	2 ярус	3 ярус	4 ярус	5 ярус	6 ярус	7 ярус
Анастасия	Контр.	0,083	0,105	0,175	0,194	0,429	0,440	–
	Режим 1	0,118	0,114	0,154	0,302	0,317	0,228	–
	Режим 1.1	0,190	0,271	0,489	–	–	–	–
	Режим 2	0,213	0,268	0,824	–	–	–	–
	Режим 2.1	0,142	0,117	0,223	0,287	–	–	–
	Режим 2.2	0,170	0,110	0,206	0,352	0,110	0,044	0,457
Александрина	Контроль	0,119	0,182	0,264	0,279	0,503	0,919	–
	Режим 1	0,206	0,154	0,219	0,367	0,51	0,551	1,273
	Режим 1.1	0,208	0,308	–	–	–	–	–
	Режим 2	0,254	0,268	0,246	–	–	–	–
	Режим 2.1	0,134	0,208	0,271	0,923	0,575	–	–
	Режим 2.2	0,141	0,196	0,172	0,426	0,403	0,712	–

У с. Александрина снижение числа ярусов отмечено под действием P1.1, P2 и P2.1 и образование дополнительных ярусов под действием P1. Начиная со второго яруса снижение или повышение массы семян с них зависело от режима. Максимально негативный эффект режимов ЭМИ на массу семян отмечен на третьем ярусе.

Таким образом, наиболее уязвимым звеном в этой реакции было количество ярусов и масса зерна с них, что определяет урожайность гречихи. Установлено, что у гречихи с. Анастасия под действием P1 и P2.1 урожайность увеличивалась на 3,75 и 9,63% и уменьшалась на 58,75; 62,25 и 14,75% под действием P1.1, 2 и 2.2. У с. Александрина урожайность возросла только под влиянием P2.1 на 9,5% и уменьшалась на 25,6; 96,6; 58,7 и 5,75% под действием P1, P1.1, P2 и P2.2.

Отмечено, стимулирующее влияние ЭМИ на продуктивность растений чернушки посевной. Влияние стимуляторов роста на урожайность растений чернушки посевной проявляется через



изменение количества побегов и соплодий на растении, а также за счет увеличения массы соплодия и количества семян в них [13].

Так увеличение соплодий на растении составляет от 27 до 60 % в зависимости от режима. Количество семян в соплодии и их масса изменяется от 5 до 24%, наилучший синергичный эффект по всем показателям отмечен при обработке Р2.2.

Таблица 2 – Влияние ЭМИ на некоторые элементы продуктивности *Nigella sativa* L.

Вариант опыта	Кол-во побегов 1-го порядка, шт	Кол-во соплодий на растении, шт	Масса 1-го соплодия, мг	Кол-во семян в соплодии, шт	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га
Контроль	3,6±0,9	4,0±0,02	193,6*	73,6*	2,42±0,06	3,7*
Режим 1	4,3±0,9	5,4±1,2	200,6*	77,90*	2,45±0,02	7,8*
Режим 1.1	3,3±0,6	5,3±1,1	241,8*	88,5*	2,72±0,06	9,2*
Режим 2	3,6±0,6	5,3±1,1	205,4*	79,5*	2,50±0,15	8,3*
Режим 2.1	3,8±0,9	5,1±1,2	232,9*	90,9*	2,61±0,12	9,4*
Режим 2.2	3,6±0,8	6,4±1,3	230,1*	84,3*	2,76±0,1	10,8*

\*Ошибка среднего не превышает 20%

Таким образом, ЭМИ СВЧ-диапазона повышает продуктивность растений чернушки посевной в 2–2,9 раза. Наилучший эффект отмечен в узковолновом диапазоне. Однако, следует отметить что значительную прибавку к урожаю дает и высокий показатель всхожести у обработанных растений.

