

УДК 582.572.7: 581.48:537.811

DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-5-9-15

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ**Кутырёв А.И.***,
аспирант;**Хорт Д.О.**,
канд. с-х. наук;**Филиппов Р.А.**,
канд. с-х. наук;**Ценч Ю.С.**,
канд. пед. наук

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, *alexeykutyrrev@gmail.com

В настоящее время существует большое количество методов, препаратов, технологий и технических средств для целенаправленного воздействия на семена сельскохозяйственных культур и среду их развития с целью получения стабильного урожая. Наряду с традиционными методами для повышения продуктивности существуют альтернативные, например низкочастотные импульсные электромагнитные поля. В статье приведена классификация методов подготовки семян земляники садовой к посеву и представлены результаты проведения лабораторного эксперимента по облучению семян сорта Зенга Зенгана. Экспериментально установлено влияние импульсного низкочастотного магнитного поля на всхожесть семян и рост сеянцев земляники садовой при различных режимах обработки и функционирования разработанного нами аппарата магнитно-импульсной обработки растений. Проведена статистическая обработка экспериментальных данных, определены доверительные интервалы для математических ожиданий по каждому эксперименту. Показали, что энергия прорастания семян, обработанных импульсным магнитным полем, изменялась от 29 до 47 процентов, всхожесть – от 34 до 48 процентов. Максимальное приращение всхожести облученных семян по сравнению с контрольным образцом составило 14 процентов. Наилучшая всхожесть соответствует частоте облучения 16 Гц и времени экспозиции 360 с при индукции в зоне обработки 5 мТл. Определили, что дальнейшее увеличение времени экспозиции и частоты облучения снизило энергию прорастания на 5 процентов. Выявили положительное влияние импульсных электромагнитных полей на линейные размеры ростков. Отметим, что средняя длина корня в опытном варианте (16 Гц, 360 с) по сравнению с контрольным была больше на 24 процента; высота ростков увеличилась на 28,2 процента, их масса – на 33,3 процента. Показали возможность и эффективность использования импульсного электромагнитного поля низкой частоты для повышения посевных качеств семян земляники садовой.

Ключевые слова: магнитно-импульсная обработка, предпосевное облучение семян, электромагнитное поле, садоводство.

■ **Для цитирования:** Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Ценч Ю.С. Магнитно-импульсная обработка семян земляники садовой // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №5. С. 9-15

MAGNETIC-PULSE TREATMENT OF GARDEN STRAWBERRY SEEDS**Kutyrev A.I.***;**Khort D.O.**,
Ph.D.(Agr.);**Filippov R.A.**,
Ph.D.(Agr.);**Tsench Yu.S.**,
Ph.D.(Ped.)

Federal Scientific Agricultural Engineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, *alexeykutyrrev@gmail.com

Currently, there are many techniques, products, technologies, technical means, etc. for targeted impact on seed crops and the environment their development, with the aim of obtaining stable yields. Along with traditional methods to improve productivity there are alternative, such as low-frequency pulsed electromagnetic fields. The authors give classification of methods of strawberry seeds preparation for sowing and present the results of a laboratory experiment on the irradiation of Zenga Zengana variety seeds. The effect of pulsed low frequency magnetic field on seed germination and growth of strawberry seedlings at different conditions of treatment (frequency, duty cycle and exposure and exposure time) was established experimentally. The data obtained in the experiment are statistically processed. Confidence intervals for mathematical expectations for each experiment were determined. Germination energy of the seeds treated by a pulsed magnetic field was changed from 29 to 47 percent, germination was from 34 to 48 percent. The maximum of the increment of germination of irradiated seeds compared to control sample was 14 percent. The best germination corresponds to the 16 Hz frequency of exposure and 360 seconds exposure time when 5 mT induction. A further increase time and frequency of exposure reduced germination energy by 5 percent. The pulsed electromagnetic fields affect positively the linear dimensions

of sprouts. The average root length in the experimental variant (16 Hz, 360 seconds) compared to the control was greater by 24 percent; sprouts height increased by 28.2 percent and weight by 33.3 percent. The pulsed low frequency electromagnetic fields could be put to good use to improve sowing qualities of the garden strawberry seeds.

