

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Т.С. Нижарадзе

ФГБОУ ВПО Самарская государственная сельскохозяйственная академия
п. Усть-Кинельский, ул. Учебная-2, Самарская обл., Россия, 446442

Теоретически обосновано применение экологобезопасных электрофизических способов воздействия на семена зерновых колосовых культур с целью улучшения их посевных качеств, подтвержденное результатами многолетних опытов.

Ключевые слова: импульсное магнитное поле; предпосевное облучение; яровая пшеница; ячмень; посевные качества.

В условиях стремительно нарастающего энергетического дефицита, истощения возобновляющихся источников энергии, обострения экологической обстановки возрастает актуальность поиска путей возобновления растительных ресурсов, освоения и рационального использования в агрофитоценозах экологически чистых и экономически выгодных источников энергии.

Поэтому в последние десятилетия все более активно ведется поиск биофизических приемов и технологий, направленных на реализацию генетического потенциала, повышения неспецифической устойчивости к различного рода абиотическим и биотическим стрессам, усиления адаптивного потенциала растений с целью роста и стабилизации урожая.

Известно, что метаболические процессы в клетке чувствительны к воздействию слабых неспецифических факторов, которые напрямую не взаимодействуют с рецепторами или с другими специализированными структурами, что существенно затрудняет поиск возможных физико-химических механизмов их влияния на клеточные процессы. Эффекты слабых воздействий, не локализованных, а распространенных по объему клетки, которые в каждой отдельной точке имеют энергию на несколько порядков ниже тепловой энергии kT , играют определенную роль в биологических процессах и могут влиять на общее состояние биообъекта. К таким слабым воздействиям относятся электромагнитные и магнитные поля [1].

Многочисленными исследованиями [1–3] доказана возможность успешного использования физических методов в различных технологических процессах сельскохозяйственного производства.

С точки зрения возможности внедрения в производство и получения максимального экономического эффекта большой интерес представляет предпосевная обработка семян зерновых культур электрофизическими способами с целью повышения их посевных качеств. Технологии с использованием электромагнитных полей относятся к энергосберегающим, экологически чистым и являются практически безотходными.

За основу классификации существующих электрофизических способов воздействия на семена приняты особенности распространения и поглощения семенами электромагнитной энергии.

Использование электрофизических способов предпосевной обработки семян в сельском хозяйстве универсально и степень их воздействия в основном регулируется с помощью изменения мощности или экспозиции в зависимости от цели обработки. Часто при использовании энергии электромагнитного излучения удается получить двойной эффект, например, при сушке семян одновременно происходит их обеззараживание и стимуляция ростовых процессов. Однако результативность применения физических методов обработки посевного материала существенно зависит от вида и сорта злаковых и от геофизических факторов каждого года.

На эффект обработки влияют исходное качество семян, их жизнеспособность. Наиболее отзывчивыми на воздействие электромагнитными полями являются семена физиологически неполноценные: обладающие пониженными посевными качествами; незрелые; травмированные; хранящиеся при неблагоприятных условиях. Чем ниже исходные посевные качества семян, тем выше эффект стимуляции, который при благоприятной дозе и последующих агротехнических условиях обеспечивает до 20—25% прироста урожая [3].

Положительный эффект предпосевной обработки семян электромагнитными полями объясняется с позиций физики строения вещества на атомарном уровне. Иными словами, механизм действия облучения заключается в активации электронного комплекса молекул семени, их ионизации и образовании свободных радикалов. В этом случае рассматриваются первичные физические механизмы, основанные на взаимодействии магнитного поля с атомными и ионными структурами, входящими в состав живой клетки и выступающими в роли магниторецепторов электромагнитной энергии внешней среды [4; 5]. При изменении во времени однородного магнитного поля внутри объема живых клеток возникает вихревое электрическое поле, при взаимодействии с которым заряженные частицы в атомах могут изменять свою кинетическую энергию и совершать дискретные переходы на более высокие энергетические уровни. Запасенная таким образом энергия растительной клетки может реализовываться в биофизических и биохимических процессах, соответствующих физиологическим явлениям биологического объекта. Несмотря на то, что молекулы в возбужденном состоянии существуют доли секунды, предполагается, что этого достаточно для усиления работы ферментных систем, контролирующих прорастание семени. Превышение некоторого порогового значения добавочной энергии вызывает реакции, приводящие к угнетению ростовых процессов. Причем, для различных режимов облучения и экспозиций пороговые значения неодинаковы и зависят от культуры и сорта.

