

Научная статья

УДК 581.1.03

К ВОПРОСАМ О ВЛИЯНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

¹**Владимир Ефимович Ториков, ¹Владимир Анатольевич Погонышев,**

¹**Дина Алексеевна Погонышева, ²Павел Сергеевич Ковалёв**

¹**ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, Брянская область, Кокино, Россия**

²**Российская таможенная академия, Московская область, г.Люберцы, Россия**

Аннотация. В настоящее время в мире динамично растет спрос на экологически чистую продукцию. Российская Федерация наращивает поставки агропродовольствия на внешние рынки, демонстрирует экспортно-ориентированное производство зерна, расширяет географию его сбыта. В последнее время присутствует отрицательная динамика сборов урожая зерновых культур. Для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур необходимо высокое качество посевного материала и его эффективная предпосевная подготовка. За минувший год доля отечественных семян составила более 60 %, а к 2030 г. их уровень должен составлять не менее 75 %. Предпосевная обработка семян сельхозкультур производится с целью стимулирования ростовых процессов, защиты растений от болезней и повышения устойчивости к ним. Традиционные способы обработки семян растений перед началом посева характеризуются высокой трудоемкостью, большой продолжительностью технологических операций, значительными финансовыми затратами, энергозатратностью, металлоемкостью оборудования и др. Вследствие этого важен поиск, обоснование и внедрение более совершенных технологий обработки посевного материала с целью повышения его посевных качеств. В работе рассмотрены способы повышения посевных качеств культур посредством воздействия на них электрическим током, магнитным полем, лазерным излучением, переменным электромагнитным полем промышленной частоты. На основе анализа методов электрообработки семян культурных растений авторами определены наиболее перспективные из них для последующей разработки.

Ключевые слова: экспорт, импорт, ФТС, электрический ток, магнитное поле, лазерное излучение, переменное электромагнитное поле промышленной частоты, растениеводство, качество семян, посевные свойства.

Для цитирования: К вопросам о влиянии физических факторов на продуктивность сельскохозяйственных растений / В.Е. Ториков, В.А. Погонышев, Д.А. Погонышева, П.С. Ковалев // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 6 (112). С. 21-25.

Original article

ON THE ISSUES OF PHYSICAL FACTORS INFLUENCE ON CROP PRODUCTIVITY

¹**Vladimir Ye. Torikov, ¹Vladimir A. Pogonyshев, ¹Dina A. Pogonysheva, ²Pavel S. Kovalyev**

¹**Bryansk State Agrarian University, Bryansk region, Kokino, Russia**

²**Russian Customs Academy, Moscow Region, Lyubertsy, Russia**

Abstract. Currently, the world's demand for green products is growing rapidly. The Russian Federation is increasing its exports of agricultural products, demonstrating export-oriented grain production, and expanding its sales geography. However, there has been a recent decline in grain harvests. To achieve high and stable crop yields, high-quality seeds and effective pre-sowing preparation are necessary. Over the past year, the share of domestic seeds has exceeded 60%, and by 2030, it should reach at least 75%. Pre-sowing treatment of crop seeds is performed to stimulate growth processes, protect plants from diseases, and increase their resistance. Traditional methods of seed treatment before sowing are characterized by high labor intensity, long process operations, significant financial costs, energy consumption, metal content of equipment, etc. As a result, it is important to search for, substantiate and implement more advanced technologies for processing seed material in order to improve its sowing qualities. The paper discusses methods of improving the sowing qualities of crops by exposing them to electric current, magnetic fields, laser radiation, and alternating electromagnetic fields of industrial frequency. Based on the analysis of methods of electric treatment of crop seeds, the authors have identified the most promising ones for further development.

Keywords: export, import, FCS, electric current, magnetic field, laser radiation, alternating electromagnetic field of industrial frequency, crop production, seed quality, sowing properties.

For citation: On the Issues of Physical Factors Influence on Crop Productivity / Torikov V.Ye., Pogonyshhev V.A., Pogonysheva D.A., Kovalyev P.S. // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2025. No. 6 (112). pp. 21-25.

