

Слабые импульсные электромагнитные поля повышают урожайность и иммунитет картофеля

Weak pulsed electromagnetic fields enhance potato yield and immunity

Бондарчук Е.В., Овчинников О.В., Турканов И.Ф.,
Партала А.В., Шульгина Е.А., Селиверстов А.Ф.,
Казберова А.Ю., Зайнуллин В. Г., Юдин А.А.

Bondarchuk E.V., Ovchinnikov O.V., Turkanov I.F.,
Partala A.V., Shulgina E.A., Seliverstov A.F., Kazberova A.Y.,
Zainullin V.G., Yudin A.A.

Аннотация

Цель исследований: оценка эффективности технологии дистанционной электромагнитной обработки сортов картофеля слабым неионизирующим нетепловым импульсным электромагнитным излучением (ЭМИ). Клубни картофеля отечественных сортов (местной селекции) Печорский и Зырянец перед посадкой подвергали электромагнитному воздействию аппаратом «ТОР-био», в режиме 15/5 (15 минут воздействия, 5 минут перерыв в течение 1 часа перед посадкой) с индивидуальным спектром воздействия. Эффективность воздействия ЭМИ на растения картофеля оценивали на опытных участках Федерального исследовательского центра Коми НЦ УрО РАН. Их площадь составляла 800 м². Посадку картофеля (0,7 × 0,3 м) и сопутствующие полевые наблюдения проводили по стандартным методикам. Почва опытного участка дерново-подзолистая. Агрохимические анализы почвы и химического состава клубней проводили в аттестованных аналитических лабораториях. По результатам исследований 2021–2022 годов, предпосевная обработка клубней ЭМИ способствовала существенному увеличению общей урожайности в сравнении с контрольными (необработанными) вариантами. в условиях Республики Коми более чувствительными к ЭМИ оказались сорта местной селекции. Доказано кратное снижение потерь картофеля, заложенного на длительное хранение, при автоматизированной ежедневной кратковременной дистанционной обработке по технологии «ТОР» помещений хранилища за счет снижения патогенной нагрузки. Доля клубней, пораженных паршой, при зимнем хранении (ноябрь 2021 года по март 2022 года) у обработанного картофеля составила 5% против 14% в контрольной (необработанной) группе. В 2022 году через три недели после уборки картофеля убыль у обработанного картофеля не превышала 2% (1,9%), у контрольного варианта она составляла 9%, у картофеля, выращенного на участке, подготовленном для выращивания сельхозкультур, убыль составляла 5,5%. Убыль массы, обусловленная сухой гилью, за период хранения с ноября 2022 года по апрель 2023 года для обработанного картофеля составляла 0,6%, необработанного – 0,95%. Доля клубней, зараженных паршой, у обработанного картофеля составляла 6%, у необработанного – 13%.

Ключевые слова: пасленовые культуры; картофель, слабые электромагнитные поля, слабое электромагнитное излучение, урожайность, хранение.

Для цитирования: Слабые импульсные электромагнитные поля повышают урожайность и иммунитет картофеля / Е.В. Бондарчук, О.В. Овчинников, И.Ф. Турканов, А.В. Партала, Е.А. Шульгина, А.Ф. Селиверстов, А.Ю. Казберова, В.Г. Зайнуллин, А.А. Юдин // Картофель и овощи. 2023. №4. С. 35–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.91.50.004>

К настоящему времени имеется довольно большое число исследований о влиянии электромагнитного излучения (ЭМИ) миллиметрового диапазона низкой (нетепловой) интенсивности (КВЧ-излучения)

на растительные организмы. Влияние ЭМИ на биологические объекты, как правило, имеет резонансный характер, т.е. величина эффекта зависит от частоты, времени экспозиции и мощности [1].

КВЧ-излучение относится к сверхслабым воздействиям, но, тем не менее, обладает большим потенциалом: хотя при облучении количество поглощаемой объектом энергии ничтожно мало, эффект воздействия на живые

Abstract

The purpose of the research was to evaluate the effectiveness of the technology of remote electromagnetic processing of potato varieties by weak non-ionizing pulsed alternating electromagnetic fields (EMF). Potato tubers (varieties of domestic local selection Pechorsky and Zyryanets) before planting were subjected to electromagnetic exposure using the TOR-bio apparatus, in the 15/5 mode (15 minutes of exposure, 5 minutes break for 1 hour before planting) with an individual spectrum of exposure. Evaluation of the effectiveness of EMF on the yield of potatoes was carried out at the sites of the Institute of Agrobiotechnology of the Federal Research Center of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. The area of the experimental plots was 800 m². Potato planting (0.7 × 0.3 m), as well as field observations of potato plants, were carried out according to the standard generally accepted methodology. The soil of the experimental plot is soddy-podzolic. Soil analyzes were carried in certified analytical laboratories. Pre-planting treatment of tubers with EMF (results of 2021 and 2022 studies) led to a significant increase in overall crop compared to control options. Under the conditions of the Komi Republic, varieties of local selection turned out to be more EMF-sensitive. A multiple reduction in losses of potatoes laid down for long-term storage has been proven with automated daily short-term remote processing using the TOR technology of storage facilities by reducing the pathogenic load. The proportion of tubers affected by scab during winter storage (November 2021 to March 2022) in processed potatoes was 5% versus 14% in the control (untreated) group. In 2022, three weeks after potato harvesting, the decrease in processed potatoes did not exceed 2% (1.9%), in the control variant it was 9%, in potatoes grown on a plot prepared for growing crops, the decrease was 5.5%. The loss of weight due to the dry sleeve for the storage period from November 2022 to April 2023 for processed potatoes was 0.6%, unprocessed – 0.95%. The proportion of tubers infected with scab in processed potatoes was 6%, in unprocessed potatoes – 13%.