**Заключение.** В ходе исследования выявлено, что в результате ЭМИ воздействия происходили видо- и сортоспецифические сдвиги в продуктивности изучаемых растений. Для сортов гречихи тетраплоидной наиболее уязвимым звеном в этой реакции было количество ярусов и масса зерна с них. Оптимальным для обработки ЭМИ гречихи является Р 2.1. Он стимулирует полевую всхожесть и увеличивает массу семян с определенного яруса, а также урожайность у исследованных сортов гречихи. ЭМИ стимулирует полевую всхожесть и продуктивность чернушки посевной во всех изучаемых режимах, однако максимальный стимулирующий эффект отмечен при узковолновом воздействии (режимы 2, 2.1., 2.2).

Таким образом, считаем, что ЭМИ в изученном диапазоне волн может рассматриваться в качестве экологически безопасного, экономически-эффективного способа повышения продуктивности растений с пищевой и фармакологической ценностью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев, Ю. А. Методологические и агробиологические основы предпосевной биоактивации семян сельскохозяйственных культур потоком низкотемпературной плазмы: автореф. дис. ... доктора биол. наук: 06.01.03/ Ю.А. Гордеев; Агрофизический научно-исследовательский институт Российской академии сельскохозяйственных наук. – Смоленск, 2012. – 46 с.
2. Чёрная, М. А. Биофизический анализ воздействия информационного электромагнитного поля на биологические объекты/ М. А.Чёрная, Н. Г. Косулина – [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <https://www.google.ru/url> – Дата доступа: 25.10.2016
3. Петров, И.Ю. Изменение потенциалов плазматических мембран клеток листа зеленого растения при электромагнитном облучении / И.Ю. Петров, О.В. Бецкий // ДАН СССР. –1989. – Т. 305. – №2. – С. 474-476.
4. Петров, И.Ю. Стимуляция процессов жизнедеятельности в растениях микроволновым излучением / И.Ю. Петров, Э.В. Морозова, Т.В. Моисеева // Сб. докл. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине и биологии». – М.: ИРЭ АН СССР. –1991. – Т.2. – С. 502-504.
5. Режим доступа: <http://vseovode.com/content/kak-voda-hranit-i-peredaet-informaciju/>. Мосин О.В. Воздействие электромагнитных волн низкой интенсивности на воду и биологические объекты. Дата доступа: 21.04.2015.
6. Пресман, А.С. Электромагнитные поля и живая природа / А.С. Пресман. –М.: Наука, 1968. – 287 с.
7. Бецкий, О.В. Вода и электромагнитные волны / О.В. Бецкий // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – №2. – С. 3 – 6.
8. Бецкий, О.В. Электромагнитные волны и живые организмы / О.В. Бецкий, Н.Д. Девятков // Радиотехника. – 2000. – №9. – С. 4-11.
9. Бецкий, О.В. Электромагнитная биотехнология / О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева, Т.И. Котровская // Биомедицинские технологии и электроника. – 2002. – №10. – С. 42-48.
10. Бецкий, О.В. Миллиметровые волны и живые системы / О.В. Бецкий, В.В. Кислов, Н.Н. Лебедева. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2004. – 272 с.
11. Пушкина, Н.В. Модифицированный метод предпосевной микроволновой обработки семян / Н.В. Пушкина, Н.В. Любецкий, В.А. Карпович // Новости науки и технологий. - № 2 (21). – 2012. – С. 36 – 40.
12. Мазец, Ж.Э. Особенности реакции сельскохозяйственных и лекарственных растений на предпосевное электромагнитное воздействие на ранних этапах онтогенеза / Ж.Э. Мазец, И.И. Жукова, С.Н. Шиш, [и др.] // Развитие фундаментальной науки в БГПУ: материалы науч.-практ. конф. г. Минск, 19 ноября 2015 г / Белорус. гос. ун-т им. М. Танка. – Минск: БГПУ, 2016. – С. 37-54.
13. Шах, С.Х. Влияние опрыскивания кинетином на рост и продуктивность растений *Nigella sativa* / С.Х. Шах // Физиология растений. – № 5 (54). – 2007. – С. 790-793.