Введение. Россия, сталкиваясь с глобальными вызовами и угрозами, осуществляет структурную перестройку внешнеэкономических связей, стремится к обеспечению технологического суверенитета и повышению конкурентоспособности российских товаров, включая продовольствие. Внешняя торговля играет ключевую роль в экономике России, так как определяет ее экономический и политический вес на мировой арене. При росте несыревого экспорта в условиях диверсификации в 2024 г. зафиксировано увеличение объемов продовольствия почти на 11% благодаря господдержке, развитию производственных мощностей и расширению рынков сбыта. По данным ФТС России, за период январь-май 2025 г. экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья (кроме текстильного) составил около 15 млрд долл. В конце 2024 г. Таможенная подкомиссия РФ одобрила квоту на экспорт пшеницы в размере 11 млн т на период с 15 февраля по 30 июня 2025 г. РФ является одним из ключевых мировых производителей зерна. В сезоне 2023-2024 гг. Россия заняла второе место в мире по производству овса (17,2%), ржи (14,6%) и ячменя (14,4%), четвертое место по производству пшеницы (11,6%), девятое место по производству кукурузы (1,4%). [1-3]

По данным Российского зернового союза (РЗС), если ранее пшеница отгружалась в 65 стран, то сейчас только в 50. За период 2020-2024 гг. вектор внешней торговли РФ агропродовольственной продукцией направлен на ряд стран Азии, Ближнего Востока и Африки, в том числе благодаря созданию общего рыночного пространства с государствами-членами Евразийского экономического союза (ЕАЭС), заключению региональных торговых соглашений. Для данных регионов характерен рост численности населения и, как следствие, повышение спроса на продовольствие. К наиболее крупным импортерам относятся Китай, ОАЭ, Турция, представляющие собой перспективные направления для развития экспорта [4-6]. По данным Росстата, для зерновых культур наблюдается преимущественно отрицательная динамика, кроме сбора риса. Объем сбора зерна в России в 2024 г. в сравнении с 2023 г. снизился на 13% и составил около 125 млн т прежде всего в связи с неблагоприятными погодными условиями. Из общего объема зерна почти 83 млн т это пшеница, озимая пшеница - около 57 млн т, яровая - около 26 млн т. С 1 июля 2025 г. за рубеж было поставлено более 7 млн т зерна. Объем экспорта во втором полугодии 2025 г., как ожидает Минсельхоз, составит около 33 млн т и общий объем экспорта зерновых в текущем сельхозгоду достигнет 40 млн т. Минсельхоз сохраняет прогноз по сбору зерна в 2025 г. на уровне 135 млн т. По состоянию на 2024 г. в России насчитывается более 13,6 тыс. зернопроизводящих организаций, из них наибольшее количество функционируют в Ставропольском крае. В соответствии с указом президента РФ к 2030 г. планируется нарастить экспорт продукции АПК в денежном выражении до уровня в 55 млрд долл., в приоритете экспортно-ориентированное инновационное высокотехнологичное производство зерна.

Результаты и обсуждение. Согласно официальным данным, около 30 % мирового зерна и зернобобовых культур заражено патогенной микрофлорой. В партиях пшеницы, особенно свежеубранной, имеется значительное количество микроорганизмов, насекомых и клещей. Эти вредители способны при благоприятных условиях паразитировать и пагубно влиять на зерно, сокращая в нём количество сухого вещества, загрязняя, а также отравляя его токсинами своей жизнедеятельности. Ежегодно только на долю гельминтоспориозной пятнистости приходится до 20,0 % и более потерь урожая зерновых в Центрально-Черноземном, Центральном, Поволжском районах. Зараженность зерна вредителями и болезнями оказывается на его дальнейшей переработке в пищевой промышленности. В результате выборочных проверок качества хлеба и муки во всех областях России Госторгинспекцией установлено, что 21,0 % муки не пригоден для выпечки хлеба.

В последние годы в растениеводстве растет интерес к инновациям, чему способствует спрос на экологически чистую продукцию. С августа 2025 года в России действуют новые правила госконтроля качества и безопасности зерна, допускающие дистанционные проверки через видеосвязь и приложение «Инспектор». С 1 сентября 2024 года обязательна работа в ФГИС «Семеноводство», обеспечивающей прослеживаемость семян и связанной с «АгроСемЭксперт», таможней, налоговой и ЕСИА. ФГИС «Зерно» контролирует перемещение зерновых и масличных культур. В 2025 году Россельхознадзор проведет мониторинг пшеницы в 68 регионах по ключевым показателям качества. С 2026 года субсидии на элитное семеноводство будут выделяться только на отечественный семенной материал; его доля уже превышает 60%, при целевом уровне не менее 75% по Доктрине продовольственной безопасности.