Key words: solanaceous crops; potatoes, weak electromagnetic fields; weak electromagnetic radiation; yield, storage.

For citing: Weak pulsed electromagnetic fields enhance potato yield and immunity. E.V. Bondarchuk, O.V. Ovchinnikov, I.F. Turkanov, A.V. Partala, E.A. Shulgina, A.F. Seliverstov, A.Y. Kazberova, V.G. Zainullin, A.A. Yudin. Potato and vegetables. 2023. No4. Pp. 35–40. <https://doi.org/10.25630/PAV.2023.91.50.004> (In Russ.).

объекты оказываются весьма впечатляющим [2, 3].

На *Arabidopsis thaliana*, которое подвергали воздействию переменного электромагнитного поля в течение 48 часов, были выявлены четкие различия в параметрах фотосинтеза между обработанными и контрольными растениями. Анализ транскриптома выявил изменения в количестве транскриптов при воздействии ЭМИ. Более глубокими были изменения в размерах пула метаболитов с изменениями в фотосинтетическом и энергетическом метаболизме [4].

Установлено, что эффекты от воздействия ЭМИ КВЧ диапазона на растения зависят от параметров ЭМИ, экспозиции и могут быть как стимулирующими, так и угнетающими [5]. Выявлено положительное, синхронизирующее действие электромагнитного излучения КВЧ на культуру дрожжей *Saccharomyces carlsbergensis*, стимулирующее влияние флуктуирующего ЭМИ низкой интенсивности на прорастание семян пшеницы, кукурузы и амаранта [5, 6]. В некоторых исследованиях было показано, что применение ЭМИ перед прорастанием семян способствует последующему росту растений [7–9], в то время как другие подходы показывают ингибирование роста [10, 11]. Есть сведения о том, что метаболические изменения в ответ на ЭМИ происходят в семенах во время прорастания [12]. Растения реагируют на различные ЭМИ изменением экспрессии своих генов и даже изменением своего фенотипа [13]. В наших исследованиях мы оценили эффективность технологии дистанционной электромагнитной обработки сортов картофеля слабыми неионизирующими импульсными ЭМИ.

Цель исследований – оценка эффективности технологии дистанционной электромагнитной обработки сортов картофеля слабым неионизирующим нетепловым импульсным электромагнитным излучением для увеличения урожайности и снижения потерь при зимнем хранении картофеля.

Условия, материалы и методы исследований

Использовали местные сорта картофеля (сорта Зырянец и сортообразец № 1657, далее Печорский – проходит государственное сортоиспытание). В эксперименте сорт Печорский обозначен, как 1, сорт Зырянец – 4.

Эффективность ЭМИ оценивали на участках Института агробиотехнологий Федерального исследовательского центра Коми НЦ УрО

РАН. Площадь опытных участков составляла 800 м². Посадка картофеля (0,7 × 0,3 м) в 4 повторностях, полевые наблюдения – по стандартной схеме [14]. Почва экспериментальных участков – дерново-подзолистая. Агрохимические анализы почвы проводили в аттестованных аналитических лабораториях. В 2021 году агрохимические показатели почвы по данным САС «Сыктывкарская» на экспериментальном участке (две точки отбора проб) составляли: органическое вещество 4,7–6,2%; рН_{KCl} – 5,6–5,75; гидролитическая кислотность – 2,5–2,9 ммоль/100 г; подвижный фосфор – 1000–1500 мг/кг почвы; подвижный калий – 180–210 мг/кг почвы, подвижный бор – 0,25–1,0 (Протокол от 16.07.2021). В 2022 году агрохимические показатели почвы в тех же точках отбора: органическое вещество 3,8–4,4%; рН_{KCl} – 5,6–5,75; гидролитическая кислотность – 2,3–3,7 ммоль/100 г; подвижный фосфор – 940–1300 мг/кг почвы; подвижный калий – 98–111 мг/кг почвы, подвижный бор – 0,33–1,0 (Протокол от 01.11.2022). Различия агрохимического состава почв 2021 и 2022 годов могли сказаться на отличиях в величинах общей урожайности.

Клубни картофеля перед посадкой подвергали электромагнитному воздействию аппаратом «ТОР-био» в режиме 15/5 (15 минут воздействия, 5 минут перерыв в течение 1 часа перед посадкой) с индивидуальным спектром воздействия (ноухау ОАО «Концерн «ГРАНИТ») [15, 16]. Необработанные сорта были высажены вне зоны действия устройства. Контрольные растения – необработанные (сорта Печорский, Зырянец, Вычегодский) высаживали в качестве защитных полос экспериментального участка. Во время всего вегетационного периода посевы обрабатывали аппаратом «ТОР-био» в режиме 15/60 (15 минут воздействия, 60 минут перерыв). Аппарат «ТОР-био» размещался на расстоянии 15 м от участка, на высоте 4 м. Для эксперимента 2022 года были выбраны семена сортов картофеля урожая 2021 года, как с эксперимента 2021 года, так и с контрольного участка.