Keywords: Magnetic-pulse treatment; Seed pre-sowing irradiation; Electromagnetic field; Horticulture.

■ **For citation:** Kuttyrev A.I., Khort D.O., Filippov R.A., Tsench Yu.S. Magnetic-pulse treatment of garden strawberry seeds. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017; 5: 9-15. DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-5-9-15. (In Russian).

В настоящее время известны различные методы физического воздействия на семена сельскохозяйственных культур: ультрафиолетовое, лазерное, рентгеновское излучение, ультразвуковые волны, электромагнитные поля различного диапазона (оптическое, инфракрасное, радиочастотное, низкочастотное, СВЧ и др.). На рисунке 1 приведена классификация методов предпосадочной обработки семян сельскохозяйственных культур. Условно эти методы можно разделить на биологические, химические и физические.

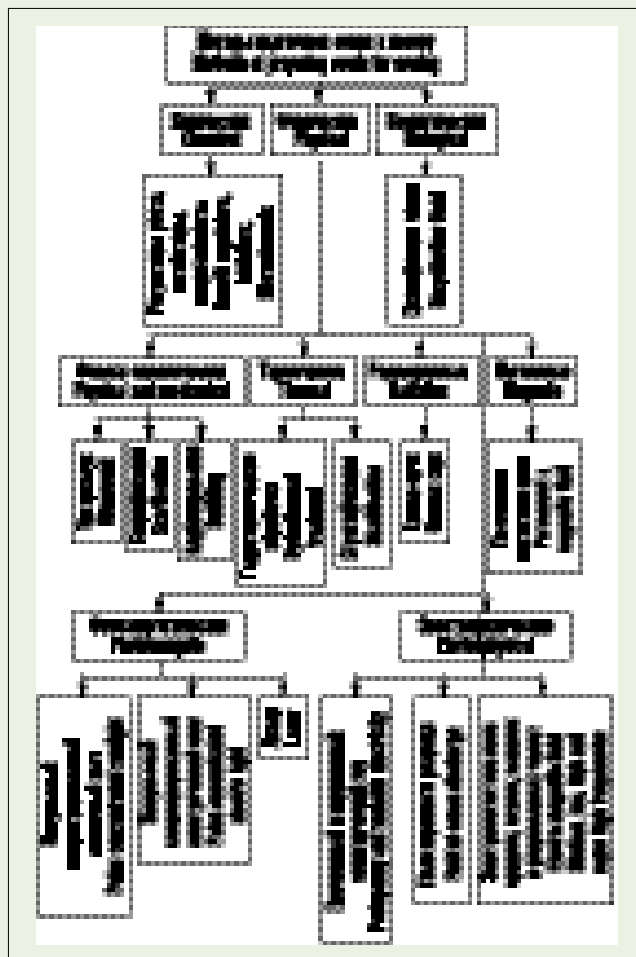


Рис. 1. Методы предпосадочной обработки семян сельскохозяйственных культур

Fig. 1. Methods of seeds preparing for sowing

Электромагнитное поле – один из важных экологических факторов, влияющих на биологическую

активность растений. Оно оказывает воздействие на физиологические, биохимические и биофизические характеристики растений [1, 2]. Анализ литературных источников показывает, что безопасным и высокоэффективным методом повышения физиологического потенциала семян считается их облучение электромагнитным полем низкой частоты (ЭМП НЧ). Этот метод позволяет существенно повысить энергию прорастания, всхожесть семян, усилить рост всходов и сеянцев и их приживаемость при посадке [3-6].

Положительный эффект от обработки семян ЭМП в большей степени изучен и используется при подготовке семян сельскохозяйственных культур.

Вместе с тем влияние импульсного ЭМП НЧ на посевные качества семян садовых растений до настоящего времени мало изучено и является актуальной задачей, имеющей научное и практическое значение.

Развитие магнитно-импульсных обработок сдерживается отсутствием специализированных технических средств и технологических приемов, способных реализовывать обработку растений ЭМП НЧ в полевых условиях. Для создания агрегатов и приборов необходимо выявить наиболее эффективные параметры облучения и уточнить характеристики рабочих органов посредством функций отзывчивости растений и организмов на воздействие импульсного низкочастотного магнитного излучения [7-12].