Растениеводство, обеспечивая экономическую и продовольственную безопасность страны, опирается на использование ГИС, интернета вещей, цифровых двойников, машинного обучения и компьютерного зрения, агророботов, больших данных и др. [7-9]. Селекционную работу ускоряет внедрение в практику цифровых решений, искусственного интеллекта (ИИ). По мнению экспертов, цифровая селекция позволяет значительно сократить срок создания гибридов по заданным параметрам с 8 до 3-4 лет. Потенциал для внедрения digital-технологий велик. ИИ можно использовать для подбора

оптимальных сочетаний родительских линий без вмешательства в ДНК, сокращая сроки адаптации сортов к различным агрометеорологическим условиям.

Брянская область обладает уникальными природными условиями для возделывания полевых культур. В структуре валового регионального продукта вклад сельского хозяйства приближается к уровню 30 %. В структуре посевов зерновые и зернобобовые культуры занимают около 32%, кормовые и технические культуры - соответственно около 42% и 19%. Регион входит в пятерку лучших в стране по урожайности зерновых культур, в том числе благодаря научным исследованиям ученых БГАУ. В области внедряются ресурсосберегающие технологии, их доля в зернопроизводстве превышает 90 %. Происходит преобразование растениеводства в высокотехнологичную и наукоемкую отрасль. Ключевым звеном в растениеводстве служит семеноводство. В регионе функционирует - элитно-семеноводческое хозяйство по зерновым культурам СПК «Союз» (Севский район). Потенциальная продуктивность возделываемых сортов зависит от качества семенного материала, оказывающих пролонгированное влияние на урожайность зерновых культур.

Фитосанитарная оценка состояния производственных посевов озимой пшеницы в СПК «Союз» показала, что после проведения защитных мероприятий в посевах озимой пшеницы количество вредных объектов на растениях было значительно ниже. Так, наиболее эпифитотийным был вегетационный период 2022 года, до химической обработки посевов процент распространения септориоза листьев в мае колебался от 25-65, мучнистой росы - 30-60%, имелись единичные пятна бурой ржавчины на листьях. В период 2023 и 2024 гг. эти показатели были ниже и составляли от 10 до 15% и от 25-35%, соответственно. Проведение фунгицидных обработок препаратами системного действия снизило распространения септориоза и бурой ржавчины на 90-95 %.

Наибольшее количество вредных объектов на посевах озимой пшеницы отмечено в 2023 году. В апреле выявлено наибольшее количество злаковых мух- 115 экз. на 100 взмахов сочка, а в мае - трипсов до 38 экз. на 100 взмахов сочка. Применение в технологии возделывания озимой пшеницы инсектицидной обработки снизило количество вредных объектов в посевах до 80% и более.

Технологические приемы обработки семян помогают вывести их из состояния покоя, ускоряют ростовые процессы и обеспечивают ранние дружные всходы. Основные методы предпосевной обработки: химический, физический и биологический. Чаще всего используют химический, применяя регуляторы роста, элементы питания и пестициды, но он может приводить к экологическим рискам, накоплению токсинов и требует затрат. Биологический метод основан на применении гиперпаразитов и антагонистов, которые усиливают собственную защиту растений и повышают их устойчивость к болезням. Физический метод включает физико-механические, фотоэнергетические, радиационные и электрофизические воздействия; фотоэнергетические технологии (УФ, ИК, лазер) дают нестабильные результаты и распространены ограниченно.