Результаты исследований

Большая часть воды в клетках растений (до 98%) сосредоточена в вакуоли. Вакуоль окружена единой мембраной с избирательной проницаемостью, что позволяет вакуолям активно участвовать в контроле развития растений [17]. Данные о строении расти-

тельной клетки указывают на возможность электромагнитного воздействия по аналогии с полученными ранее результатами обработки изотонических растворов [18–20]. Здесь мы предположили, что слабые ЭМИ действуют на клетки растений аналогично изотоническим растворам, (на расстояниях чуть менее километра, **рис. 1**). Если эта гипотеза верна, то не исключена возможность разработки методики, позволяющей обрабатывать с.-х. уголья дистанционно целевыми гектарами.

В настоящем исследовании влияние широкодиапазонного и также низкочастотного электромагнитного излучения на параметр рН изучали в ИФХЭ РАН. В качестве модели изучали облученный раствор Рингера (0.86% NaCl, 0.03% KCl и 0.025% CaCl₂). Источником электромагнитного излучения целевых частот был аппарат «ТОР-био» и плоский конденсатор емкостью 2,9 пФ, описанный ранее в работах [18, 20]. рН раствора фиксировали рН-метром «Экотест-2000-рН-м» с комбинированным рН-электродом. Термостатированный раствор (20 °С) облучали в течение 40 мин. на расстоянии 5 м от источника излучения аппарата «ТОР-био» или внутри конденсатора с расстоянием между пластинами 8 см, аналогично работе [19].

Поскольку рН водной среды значительно влияет на происходящие в организмах процессы [21], в настоящей работе было проведено исследование влияния электромагнитного воздействия аппарата «ТОР-био» на изменение рН раствора Рингера. Полученные данные приведены на примере частоты электромагнитного поля 174 Гц (**рис. 2**) [20]. Из рисунка видно, что электромагнитное воздействие приводит к увеличению рН раствора Рингера.

В 2021 году было выявлено, что обработка ЭМИ привела к значительному увеличению площади листовых пластинок исследуемых образцов по сравнению с контрольными [22]. Увеличение площади листовой пластинки, при всех равных прочих условиях, можно объяснить изменениями в метаболической активности клеток. Действительно, воздействие ЭМИ, постоянное изменение их интенсивности могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на развитие растений. Было показано, что применение ЭМИ перед прорастанием семян способствует росту растений, в других случаях было обнаружено ингибирование роста [8–12]. Есть сведения о том, что изменения в ответ на ЭМИ происходят в семенах во вре-

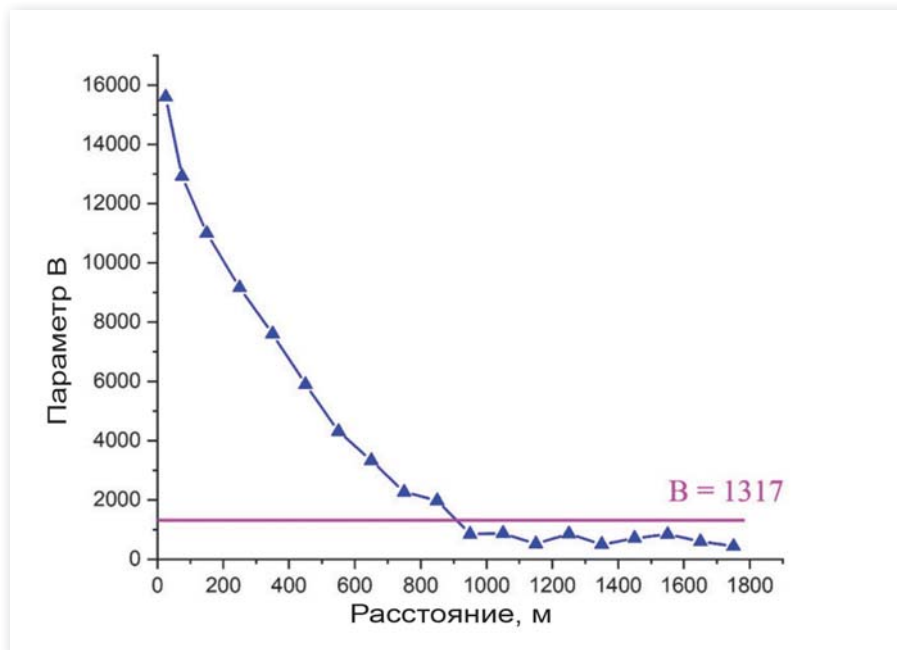


Рис. 1. Зависимость параметра В (среднее отклонение от экспоненциального спада-ния интенсивности тушения люминисценции искусственной мембраны клетки [18–20] облученного изотонического раствора) от расстояния d для раствора Рингера через 70 дней после облучения. Также приведено критическое значение параметра В, ниже которого эффект облучения исчезает [20]

мя прорастания, растения реагируют изменением экспрессии своих генов и даже изменением своего фенотипа [13, 23].