Цель исследований – экспериментально установить влияние импульсного низкочастотного магнитного поля на всхожесть семян и рост сеянцев земляники садовой при различных режимах работы блока управления (частоте, скважности облучения и времени экспозиции).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В качестве объекта исследований были использованы семена земляники садовой сорта Зенга Зенгана. Для проведения эксперимента в ФНАЦ ВИМ в качестве излучателя низкочастотного импульсного магнитного поля разработан аппарат для магнитно-импульсной обработки (МИО) растений (рис. 2).

Влажность определяли согласно ГОСТ 12041-82; массу 1000 семян – ГОСТ 10842-89, всхожесть и энергию прорастания – ГОСТ 12038-84.

Для проведения анализов использовано следу-

ющее исследовательское оборудование: миллителиметр портативный универсальный (ТПУ), осциллограф цифровой АКИП 4122/1, счетчик семян *Contador* с прибором для расфасовки *Contafill*, сушильный шкаф электрический СЭШ-3М, сушожаровый шкаф *Memmert UFB 400*, термостат *LP-113* (*Labor Muszeripari Muvek Esztergom*, Венгрия) влагомер *Kett FD 230*, весы аналитические *Sartorius LA230S*.

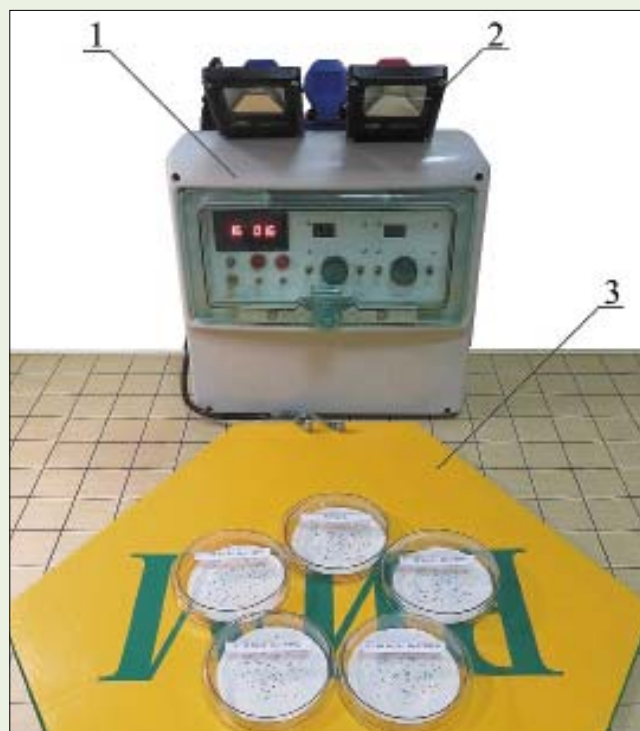


Рис. 2. Аппарат магнитно-импульсной обработки растений: 1 – блок управления; 2 – световые излучатели; 3 – магнитный индуктор

Fig. 2. Apparatus for magnetic-pulse treatment of plants: 1 – control unit; 2 – light emitters; 3 – magnetic inductor

Аппарат предназначен для стимуляции жизненных и ростовых процессов садовых растений, овощных культур импульсами магнитной индукции в низкочастотном диапазоне с периодической последовательностью при одновременном дополнительном синхронном облучении импульсами света определенных длин волн оптического диапазона. Работа аппарата основана на преобразовании электрической энергии конденсаторного блока в воздействующие факторы – импульсы магнитной индукции и светового излучения [13-15].

В эксперименте задействованы 12 партий по 100 семян в каждой и одна партия 100 семян принята в качестве контрольной (не облучалась). До облучения влажность семян составляла 7,09%, масса 1000 семян – 0,28 г.

Эксперимент проводили при постоянной температуре 20°C.

Наибольшей эффективностью, согласно различным источникам, обладают импульсные магнитные поля с напряженностью, близкой к геомагнитному полю земли. Индукция импульсного магнитного поля в зоне обработки составляла 5 мТл (рис. 3).