Результаты многолетних (2000—2009 г.г.) опытов по выявлению оптимального режима физического воздействия на семена с целью активации ростовых процессов, проведенные на территории Самарской области, подтверждают данную теорию. Исследовалось влияние импульсного магнитного поля, электромагнитного излучения КВЧ-диапазона, а также ИМП совместно с биопрепаратом комплексного действия

«Агат 25К» на посевные качества семян зерновых культур. Использовались сорта: твердой яровой пшеницы «безенчукская — 200», мягкой яровой — «кинельская нива» и ячменя — «поволжский — 65». Обработка семян импульсным магнитным полем проводилась в лабораториях СГАУ на установке типа МИУ-30/20 КП. Облучение семян электромагнитными волнами КВЧ-диапазона осуществлялось установкой «Явь-1» при мощности излучения не более 10 мВт.

Из исследуемых вариантов предпосевной обработки семян яровой пшеницы и ячменя электромагнитным излучением КВЧ-диапазона, различающимися как длиной волны ($\lambda = 5,6$ мм и 7,1 мм), так и временем экспозиции (15 мин., 30 мин. и 45 мин.) наиболее эффективным оказалось 30-минутное воздействие излучением с длиной волны 7,1 мм. Многократные определения посевных качеств семян позволяют отметить, что данная обработка повышала энергию прорастания и лабораторную всхожесть пшеницы на 3,8 и 4,2%, а ячменя — на 4,0 и 3,2% соответственно по сравнению с контролем, причем облучение семян ячменя в течение 45 мин. значительно увеличивало данные показатели, однако возрастало и количество ненормально проросших семян, что может свидетельствовать о превышении некоторого порогового значения добавочной энергии, приводящем к мутации.

Из различных режимов импульсного магнитного поля, где варьировались энергия импульса ($W = 2,7; 3,1; 3,7; 4,7$ кДж) и их количество ($n = 5; 7; 9$), оптимальным оказалось воздействие ИМП с энергией $W = 4,7$ кДж и числом импульсов $n = 5$, где энергия прорастания и лабораторная всхожесть яровой пшеницы «Безенчукская — 200» и «Кинельская нива» повышалась на 9,1; 1,8% и 4,5; 2,5% соответственно, у ячменя эти показатели возрастали на 11,0 и 6,0% по отношению к контролю. Увеличение числа импульсов магнитного поля при воздействии на мягкую яровую пшеницу приводило к угнетению семян, тогда как твердая пшеница реагировала повышением значений энергии прорастания и всхожести за счет ненормально проросших семян, которые составляли 23—30% от их общего числа.

Определение биологической эффективности ИМП-воздействия позволило построить графики зависимости посевных качеств семян от энергии импульса (рис. 1).

Биологическую эффективность рассчитывали по формуле

$$БЭ = \frac{O - K}{K} 100\%,$$

где БЭ — биологическая эффективность воздействия ИМП на семена; O — опыт; K — контроль.

В качестве показателей использовали энергию прорастания и лабораторную всхожесть. Полученные результаты отражают зависимость изменений, происходящих в клетках семян от дозы воздействия, причем зависимость энергии прорастания от энергии ИМП-воздействия различается у исследуемых культур, тогда как график лабораторной всхожести имеет одинаковую тенденцию к возрастанию в области энергии подаваемого импульса магнитного поля, равной 4,7 кДж.

При воздействии электромагнитных полей на биологические объекты [4] наряду с изменением протекания различных физиолого-биохимических процессов происходит изменение структуры и свойств воды, содержащейся в семени. Электромагнитные поля могут влиять на силы сцепления связанной воды в цитоплазме. Учитывая, что вода играет важную роль в структурной организации белков, нуклеиновых

кислот и мембран, предполагается, что поглощенное излучение приводит к изменению метаболических процессов в живых организмах, что обеспечивает активный старт растению при прорастании и быстрый переход его на автотрофный путь питания. Данное предположение соответствует результатам, полученным нами в ходе выявления оптимального режима предпосевной обработки зерновых культур электромагнитным излучением КВЧ-диапазона. Значения энергии прорастания и лабораторной всхожести облученных увлажненных семян яровой пшеницы и ячменя находились на уровне, а иногда даже несколько уступали аналогичным величинам, полученным при обработке сухих семян, но количество трехдневных проростков увлажненных семян возрастало соответственно на 11 и 21% относительно контроля, а длина ростков и корешков на 2,0–0,6 см, что превышало аналогичные показатели сухих семян. Вышеизложенное дает основание считать, что облучение семян зерновых культур повышает их энергию прорастания и лабораторную всхожесть, а предварительное увлажнение стимулирует более интенсивный рост ростков и корешков. Семена, предварительно увлажненные, оказываются более отзывчивыми на воздействие электрофизических факторов.