При учете динамики изменения качественных показателей (учет раннего

урожая на четырех кустах) в 2021 году была выявлена тенденция к увеличению числа клубней на куст у обработанных растений ($21,3 \pm 3,6$ против $13,6 \pm 6,8$). В 2022 году анализ числа клубней был проведен при учете

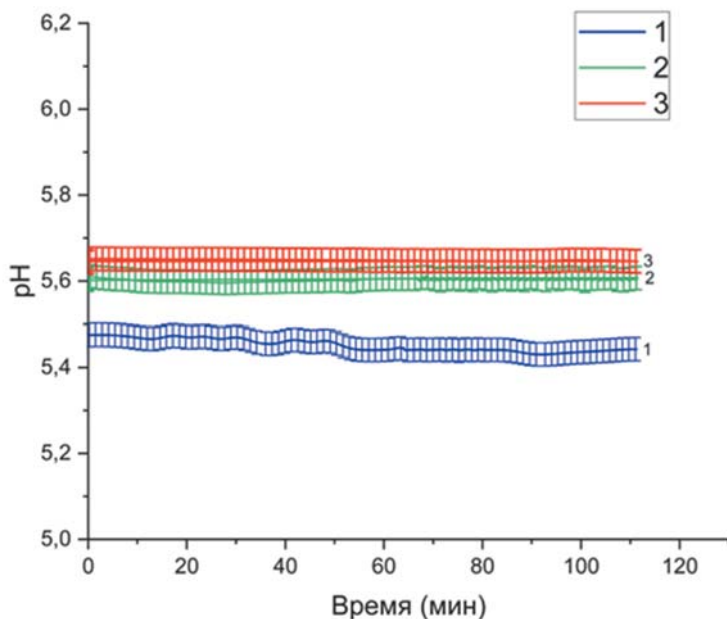


Рис. 2. Зависимость изменения в экранированной пермаллоевой камере [20] параметра pH раствора Рингера от времени при его электромагнитном облучении: необлученный раствор (кривая 1); внутри конденсатора (кривая 2); при облучении аппаратом «ТОР-био» с расстояния 5 метров (кривая 3). Время облучения 40 мин.

общей урожайности, среднее число клубней на куст у обработанных растений было $10,4 \pm 2,7$, а у необработанных (контрольный вариант) $5,7 \pm 1,6$. Для обработанных сортов картофеля было выявлено существенное изменение числа клубней мелких фракций (рис. 3, 4).

Сопоставляя данные общей урожайности сортов, обработанных в 2021 (урожайность 127%) и 2022 (урожайность 156%) годах [22], следует отметить, что величина урожая была всегда выше, чем у сортов, не прошедших предпосевную обработку.

Средняя урожайность испытуемых сортов на контрольном участке (участке возделывания сельхозпродукции) составляла $23,6 \pm 1,4$ т/га, что выше, чем в эксперименте. Уже отмечалось, что эксперимент мы проводили на участке, который ранее не использовали для выращивания с.- х. культур, т.е. на неподготовленном поле для выращивания картофеля. В 2021 и в 2022 годах на данный участок ничего не было внесено.

В 2021 году были получены предварительные результаты, свидетельствующие о существенном снижении убыли картофеля. За две недели после уборки картофеля убыль, по результатам учета выявленных поражений, у обработанного картофеля не превышала 1%, тогда как в контроле она составляла 12–14%. В 2022 году была проведена оценка влияния ЭМИ на поражаемость паршой картофеля в период с ноября 2021 г. по март 2022 г. Процент парши картофеля при зимнем хранении у обработанного картофеля составил 5%. Процент парши картофеля в контрольной (необработанной) группе составил 14%.

В 2022 году через 3 недели после уборки картофеля убыль у обработанного картофеля не превышала 2% (1,9%), у контрольного варианта она составляла 9%, у картофеля, выращенного на участке, подготовленном для выращивания сельхозкультур, убыль составляла 5,5%. Процент убыли, обусловленной сухой гилью, за период хранения с ноября 2022 года по апрель 2023 года для обработанного картофеля составлял 0,6%, необработанного – 0,95%. Доля клубней, зараженных паршой, у обработанного картофеля составляла 6%, у необработанного – 13%.

Таким образом, предпосадочная обработка клубней картофеля ЭМИ привела к значимому увеличению общей урожайности в 2021 году практически на 27%, в 2022 году – более чем на 56%. Различие в величине урожая

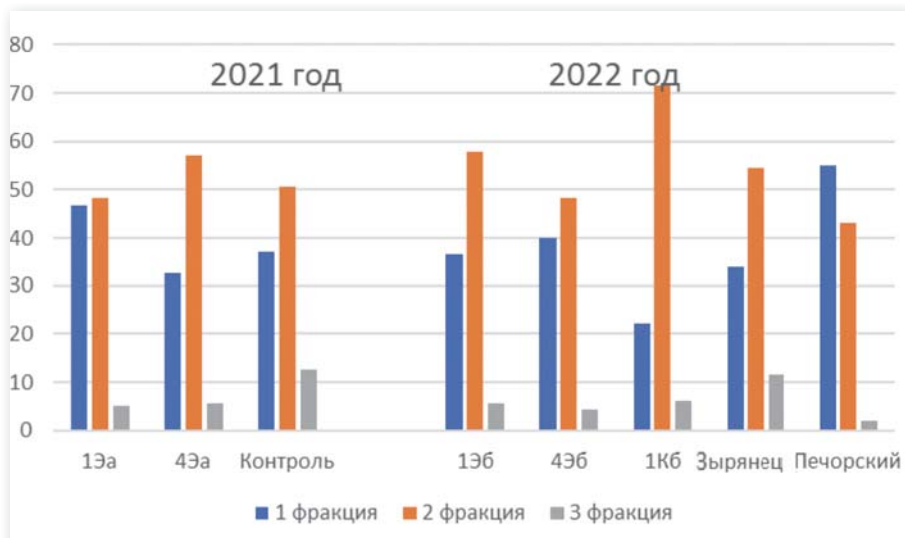


Рис. 3. Урожай картофеля 2021 и 2022 годов (по фракциям %).