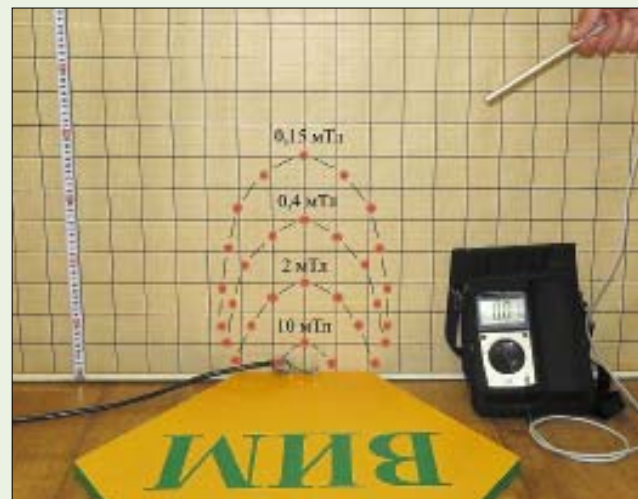


Рис. 3. Распределение значений магнитной индукции аппарата МИО растений

Fig. 3. Distribution of magnetic induction values of the apparatus for pulse-magnetic treatment of plants

В качестве ложа использовали фильтровальную бумагу. Энергию прорастания определяли на 14 сутки, всхожесть семян – на 16 сутки. При определении всхожести, кроме загнивших семян, учитывали неперосшие семена.

Параметры облучения представлены в таблице 1.

Table 1		Таблица 1	
ПАРАМЕТРЫ ОБЛУЧЕНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ СЕМЯН IRRADIATION PARAMETERS OF SEED SAMPLES			
Образцы Samples	Частота следования импульсов, Гц Pulse repetition frequency, Hz	Скваж- ность Duty cycle	Время экс- позиции, с Exposure time, s
1 контроль (Control)	0	0	0
2	2	2	180
3	2	2	360
4	2	2	540
5	8	8	180
6	8	8	360
7	8	8	540
8	16	16	180
9	16	16	360
10	16	16	540
11	32	32	180
12	32	32	360
13	32	32	540

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. На 14-й день учета энергия прорастания обработанных низкочастотным импульсным магнитным полем семян земляники садовой превышала контрольные показатели.

Результаты эксперимента представлены в *таблице 2*. Данные были статистически обработаны для построения графиков.

Для рассчитанных математических ожиданий по каждому эксперименту (номеру образца) определены доверительные интервалы, поскольку выборка данных имела небольшую величину – по 3 опыта в каждом эксперименте.

Доверительный интервал рассчитывают по формуле:

$$\delta_{\text{мин-макс}} = \mu \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \Phi^{-1}; \quad (1)$$

где $\delta_{\text{мин-макс}}$ – нижняя и верхняя граница доверительного интервала; μ – выборочное среднее арифметическое; σ – среднее квадратическое отклонение по выборке (несмещенное); n – размер выборки; Φ^{-1} – обратное значение функции стандартного нормального распределения [16].

Результаты расчетов представлены в *таблице 3*.

Значения математического ожидания энергии прорастания и всхожести в рамках каждой партии находятся в пределах доверительных интервалов, что говорит о достоверности полученных значений. Результаты исследований отражены на графиках (*рис. 4-7*).

Результаты проведенных исследований показали, что энергия прорастания семян, облученных импульсным магнитным полем, изменялась от 29 до 47%, всхожесть – от 34 до 48%. Максимальная величина приращения всхожести облученных семян по сравнению с контрольным образцом составила 14%.

На энергию прорастания семян влияют как частота и скважность облучения, так и время экспозиции. Наилучшая их всхожесть соответствует частоте облучения 16 Гц и времени экспозиции 360 с. Дальнейшее увеличение времени экспозиции и частоты облучения снизило энергию прорастания на 5%.

Замеры ростков показали, что обработка семян электромагнитным полем положительно отразилась не только на их прорастании, но и на росте растений. На основании результатов данного опыта можно сделать вывод о положительном влиянии низкочастотного импульсного электромагнитного поля на качественные характеристики и линейные параметры семян земляники садовой. Внешний вид проростков земляники садовой на 25 день проращивания представлен на *рисунке 8*.