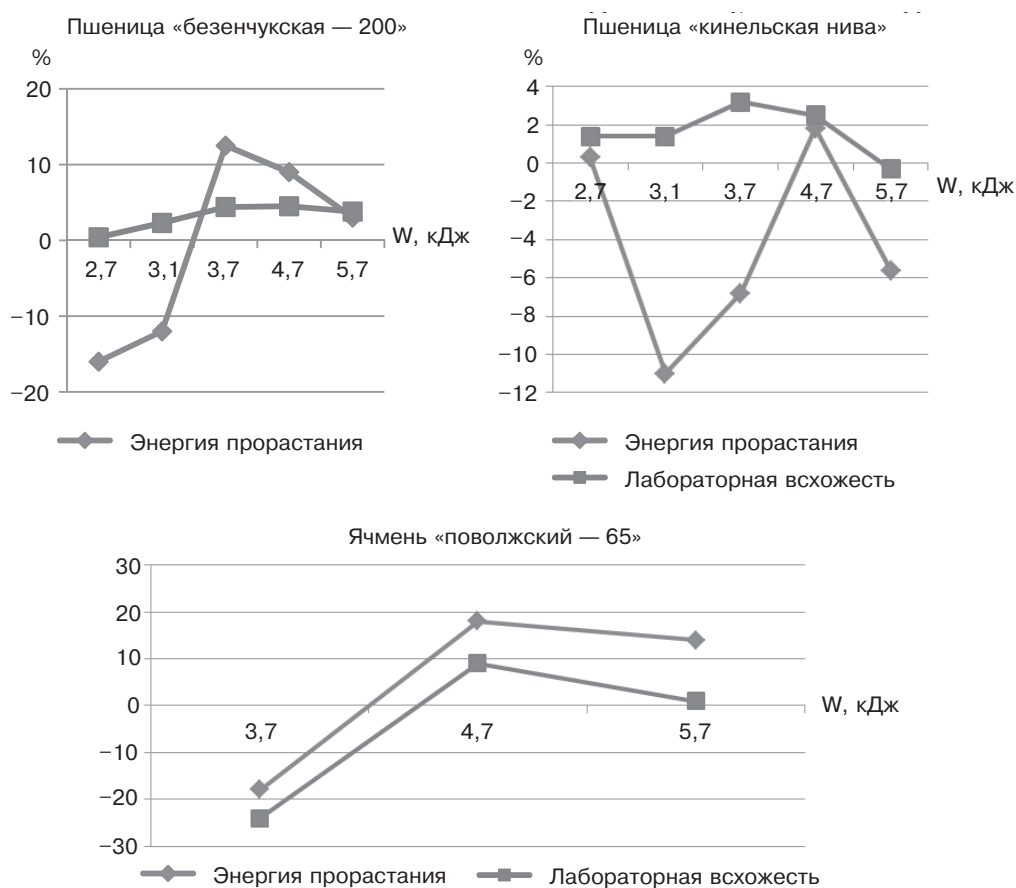


Рис. 1. Зависимость посевных качеств семян от ИМП-воздействий

Важно отметить, что наибольший эффект получается от обработки семян факторами электромагнитной природы за 1–7 суток до посева [2]. Однако следует ожидать, что срок выдержки до посева отрицательного влияния на эффект обработки не ока-

зывает, даже наоборот: в некоторых случаях через 25—30 дней после обработки всхожесть оказывается выше, чем непосредственно после нее. Затем происходит последовательное снижение посевных качеств семян до уровня контроля и даже несколько ниже его. Нами получены аналогичные результаты, при этом продолжительность влияния обработок определялись культурой и сортом. Дольше всего эффект от воздействия КВЧ, ИМП и ИМП+Агат 25К сохранялся в семенах мягкой яровой пшеницы сорта «Кинельская нива» (до трех месяцев). Сохранность эффекта этих же физических приемов у семян твердой яровой пшеницы сорта «Безенчукская — 200» была в два раза меньше, а у семян ячменя сорта «Поволжский — 65» — около 30 дней. При этом наибольший эффект от обработки семян яровой пшеницы электрофизическими воздействиями наблюдался в течение первого месяца, а у ячменя — семи дней (рис. 2).