Примечание: 1Эа, 4Эа – предпосевная обработка 2021 года Контроль – сорт Печорский с участка возделывания картофеля; 1Эб, 4Эб – прошедшие предпосевную обработку в 2021 и 2022 годах, 1Кб предпосевная обработка 2022 года, Зырянец, Печорский – контроль (не проходили обработку)

может объясняться несколькими причинами. Слабые неионизирующие импульсные электромагнитные поля, генерируемые устройством «ТОР-био», стимулировали иммунитет растений, и в результате облучения растения в опытных группах поразились патогенами меньше, чем в контрольных. Электромагнитные поля могут задавать различные биологические ритмы и изменять ритмы функциональных и динамических процессов в растениях. Показано, что переменное магнитное поле с индукцией 25 мТл в диапазоне частот 1–12 Гц оказывает стимулирующее действие на митотическую активность апикальных меристем кор-

ней и стеблей однодольных и двудольных растений [24]. Выявлено влияние стимулирующего действия коротких электромагнитных волн на рост и развитие рассады томатов, а также на повышение продуктивности и сроки их плодоношения [7, 25]. Помимо прямого воздействия на растения, ЭМИ могут влиять на продуктивность с.-х. растений путем изменения активности почвенных микроорганизмов. Показано, что ЭМИ может оказывать ингибирующее действие на развитие фитопатогенных микроорганизмов. Установлено, что действие микро-волн на почвенный мицелий, бактерии и другие микроорганизмы зави-

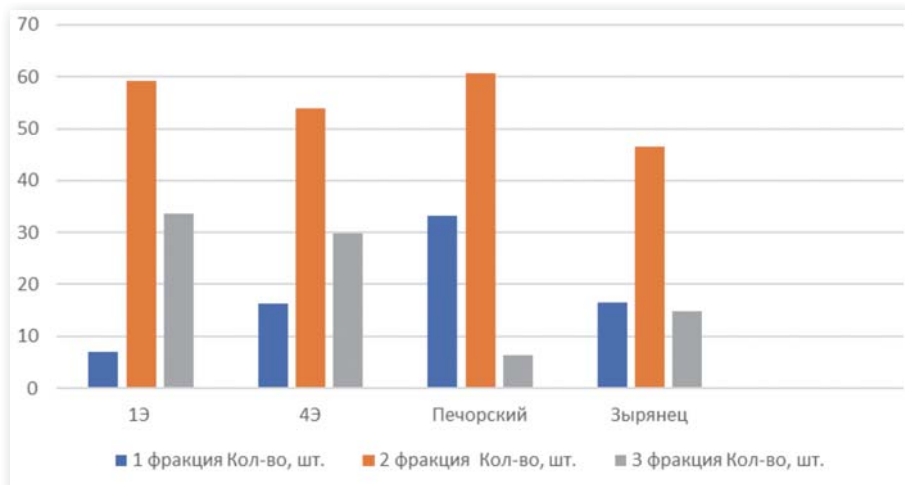


Рис. 4. Фракционный состав картофеля урожая 2022 года (число клубней разных фракций – %). Примечание: 1Э, 4Э сорта картофеля Печорский, Зырянец, прошедшие предпосевную обработку в 2021 и 2022 году, Печорский, Зырянец – контроль (не проходили обработку).

сит от их таксономического положения [3]. Есть все основания полагать, что электромагнитные поля вызывают активность азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов. Возможно, существуют и другие, нетривиальные причины.

Можно полагать, что применение аппарата «ТОР-био» на увеличенных расстояниях до 1 км с более длительными экспозициями также даст однозначно положительные результаты. Хорошие перспективы повышения продуктивности земли может иметь облучение ЭМИ других сельскохозяйственных культур, таких как томаты, капуста, морковь или свекла.

Выводы

По результатам двухлетних исследований, применение дистанционной электромагнитной технологии «ТОР» способствовало увеличению урожайности картофеля и снижению убыли клубней после зимнего хранения картофеля.

Отмечено кратное снижение потерь картофеля, заложенного на длительное хранение, при автоматизированной ежедневной кратковременной дистанционной обработке по технологии «ТОР» помещений хранилища за счет снижения патогенной нагрузки. Доля клубней, пораженных паршой, при зимнем хранении (ноябрь 2021 года по март 2022 года) у обработанного картофеля составила 5% против 14% в контрольной (необработанной) группе. В 2022 году через три недели после уборки картофеля убыль у обработанного картофеля не превышала 2% (1,9%), у контрольного варианта она составляла 9%, у картофеля, выращенного на участке, подготовленном для выращивания с.-х. культур, убыль составляла 5,5%. Убыль массы, обусловленная сухой гилью, за период хранения с ноября 2022 года по апрель 2023 года для обработанного картофеля составляла 0,6%, необработанного – 0,95%. Доля клубней, зараженных паршой, у обработанного картофеля составляла 6%, у необработанного – 13%.

Исследования проводились за счет средств АО «Концерн ГРАНИТ», частично поддержаны Минобрнауки РФ в рамках государственного задания Рег. № НИОКТР 1022033100089-3; Гос. задание FUUU-2023-0001.