В результате магнитно-импульсной обработки проростков земляники садовой существенно возросли линейные параметры. Их значения на 25-й день после обработки семян импульсным магнит-

Результаты эксперимента EXPERIMENT RESULTS					Таблица 2	
Образцы Samples	Исходное количество семян в образце, шт. Initial number of seeds in sample, pcs	Энергия прорастания, % Germination energy, %	Количество загнивших семян, % Number of decayed seeds, %	Количество нормально пророс- ших семян, шт. Number of normally germinated seeds, pcs	Всхожесть, Germination	
					%	± к контролю, ± to control
1 контроль (Control)	100	29	7	27	34	0
2	100	35	6	33	39	+5
3	100	38	4	38	41	+7
4	100	36	5	34	38	+4
5	100	39	5	37	41	+7
6	100	41	3	40	43	+9
7	100	39	5	39	42	+8
8	100	44	4	42	45	+11
9	100	47	5	44	48	+14
10	100	45	5	41	47	+13
11	100	41	7	39	44	+10
12	100	41	6	42	45	+11
13	100	40	7	38	43	+9

ным полем представлены в *таблице 4*.

Положительное влияние обработки импульсным магнитным полем проявилось на линейных размерах сеянцев следующим образом: средняя длина корня в опытном варианте при 16 Гц и 360 с по сравнению с контролем была больше на 24%; высота ростков возросла на 28,2%; их масса – на 33,3%.

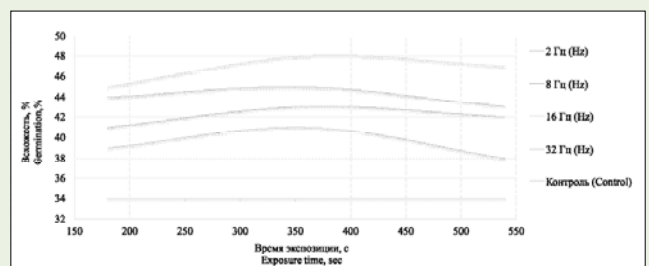


Рис. 4. Энергия прорастания в зависимости от времени экспозиции, частоты и скважности облучения

Fig. 4. Germination energy depending on exposure time, frequency, and duty cycle of irradiation

Выводы. В результате эксперимента можно сделать вывод о положительном влиянии обработки семян земляники садовой импульсным электромагнитным полем низкой частоты аппаратом МИО.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА STATISTICAL PROCESSING OF EXPERIMENTAL RESULTS						
Образцы Samples	Математическое ожидание значений, % Mathematical expectation values, %		Среднеквадратическое отклонение значений, % Standard error of values, %		Доверительный интервал значений математического ожидания, (мин.-макс.), % Confidence range of mathematical expectation values (min.-max.), %	
	энергии прорастания germination energy	всхожести germination capacity	энергии прорастания germination energy	всхожести germination capacity	энергии прорастания germination energy	всхожести germination capacity
1 контроль (Control)	100	29	0	0	-	-
2-4	36,33	39,33	1,53	1,53	35,20-37,46	40,46-38,20
5-7	39,67	42,00	1,15	1,00	38,81-40,52	42,85-41,26
8-10	45,33	46,67	1,53	1,53	44,20-46,46	47,80-45,54
11-13	40,67	44,00	0,58	1,00	40,24-41,09	44,43-43,26

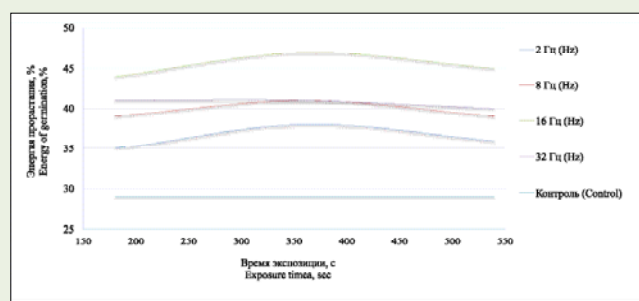


Рис. 5. Всхожесть в зависимости от времени экспозиции, частоты и скважности облучения

Fig. 5. Germination capacity depending on exposure time, frequency, and duty cycle of irradiation