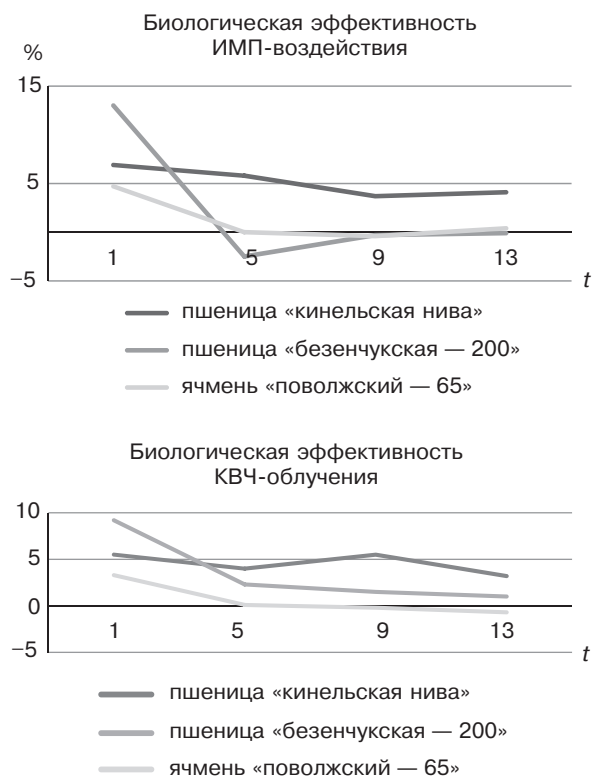


Рис. 2. Влияние сроков обработки семян электрофизическими способами на их энергию прорастания (время последействия t измеряется в неделях)

Эффект от совместного применения физического и биологического методов подготовки семян к посеву объясняется их полным взаимодействием и усилением положительных свойств каждого приема. Так, стимулирующее рост и развитие растений воздействие импульсного магнитного поля дополняет биопрепарат «Агат 25К», отличающийся бинарностью действия (биостимулятор и одновременно средство защиты растений). Он индуцирует защитные свойства растений зерновых культур при обработке не позднее двух недель до посева против возбудителей пыльной и твердой головни, гельминтоспориозной и фузариозной корневых гнилей (при слабой или средней инфицированности семян).

Совмещение этих двух факторов способствует надежной и стабильной активации генетического и физиологического потенциала растений, уменьшению загрязнения окружающей среды, получению экологически чистой продукции, а также повышению биологической и экономической эффективности мероприятий по защите от фитопатогенов.

Впервые для условий Среднего Поволжья определены и проверены многолетними наблюдениями при выращивании зерновых колосовых эффективные параметры электрофизических методов, как самостоятельных, так и в комбинации с биостимулятором, отличающиеся экологической чистотой и технологичностью при подготовке семян яровой пшеницы и ячменя к посеву.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Аксенов С.И.* Особенности влияния низкочастотного магнитного поля на набухание семян пшеницы на различных стадиях / С.И. Аксенов, Т.Ю. Грунина, С.Н. Горячев // *Биофизика*. — 2001. — Т. 46. — Вып. 6, с. 1127—1132.
- [2] *Асеев В.Ю.* Влияние предпосевной обработки семян физическими полями на рост развитие и урожайность различных сортов яровой пшеницы : Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. — Балашиха, 1998.
- [3] *Бородин И.Ф.* Нанoeлектротехнологии в семеноводстве // *Применение нанотехнологий и наноматериалов в АПК* : Сб. докл. — М.: Росинформагротех, 2008. — С. 12—19.
- [4] *Пресман А.С.* Электромагнитные поля в биосфере. — М.: Знание, 1971.
- [5] *Данилов В.И.* О воздействии магнитных полей на биологические объекты / В. И. Данилов // *Биофизика*. — 1990. — Т. 35. — С. 989.

LITERATURA

- [1] *Aksenov S.I.* Features of influence of low-frequency magnetic field on the swelling of wheat seeds at different stages / S.I. Aksenov, T.Y. Grunina, S.N. Gorjachev // *Biophysics*. — 2001. — Т. 46 — Vol. 6. — P. 1127—1132.
- [2] *Aseyev V.Y.* Effect of pre-sowing treatment physical fields on growth development and yield of different varieties of spring wheat : Authoref. diss. ... kand. Social-x .. Sciences. — Balashikha, 1998.
- [3] *Borodin J.F.* Nанoelektrotehnologii Seed // *Application of nanotechnology and nanomaterials in agriculture: Sat. Dokl.* — М.: Rosinformagroteh, 2008. — P. 12—19.
- [4] *Presman A.S.* Electromagnetic fields in the biosphere. — М.: Knowledge, 1971.
- [5] *Danilov V.I.* On the effect of magnetic fields on biological objects // *Biophysics*. — 1990. — Т. 35. — P. 989.

THE THEORETICAL SUBSTANTIATION OF APPLICATION OF ECOLOGICAL METHODS OF PRESOWING SEEDS

T.S. Nizharadze

Samara State Agricultural Academy
Ust-Kinelsky, St. Uchebnaya-2, Samara Region, Russia, 446442

Theoretically substantiated the use of ecologically electrophysical methods of influence on the seeds of cereal crops to improve their sowing qualities of, supported by the results of many years of experience

Key words: a pulse magnetic field; presowing irradiation; spring wheat; barley; seed qualities.