Библиографический список

1. Plant responses to high frequency electromagnetic fields / A. Vian, E. Davies, M. Gendraud, P. Bonnet // *Biomed Res Int.* 2016. Published online 2016 Feb 14. Pp. 1830262. DOI: 10.1155/2016/1830262.
2. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы / А.Х. Тамбиев, Н.Н. Кирикова, О.В. Бецкий, Ю.В. Гуляев. М.: Радиотехника, 2003. 175 с.
3. Bera K., Dutta P., Sadhukhan S. Seed priming with non-ionizing physical agents: plant responses and underlying physiological mechanisms // *Plant Cell Reports.* 2022. Vol. 41. Pp. 53–73. DOI: 10.1007/s00299-021-02798-y.
4. Scrutinizing the impact of alternating electromagnetic fields on molecular features of the model plant *Arabidopsis thaliana* / S.M. Schmidt, S. Danho, V. Kumar, T. Seidel, W. Schöllhorn, K.-J. Dietz // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022. Vol. 19. Pp. 51–44. DOI: 10.3390/ijerph19095144.
5. Голант М.Б., Кузнецов А.П., Божанова Т.П. О механизме синхронизации культуры дрожжевых клеток КВЧ-излучением // *Биофизика.* 1994. Т. 39. Вып. 3. С. 490–495.
6. Апашева Л.М., Лобанов А.В., Комиссаров Г.Г. Влияние флуктуирующих электромагнитных полей на ранние стадии развития растений // *Доклады Академии наук.* 2006. Т. 406. №1. С. 108–110.
7. Effects of presowing pulsed electromagnetic treatment of tomato seed on growth, yield, and lycopene content. A. Efthimiadou, N. Katsenios, A. Karkanis, P. Papastylianou, V. Triantafyllidis, I. Travlos, D.J. Bilalis // *Sci. World J.* 2014. Pp. 369745.
8. Mahajan T.S., Pandey O.P. Magnetic-time model at off-season germination // *Int. Agrophys.* 2014. Vol. 28. Pp. 57–62.
9. Magnetic field and gibberelic acid as pre-germination treatments of passion fruit seeds / R.D. Menegatti, L.O. de Oliveira, Á. Da Costa, E. Braga, V.J. Bianchi // *Rev. Cien. Agr.* 2019. Vol. 17. Pp. 15–22.
10. Da Silva J.A.T., Dobránszki J. Magnetic fields: How is plant growth and development impacted? // *Protoplasma.* 2016. Vol. 253. Pp. 231–248.
11. Belyavskaya N.A. Biological effects due to weak magnetic field on plants // *Adv. Space Res.* 2004. Vol. 34. Pp. 1566–1574. DOI: 10.1016/j.asr.2004.01.021.
12. Shine M.B., Guruprasad K.N., Anand A. Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field // *Bioelectromagnetics.* 2011. Vol. 32. Pp. 474–484.
13. Hydrogen peroxide signaling integrates with phytohormones during the germination of magnetoprimed tomato seeds / A. Anand, A. Kumari, M. Thakur, A. Koul // *Sci. Rep.* 2019. Vol. 9 (1). Pp. 8814. DOI: 10.1038/s41598-019-45102-5.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Патент РФ «Устройство для подавления жизнедеятельности патогенных микроорганизмов и вирусов электромагнитным излучением» №2765973 от 07 февраля 2022 года [Электронный ресурс] URL: <https://patents.google.com/patent/RU2765973C1/ru>. Дата обращения: 22.03.23.
16. Патент РФ «Способ подавления жизнедеятельности патогенных микроорганизмов и вирусов электромагнитным излучением» №2766002 от 07 февраля 2022 года [Электронный ресурс]. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2766002C1_20220207.pdf. Дата обращения: 22.03.23.
17. Медведев С.С. Физиология растений. СПб., 2012. 512 с.
18. Bunkin N.F. et al. Long-Term Effect of Low-Frequency Electromagnetic Irradiation in Water and Isotonic Aqueous Solutions as Studied by Photoluminescence from Polymer Membran // *Polymers.* 2021. Vol. 13 (9). Pp. 1–17.
19. Bunkin N.F. et al. Dynamics of Polymer Membrane Swelling in Aqueous Suspension of Amino-Acids with Different Isotopic Composition; Photoluminescence Spectroscopy Experiments // *Polymers.* 2021. Vol. 13 (16). Pp. 1–22.
20. Bunkin N.F. et al. Stochastic Ultralow-Frequency Oscillations of the Luminescence Intensity from the Surface of a Polymer Membrane Swelling in Aqueous Salt Solutions // *Polymers.* 2022. Vol. 14 (4). Pp. 1–23.
21. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. М.: Высш. шк., 1998. 479 с.
22. Зайнуллин В.Г., Шульгина Е.А. Урожайность картофеля после электромагнитной обработки слабыми неионизирующими импульсными полями // *Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки».* 2022. № 6(58). С. 95–100. DOI: 10.19110/1994-5655-2022-6-95-100.
23. Pazur A., Rassadina V. Transient effect of weak electromagnetic fields on calcium ion concentration in *Arabidopsis thaliana* // *BMC Plant Biol.* 2009. Vol. 9 (47). Pp. 1–9. DOI: 10.1186/1471-2229-9-47.
24. Белянченко Ю.А. Пролiferация клеток растений при воздействии низкочастотного магнитного поля: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2009. 19 с.
25. Шашурин М.М. Влияние техногенных электромагнитных излучений и полей на живые организмы // *Наука и образование.* 2015. Vol. 3 (79). С. 83–89.