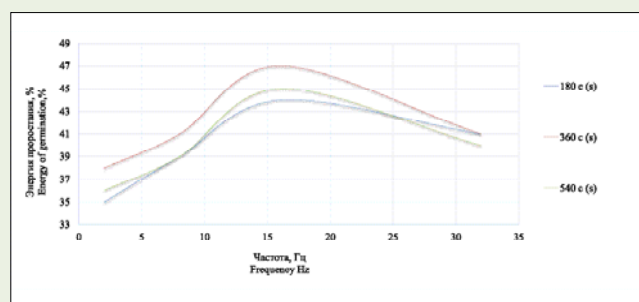


Рис. 6. Влияние частоты облучения на энергию прорастания

Fig. 6. Influence of irradiation frequency on germination energy

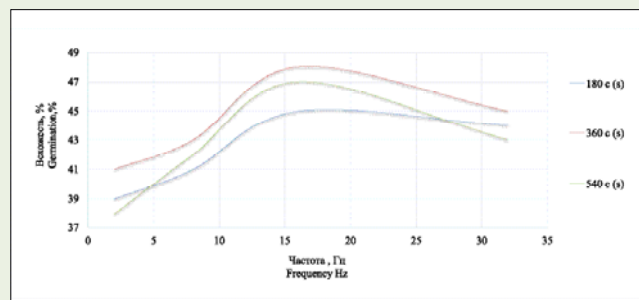


Рис. 7. Влияние частоты облучения на всхожесть

Fig. 7. Influence of irradiation frequency on germination

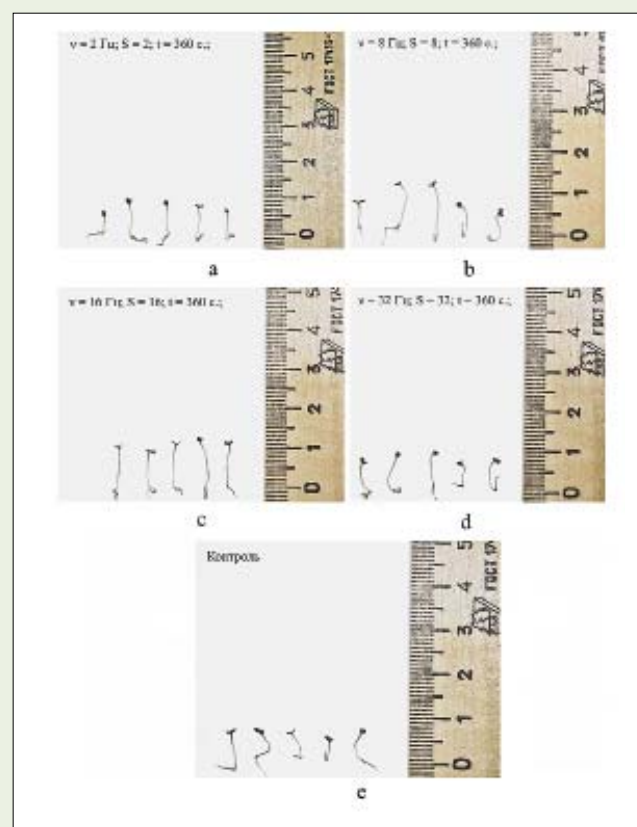


Рис. 8. Внешний вид проростков земляники садовой на 25-й день проращивания при времени экспозиции 360 с и частоте облучения: а – 2 Гц; б – 8 Гц; в – 16 Гц; д – 32 Гц; е – контрольный образец

Fig. 8. Appearance of garden strawberry sprouts on the 25th day of sprouting when exposure time 360 s and irradiation frequency of: а – 2 Hz; б – 8 Hz; в – 16 Hz; д – 32 Hz; е – control

Наиболее высокое значение энергии прорастания и всхожести соответствует частоте облучения 16 Гц, скважности 16 и времени экспозиции 360 с при индукции в зоне облучения 5 мТл. Количество всхо-

Table 4
Таблица 4
**ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ НА 25-й ДЕНЬ
SPROUTS PARAMETERS ON THE 25TH DAY**