В последние десятилетия распространение получают электрофизические способы предпосевной обработки семян, включающие аэроионизацию, ультразвук, магнитное поле, электрическое поле, электромагнитное поле, озонирование. Для получения озона генерируется импульсный коронный разряд. Обеззараживающие и стимулирующие свойства озона-воздушной смеси зависят от концентрации озона, влажности, температуры и запыленности. Этот способ обладает высокой производительностью, низкими затратами труда, экологичностью, простотой эксплуатации, однако вызывает повышенное окисление, приводящее к коррозии металлов в сельхозмашинах. [11-16]

Обработка семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем (ИЭП) в рациональном режиме, как показывают результаты исследований, дает хорошие результаты в борьбе с заражением семян патогенной микрофлорой, повышает энергию прорастания и всхожесть семян. Внедрению обработки зерна ИЭП в технологический процесс препятствуют недостаточная изученность рациональных режимов обработки, а также неполнота знаний о воздействии физических факторов на биологические объекты, отсутствие необходимой техники для контроля и регулировки процессов в рабочей камере при обработке семян. Интеграция методов обработки семенного материала призвана снизить действие вредных организмов до экономически неощутимого вреда сдерживанием патогенов на безопасном уровне с минимальными негативными воздействиями для окружающей среды. [12-14].

К эффективным методам предпосевной обработки семян относится их обработка переменным электромагнитным полем промышленной частоты (ПЭМППЧ), приводящая к получению высоких и устойчивых урожаев сельхозкультур за счет повышения полевой всхожести семян, ускорения темпов начального роста растений, усиления интенсивности корнеобразования и кущения, получения экологически чистой продукции. Исследованиями ученых Н.А. Артемьева, А.Н. Басова, А.П. Блонской, И.Ф. Бородина, С.И. Васильева, М.В. Жолобовой, Ф.Я. Изакова, А.С. Казаковой, С.Д. Кутис, Н.В. Ксенза, М.Т. Серёгиной, Г.П. Стародубцевой, М.А. Таранова, М.Ф. Трифоновой, В.Н. Шмигеля, Г.А.

Яснова и других доказано положительное влияние переменного электромагнитного поля на посевные и урожайные качества семян зерновых культур. Взаимодействие ПЭМППЧ и семенного материала является сложным ввиду того, что сам биообъект неоднороден по физическим параметрам (удельной электропроводностью, диэлектрической и магнитной проницаемостью). В зависимости от влажности и температуры биообъекты могут относится к проводящим средам, полупроводящим или к диэлектрикам. Для практической реализации способа электромагнитной стимуляции семян рекомендуется создавать ПЭМППЧ в зоне их расположения.

Согласно исследованиям ученых, способ предпосевной обработки семян ПЭМППЧ 50 Гц является экономически выгодным. Применение ПЭМППЧ 50Гц в установках с кольцевыми полюсными наконечниками позволяет увеличить энергию прорастания и всхожесть семян. При предпосевной обработке этим методом учитываются три фактора: расположение семян в рабочей камере, от которого зависит индукция магнитного поля, время обработки и влажность семян. Предпосевная обработка ПЭМППЧ 50Гц не дает летальных доз для посевного материала, является весьма технологичным и автоматизируемым процессом, который дозируется, является экологически чистым видом обработки и стыкуется с применяемыми в настоящее время агроприемами. Немаловажным является и то, что растения, выросшие из обработанных семян, не имеют в дальнейшем патологических изменений и индуцированных мутаций. По данным ученых, предпосевная обработка семян ярового ячменя разных сортов, репродуцированных в разные по гидротермическому режиму периоды вегетации растений годы, дает положительный эффект при их стимуляции в течение 20, 40, 60 с в электрическом поле переменного напряжения промышленной частоты напряженностью 5 кВ/см. Максимальный эффект этой обработки проявляется на 5-е сутки после экспозиции. Из изученных режимов обработки максимальное значение прибавки энергии прорастания и всхожести семян дал вариант 40 с. В среднем по всем изученным сортам за разные годы их репродуцирования увеличение энергии прорастания составило 18%, а всхожести 12,7%. Предпосевную обработку семян ярового ячменя ПЭМППЧ независимо от года и сорта репродуцирования можно проводить в течение 40 с при напряженности электрического поля 5 кВ/см. [16]

На основе анализа электротехнологий для предпосевной обработки семян зерновых культурами предложена установка, работающая от сети. Предварительные результаты экспериментов демонстрируют положительный эффект воздействия ПЭМППЧ на посевные свойства семенного материала.

Выводы. Предложенные исследователями эффективные способы стимулирующей предпосевной обработки семенного материала с использованием физических методов являются экологически безвредными, менее затратными. Наиболее устойчивый и положительный эффект оказывает действие электромагнитного поля на семена.

Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://rosstat.gov.ru/>.
2. Федеральная таможенная служба Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://customs.gov.ru/>.
3. <https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Зерновые культуры %28рынок России%29>
4. Торговые соглашения Евразийского экономического союза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://eec.eaeunion.org/comission/department/dotp/torgovye-soglasheniya/>.
5. Федеральный центр развития экспортной продукции АПК Минсельхоза России (АгроЭкспорт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://aemcsx.ru/>
6. Соколов С.Л. Прогноз развития российского экспорта зерна и зернопродуктов на период до 2030 г. [Электронный ресурс]. // Продовольственная политика и безопасность. 2025. Т. 12, № 3. – Режим доступа: <https://1economic.ru/lib/123763>.
7. Погонышев В.А., Ториков В.Е., Погонышева Д.А. Вопросы совершенствования инженерно-технологической обеспеченности АПК в условиях цифровизации // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3 (97). С. 51-59.
8. Issues of digital transformation of agriculture / V.E. Torikov, V.A. Pogonyshhev, D.A. Pogonysheva et al. // Innovative technologies in agriculture: AIP conference proceedings. International Scientific and Practical Conference. 2023. Vol. 2921, Issue 1. AIP Publishing. C. 080001.
9. Resource economy in agriculture / V.A. Pogonyshhev, V.E. Torikov, I.A. Mokshin, D.A. Pogonysheva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. Smolensk, 2021. Сеп. 3. С. 032035.

10. Теоретические основы влияния физических факторов на продуктивность растений / М.Ф. Трифонова, О.В. Бляндур, А.М. Соловьев и др. // Известия международной академии аграрного образования. 2010. № 9. С. 4-8.
11. Карапанов В.Г., Маслоброд С.Н., Трифонова М.Ф. Влияние энергоинформационных программных блоков на посевные качества семян и продуктивность растений // Известия международной академии аграрного образования. 2011. № 12. С. 4-6.
12. Рабочая камера с вертикальным расположением электродов для обработки семян импульсным электрополем / Г.П. Стародубцева, Н.А. Окашев, С.И. Любая и др. // Сельский механизатор. 2025. № 6. С. 19-21.
13. Рациональный режим обработки импульсным электрополем ботанических семян картофеля / Г.П. Стародубцева, Н.А. Окашев, Е.И. Рубцова, И.В. Деведеркин // Сельский механизатор. 2024. № 10. С. 30-32.
14. Определение рационального режима обработки семян импульсным электрополем / Г.П. Стародубцева, Н.А. Окашев, С.И. Любая и др. // Сельский механизатор 2023. № 4. С. 18-19.
15. Ерохин А.И. Применение низкочастотного электромагнитного поля для предпосевной обработки семян гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 2 (42). С. 66-73.
16. Казакова А.С., Донцова В.Ю., Юдаев И.В. Применение электротехнологий для предпосевной обработки семян ярового ячменя. Ч. 1. Установление оптимального режима воздействия электрического поля переменного напряжения промышленной частоты на семена // Вестник аграрной науки Дона. 2021. № 2 (54). С. 36-42.

Информация об авторах:

В.Е. Ториков - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, torikov@bgsha.com.

В.А. Погонышев - доктор технических наук, профессор кафедры автоматики, физики и математики, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Д.А. Погонышева - доктор педагогических наук, профессор кафедры информатики, информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

П.С. Ковалев - магистрант, Российская таможенная академия.

Information about the authors:

V.Ye. Torikov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production, Bryansk State Agrarian University, torikov@bgsha.com.

V.A. Pogonyshev - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Physics, and Mathematics at the Bryansk State Agrarian University.

D.A. Pogonysheva - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Computer Science, Information Systems, and Technologies at the Bryansk State Agrarian University.

P.S. Kovalyev - graduate student at the Russian Customs Academy.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 02.10.2025, одобрена после рецензирования 05.11.2025, принята к публикации 11.11.2025.

The article was submitted 02.10.2025, approved after reviewing 05.11.2025, accepted for publication 11.11.2025.

© Ториков В.Е., Погонышев В.А., Погонышева Д.А., Ковалев П.С.