References

1. Plant responses to high frequency electromagnetic fields. A. Vian, E. Davies, M. Gendraud, P. Bonnet. *Biomed Res Int.* 2016. Published online. 2016. Feb 14. Pp. 1830262. DOI: 10.1155/2016/1830262.
2. Millimeter waves and photosynthetic organisms. A.H. Tambiev, N.N. Kirikova, O.V. Beckij, Ju.V. Guljaev. Moscow: Radiotekhnika. 2003. 175 p. (In Russ.).
3. Bera K., Dutta P., Sadhukhan S. Seed priming with non-ionizing physical agents: plant responses and underlying physiological mechanisms. *Plant Cell Reports.* 2022. Vol. 41. Pp. 53–73. DOI: 10.1007/s00299-021-02798-y.
4. Scrutinizing the impact of alternating electromagnetic fields on molecular features of the model plant *Arabidopsis thaliana*. S.M. Schmidt, S. Danho, V. Kumar, T. Seidel, W. Schöllhorn, K.-J. Dietz. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2022. Vol. 19. Pp. 51–44. DOI: 10.3390/ijerph19095144.
5. Golant M.B., Kuznecov A.P., Bozhanova T.P. On the mechanism of synchronization of yeast cell culture by EHF radiation. *Biophysics.* 1994. Vol. 39. Iss. 3. Pp. 490–495 (In Russ.).
6. Apasheva L.M., Lobanov A.V., Komissarov G.G. Influence of fluctuating electromagnetic fields on early stages of plant development. Reports of the Academy of Sciences. 2006. Vol. 406. No1. Pp. 108–110 (In Russ.).
7. Effects of presowing pulsed electromagnetic treatment of tomato seed on growth, yield, and lycopene content. A. Efthimiadou, N. Katsenios, A. Karkanis, P. Papastylianou, V. Triantafyllidis, I. Travlos, D.J. Bilalis. *Sci. World J.* 2014. Pp. 369745.
8. Mahajan T.S., Pandey O.P. Magnetic-time model at off-season germination. *Int. Agrophys.* 2014. Vol. 28. Pp. 57–62.
9. Magnetic field and gibberelic acid as pre-germination treatments of passion fruit seeds. R.D. Menegatti, L.O. de Oliveira, Á. Da Costa, E. Braga, V.J. Bianchi. *Rev. Cien. Agr.* 2019. Vol. 17. Pp. 15–22.
10. Silva Da J.A.T., Dobránszki J. Magnetic fields: how is plant growth and development impacted? *Protoplasma.* 2016. Vol. 253. Pp. 231–248.
11. Belyavskaya N.A. Biological effects due to weak magnetic field on plants. *Adv. Space Res.* 2004. Vol. 34. Pp. 1566–1574. DOI: 10.1016/j.asr.2004.01.021.
12. Shine M.B., Guruprasad K.N., Anand A. Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pre-treatment of seeds with magnetic field. *Bioelectromagnetics.* 2011. Vol. 32. Pp. 474–484.
13. Hydrogen peroxide signaling integrates with phytohormones during the germination of magnetoprimed tomato seeds. A. Anand, A. Kumari, M. Thakur, A. Koul. *Sci. Rep.* 2019. Vol. 9 (1). Pp. 8814. DOI: 10.1038/s41598-019-45102-5.
14. Dosphehov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.).
15. Patent of the Russian Federation «evice for suppressing the vital activity of pathogenic microorganisms and viruses by electromagnetic radiation» No2765973 dated February 07. 2022 [Web resource] URL: <https://patents.google.com/patent/>

Российские сорта картофеля для переработки

В Госреестре уже зарегистрированы сорта Евпатий и Северное сияние.

Правительство России решило к 2030 году довести самообеспеченность семенным материалом по некоторым культурам до 75%, а по картофелю – до 50%. А еще раньше для развития отечественной селекции была разработана Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы (ФНТП). Благодаря ей, в частности, зарегистрировано 38 сортов картофеля.

– Если прогнозировать, что каждый год будут подавать на регистрацию по 20–30 новых отечественных сортов, то к 2030 году можно получить более 200–250 сортов, то есть выбор будет огромный, – отметил президент Союза производителей картофеля и овощей Сергей Лупехин. При этом он подчеркивает, что обязательно нужно иметь собственные сорта картофеля для переработки.

До настоящего времени российская селекция, действительно, шла по пути создания столовых сортов, но разработка отечественного картофеля, предназначенного для переработки, уже активно ведется. В 2021 году зарегистрирован сорт Евпатий, пригодный для производства чипсов. Это среднеспелый сорт с красной кожурой и светло-желтой мякотью, соответствует всем требованиям, предъявляемым к чипсовому картофелю. Из этого картофеля АО «Озеры» Московской области уже изготавливает чипсы. Предприятие – единственный производитель чипсов в ЦФО, выращивает собственное сырье и не зависит от сторонних поставщиков. Также для производства хрустящего картофеля пригоден сорт Северное сияние, зарегистрированный в 2018 году. Это среднеспелый сорт с синей кожурой и синепестрой мякотью. Разработан селекционерами Тверской области.