Образцы Samples	Средняя высота ростков Fverage height of sprouts		Средняя длина корня Average root length		Средняя масса, Average weight		Количество ростков, шт. Number of shoots, pcs
	мм , mm	± к контролю, % ± to control, %	мм , mm	± к контролю, % ± to control, %	г, g	± к контролю, % ± to control, %	
1 контроль (Control)	10,8	0	4,6	0	0,0024	0	27
2-4 (2 Гц/Hz)	11,6	7,41	5,1	10,87	0,0027	12,50	105
5-7 (8 Гц/Hz)	12,2	12,96	5,4	17,39	0,0029	20,83	116
8-10 (16 Гц/Hz)	13,4	24,07	5,9	28,26	0,0032	33,33	127
11-13 (32 Гц/Hz)	12,4	14,81	5,2	13,04	0,0028	16,67	119

дов земляники садовой сорта Зенга Зенгана, проросших из обработанных семян, значительно превысило контрольные показатели. Максимальная величина приращения всхожести облученных семян по сравнению с контрольным образцом составила 14%, что подтверждает положительный эффект. В результате обработки существенно увеличиваются линейные параметры проростков. Замеры проростков на 25-й день показали, что в результате усиления ростовых процессов, вызванных обработкой семян импульсным электромагнитным полем, линейные параметры превысили контрольные показатели на 28%. Выполненные исследования подтвердили возможность использования им-

пульсного электромагнитного поля низкой частоты для повышения посевных качеств семян земляники садовой и показали эффективность применения технологии предпосевной обработки семян электромагнитным полем.

Для создания аппаратуры магнитно-импульсной обработки растений, установления оптимальных режимов работы на различных плодовых и ягодных культурах и успешного внедрения данной технологии в промышленное садоводство необходимо продолжить научные исследования и накопить экспериментальные данные по влиянию низкочастотных импульсных магнитных полей на растительные объекты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авдеева В.Н. Применение электрофизических факторов в процессе предпосевной обработки семян пшеницы // Инновации аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения: Сборник трудов международной научно-практической конференции. Ставрополь: СтГАУ, 2008. С. 101-104.
2. Любимов В.В. Биотропность естественных и искусственно созданных электромагнитных полей. М.: ИЗМИРАН, 1997. 85 с.
3. Барышев М.Г., Джмак С.С. Исследование влияния низкочастотного электромагнитного поля на биологические объекты. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2012. С. 1-15.
4. Azita Shabrangi, Ahmad Majd, Masoud Sheidai. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on growth, cytogenetic, protein content and antioxidant system of Zea mays L. African Journal of Biotechnology. 2011; 10(46): 9362-9369.
5. Tkalec M., Malarić K., Pevalek-Kozlina B.. Influence of 400, 900 and 1900 MHz electromagnetic fields on Lemna minor growth and peroxidase activity. Bioelectromagnetics journal. 2005; 26(3): 185-193.
6. Galland P., Pazur A. Magnetoreception in plants. International Journal of Plant Research. 2005; 118(6): 371-389.
7. Carbonell M.V., Martinez E., Florez M. Biological effects of stationary magnetic field in thistle (Cynara cardunculus, L.). Zemes ukio inzinerija. 1998; Vol. 30; 2: 71-80.
8. Лобачевский Я.П., Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Инновационная техника для машинных технологий в садоводстве // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: Материалы VIII Международной научно-практической конференции «ИнформАгро-2016» (Москва, 25-27 мая 2016 г.) М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. С. 199-203.
9. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Смирнов И.Г., Хорт Д.О. Актуальные проблемы создания новых машин для промышленного садоводства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. N3. С. 20-23.
10. Лобачевский Я.П., Смирнов И.Г., Хорт Д.О. Беспилотные технические средства для интеллектуальных технологий в садоводстве // Научно-практические осно-



вы ускорения импортозамещения продукции садоводства: Сборник. Мичуринск: МГАУ, 2017. С. 257-262.

11. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Моделирование и анализ конструкции технологического адаптера для магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. N3. С. 29-34.

12. Измайлов А.Ю., Хорт Д.О., Смирнов И.Г., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Обоснование параметров робототехнического средства с опрыскивателем и модулем магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. N1. С. 3-10.

13. Патент N 167530 РФ. Робот для магнитно-импульсной обработки растений / Измайлов А.Ю., Кутырёв А.И., Смирнов И.Г., Филиппов Р.А., Хорт Д.О. 2017.

14. Кутырёв А.И. Технологический адаптер для робототехнического средства в садоводстве // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. XXXXVI. С. 180-185.

15. Кутырёв А.И. Особенности разработки робототехнического средства для садоводства // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. XXXXVI. С. 175-179.

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) М.: Агропромиздат, 1985. С. 351.

REFERENCES

1. Avdeeva V.N. Application of electrophysical factors when preseedling wheat seeds treatment. *Innovatsii agrarnoy nauki i proizvodstva: sostoyanie, problemy i puti resheniya: Sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Stavropol': StGAU, 2008: 101-104. (In Russian)*

2. Lyubimov V.V. Biotropnost' estestvennykh i iskusstvenno sozdannykh elektromagnitnykh poley [Biotropism of natural and artificially created electromagnetic fields]. Moscow: IZMIRAN, 1997: 85. (In Russian)

3. Baryshev M.G., Dzhimak S.S. Issledovanie vliyaniya nizkochastotnogo elektromagnitnogo polya na biologicheskie ob"ekty [Research of influence of low-frequency electromagnetic field on biological objects]. Krasnodar: Kubanskiy gos. un-t. 2012: 1-15. (In Russian)

4. Azita Shabrangi, Ahmad Majd, Masoud Sheidai. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on growth, cytogenetic, protein content and antioxidant system of Zea mays L. *African Journal of Biotechnology*. 2011; 10(46): 9362-9369. (In English)

5. Tkalec M., Malarić K., Pevalak-Kozlina B. Influence of 400, 900 and 1900 MHz electromagnetic fields on Lemna minor growth and peroxidase activity. *Bioelectromagnetics journal*. 2005; 26(3): 185-193. (In English)

6. Galland P., Pazur A. Magnetoreception in plants. *International Journal of Plant Research*. 2005; 118(6): 371-389. (In English)

7. Carbonell M.V., Martinez E., Florez M. Biological effects of stationary magnetic field in thistle (*Cynara cardunculus*, L.). *Zemes ukio inzhinerija*. 1998; Vol. 30; 2: 71-80. (In English)

8. Lobachevskiy Ya.P., Smirnov I.G., Khort D.O., Filippov R.A., Kutyrev A.I. Innovative equipment for machine technologies in horticulture. *Nauchno-informatsionnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK: Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*

«InformAgro-2016» (Moscow, May 25-27, 2016) Moscow: RGAU-MSKHA imeni K.A. Timiryazeva, 2016: 199-203. (In Russian)

9. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Smirnov I.G. Aktual'nye problemy sozdaniya novykh mashin dlya promyshlennogo sadovodstva [Actual problems of creation of new machines for industrial gardening]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2013; 3: 20-23. (In Russian)

10. Lobachevskiy Ya.P., Smirnov I.G., Khort D.O. Unmanned technical means for intellectual technologies in horticulture. *Nauchno-prakticheskie osnovy uskoreniya importozameshcheniya produktii sadovodstva: Sbornik. Michurinsk: MGAU, 2017: 257-262. (In Russian)*

11. Khort D.O., Filippov R.A., Kutyrev A.I. Model-based analysis of construction design of technological adapter for magnetic-pulse processing of plants in horticulture. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017; 3: 29-34. (In Russian)

12. Izmaylov A.Yu., Khort D.O., Smirnov I.G., Filippov R.A., Kutyrev A.I. Justification of parameters of robotic means with sprayer and module magnetic-pulse processing of plants in horticulture. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017; 1: 3-10. (In Russian)

13. Patent No 167530 RF. Robot for magnetic-pulse treatment of plants. Izmaylov A.Yu., Kutyrev A.I., Smirnov I.G., Filippov R.A., Khort D.O. 2017. (In Russian)

14. Kutyrev A.I. Technology adapter for robotic agent in horticulture. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2016; XXXXVI: 180-185. (In Russian)

15. Kutyrev A.I. Features of the development of robotic tools for gardening. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2016; XXXXVI: 175-179. (In Russian)

16. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta [Technique of a field experiment]. Moscow: Agropromizdat, 1985: 351. (In Russian)

Критерии авторства. Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution. The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.