Источник: www.specagro.ru

RU2765973C1/ru. Access date: 22.03.23 (In Russ.).

16. Patent of the Russian Federation «Method of suppression of vital activity of pathogenic microorganisms and viruses by electromagnetic radiation» No2766002 until February 07. 2022 [Web resource]. URL: https://patents.s3.yandex.net/RU2766002C1_20220207.pdf. Access date: 22.03.23.

17. Medvedev S.S. Plant Physiology. St. Petersburg. 2012. 512 p. (In Russ.).

18. Bunkin N.F. et al. Long-Term Effect of Low-Frequency Electromagnetic Irradiation in Water and Isotonic Aqueous Solutions as Studied by Photoluminescence from Polymer Membran. Polymers. 2021. Vol. 13 (9). Pp. 1–17.

19. Bunkin N.F. et al. Dynamics of Polymer Membrane Swelling in Aqueous Suspension of Amino-Acids with Different Isotopic Composition; Photoluminescence Spectroscopy Experiments. Polymers. 2021. Vol. 13 (16). Pp. 1–22.

20. Bunkin N.F. et al. Stochastic Ultralow-Frequency Oscillations of the Luminescence Intensity from the Surface of a Polymer Membrane Swelling in Aqueous Salt Solutions. Polymers. 2022. Vol. 14 (4). Pp.

1–23.

21. Knorre D.G., Myzina S.D. Biological chemistry. Moscow: Higher School. 1998. 479 p. (In Russ.).

22. Zainullin V.G., Shulgina E.A. Potato yield after electromagnetic treatment with weak non-ionizing pulsed fields. News of Komi scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. The series «Agricultural sciences». 2022. No6 (58). Pp. 95–100. DOI: 10.19110/1994-5655-2022-6-95-100 (In Russ.).

23. Pazur A., Rassadina V. Transient effect of weak electromagnetic fields on calcium ion concentration in Arabidopsis thaliana. BMC Plant Biol. 2009. Vol. 9 (47). Pp. 1–9. DOI: 10.1186/1471-2229-9-47.

24. Beljanchenko Ju.A. Proliferation of plant cells under the influence of a low-frequency magnetic field: abstract. dis. ... D.Sci. (Biol.). Saratov. 2009. 19 p. (In Russ.).

25. Shashurin M.M. Influence of technogenic electromagnetic radiation and fields on living organisms. Science and education. 2015. Vol. 3 (79). Pp. 83–89 (In Russ.).

Об авторах

Бондарчук Елена Владимировна, акционер АО «Концерн ГРАНИТ»

Овчинников Олег Вячеславович, генеральный директор АО «Концерн ГРАНИТ»

Турканов Игорь Федорович, зам. генерального директора АО «Концерн ГРАНИТ»

Партала Александр Владимирович, с.н.с АО «Концерн ГРАНИТ»

Шулгина Екатерина Алексеевна, руководитель Отдела волнового оборудования АО «Концерн ГРАНИТ», автор, ответственный за переписку. E-mail: shulgina.e@granit-concern.ru

Селиверстов Александр Федорович, в.н.с. Института физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина РАН (ИФХЭ РАН)

Казберова Анфиса Юрьевна, н.с., ИФХЭ РАН

Зайнуллин Владимир Габдуллович, доктор биол. наук, профессор, в.н.с. Института агробиотехнологий Федерального исследовательского центра Коми научного центра Уральского отделения РАН (Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

Юдин Андрей Алексеевич, канд. экономических наук, директор Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Authors details

Bondarchuk E.V., shareholder of Concern GRANIT JSC

Ovchinnikov O.V., director general of Concern GRANIT JSC

Turkanov I.F., deputy director general of Concern GRANIT JSC

Partala A.V., senior research fellow, Concern GRANIT JSC

Shulgina E.A., head of the Wave Equipment Department of Concern GRANIT JSC, author for correspondence. E-mail: shulgina.e@granit-concern.ru

Seliverstov A.F., leading research fellow, Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry after A.N. Frumkin of the Russian Academy of Sciences (IFHE RAS)

Kazberova A.Yu., research fellow, IFHE RAS

Zainullin V.G., D.Sci. (Biol.), professor, leading research fellow, Institute of Agrobiotechnologies of the Komi National Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Yudin A.A., Cand.Sci. (Econ.), director, Institute of Agrobiotechnologies of the Komi National Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences



АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ:

140153 Московская область, г. Раменское, д. Веряя, стр. 500, В. И. Леунов
Сайт: www.potatoveg.ru E-mail: kio@potatoveg.ru тел. 7 (49646) 24–306, моб. +7(910)423-32-29, +7(916)677-23-42, +7(916)498-72-26

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство № 016257 © Картофель и овощи, 2023
Журнал входит в перечень изданий ВАК РФ для публикации трудов аспирантов и соискателей ученых степеней, в международную реферативную базу данных Agis.

Информация об опубликованных статьях поступает в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Научным статьям присваивается цифровой идентификатор объекта DOI (Digital Object Identifier).

Подписано к печати 10.4.23. Формат 84x108^{1/16}. Бумага глянцево-мелованная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4, 2. Заказ №730. Отпечатано в ГУП РО «Рязанская областная типография» 390023, г. Рязань, ул. Новая, д. 69/12.

Сайт: www.ryazanskaya-tipografiya.rf E-mail: gyazan_tip@bk.ru
Телефон: +7 (4912) 44-19-36