

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОСЕВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Ж.Э. Мазец *, Н.В. Пушкина *, С.Н. Сазонова *, М.Н. Комарова *,
О.А. Кулаковская *, Е.В. Спиридович **, В.Н. Родионова ***

* Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка,

** Центральный ботанический сад НАН Беларуси,

*** Институт ядерных проблем БГУ,

г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время перед практиками сельского хозяйства остро стоит вопрос о повышении урожайности растений и устойчивости их к неблагоприятным факторам среды. Одним из главных факторов, определяющим урожайность сельскохозяйственных культур, является качество посевного материала.

Качественный семенной материал должен иметь высокую всхожесть и быть свободным от возбудителей болезней семян. К причинам вызывающим снижение всхожести семян относится состояние глубокого органического покоя. Эта особенность развития была выработана растениями за годы эволюции в качестве защитного механизма от неблагоприятных внешних условий. При промышленном производстве продукции эта особенность вызывает завышение нормы высева семян, увеличивает затраты на дополнительные агротехнические обработки, связанные с прореживанием всходов и затрудняет интенсивное возделывание растений. Кроме этого, семена также как и растения постоянно подвергаются воздействию таких патогенных факторов, как вредители и болезни [1].

В настоящее время разработан широкий спектр химических средств, влияющих на урожай сельскохозяйственных культур. Это и ростстимулирующие вещества и азотистые соединения служащие, строительным материалом для белка, но это и пестициды и фунгициды, применяемые для протравливания от семенной инфекции и против вредителей семян. В большинстве случаев это сложные химические соединения, устойчивые к внешним воздействиям (воздух, солнечное излучение, вода и пр.) и не разлагающиеся в природе даже в течение многих лет, естественно, загрязняющие окружающую среду.

На сегодняшний день использование современных комплексов в растениеводстве для увеличения урожайности указывает на наличие многообразных факторов воздействия на семена и развитие растений, которые зачастую не объединены единой системой исследования, организационной структурой агротехнических и методологических подходов выбора технологических процессов с учетом природно-климатических условий и отличительных признаков возделываемых культур. Анализ методологических подходов в решении проблемы систематизации технологических процессов растениеводства приводит к постановке народнохозяйственной проблемы – увеличению продуктивности в растениеводстве при снижении энергоматериальных затрат [2].

Актуальность решения этой проблемы связана не только с эффективным использованием существующих методов обработки почвы, растений, уборки урожая и эффективных методов подготовки семян к посеву: химических, термохимических, термических методов и технических средств, но и в разработке энергоэкономичных приемов обработки семян и растений.

При этом одним из многообещающих выводов из проведенных в последние годы работ стало то, что положительное влияние на всхожесть, рост, развитие растений, а соответственно и на получаемый урожай и его качество оказывает обработка посевного материала различных сельскохозяйственных и лекарственных культур электромагнитными и плазменными методами.

Существует некоторая классификация, позволяющая условно разделить воздействие электромагнитных полей по характеру изменений, вызываемых в биологическом объекте. В первую очередь, это энергетическое воздействие, сопровождающееся ростом температуры и локального давления, а также появлением механических изменений в структуре биологической ткани. Следующий уровень – функциональный, при котором энергия поля не приводит к заметному нагреву, но влияет на энзиматическую активность, конформационную динамику белков, возникновение в биологических структурах электрически или магнитоиндуцированных сил и вращающих моментов, инициирующих внутриклеточные процессы. Наконец, самый неопределенный уровень воздействия – информационный, когда внешний поток энергии электромагнитного поля может вызвать изменение алгоритма процессов жизнедеятельности. В этом случае действие поля накладывается на эндогенные ритмы растительных объектов, что, в зависимости от условий и характера воздействия, может привести как к стимуляции их роста, так и к его угнетению. В проведенных нами экспериментах заметный нагрев обрабатываемых семян отсутствовал. В связи с этим мы предполагаем, что наблюдаемые изменения агрономических качеств семян связаны с проявлением функционального уровня воздействия используемого в экспериментах высокочастотного электромагнитного поля.

При плазменной обработке происходит комплексное воздействие на семена возбуждающего разряда электромагнитного поля, активных частиц плазмы, лучистых и тепловых потоков. Это приводит к изменению свойств как защитной оболочки, так и семядолей, эндосперма и ростковых зародышей, сопровождающемуся повышением гидрофильности и воздухопроницаемости оболочки семян, активацией внутриклеточных биохимических процессов, улучшением межклеточного энерго- и массообмена [3, 4].

Исследованиями последних лет однозначно доказано, что облучение в малых дозах вызывает многочисленные структурные перестройки в клетках, сохраняющихся длительное время после облучения и приводящие к изменению функциональной активности клеток.

Поэтому целью данной работы является изучение влияния плазменной (плазмы высокочастотного емкостного разряда (ВЧЕР) с газовой температурой $T_g \sim 300\text{K}$)

и электромагнитной обработки (воздействие высокочастотного низкоинтенсивного электромагнитного поля (ВЧЭМП) мощностью 5 – 7 μ W/cm²) (ЭМИ1). Электромагнитная обработка (ЭМИ1) в проводилась в Институте физики имени Б.И.Степанова НАН Беларуси, а ЭМИ 2 и ЭМИ 3 – в Институте ядерных проблем БГУ. Воздействие ЭМИ 2 производилось из расчета на объем семян. Обработка ЭМИ 3 проводилась в различных частотных режимах: Режим 1 (58-60 ГГц); Режим 2 (62-64 ГГц) и Режим 3 (68 –70,6 ГГц) на прорастание семян люпина узколистного (*Lupinus angustifolius*), мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis*), алтея лекарственного (*Althaea officinalis* L.), календулы лекарственной (*Calendula officinalis*) и пажитника греческого (*Trigonella foenum graecum*).

Обработанные и контрольные семена прорастивали в лабораторных условиях в течение 3 суток при температуре 18°C: по 20 семян в трех повторностях для каждой экспозиции и контроля. На 4-ый день развития все растения выставляли в условия интенсивного освещения. Измеряли длину и массу проростков и корней контрольных и опытных вариантов на 4-е, 7-е, 10-е сутки. Проросшими считали семена с зародышевым корешком более 0,5 см. Полученные результаты обрабатывались с помощью статистического пакета программ M.Excel и Statistica 6,0.

Предпосевная обработка плазмой люпина узколистного с экспозициями 0,5 минут, 2,5 и 5 минут на 4, 7 и 11 сутки онтогенеза выявила, что показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести при обработке контрольных семян достаточно высокие при всех экспозициях, но наилучший эффект показала экспозиция 0,5 минут. В ходе исследования отмечено, что при ЭМИ1 семян из всех используемых в экспозиции 0,5; 2,0; 2,5; 5; 7,5; 15 минут наиболее благоприятными оказались обработки 0,5 и 2,5 минуты. В опыте с ЭМИ2 показатели всхожести и энергии прорастания на 4, 7 и 10 сутки онтогенеза в среднем повысились на 10-15 % по сравнению с контролем. Кроме того, отмечено некоторое подавление ростовых процессов люпина узколистного на начальных этапах онтогенеза при воздействии плазмой и ЭМИ1, тогда как ЭМИ 2 несколько стимулировала рост проростков. Таким образом, на данной культуре оказалась наиболее эффективной ЭМИ 2. [4].

В ходе исследования влияния различных экспозиций ЭМИ1 на ростовые процессы мелиссы установлено, что обработка (1 мин) значительно повышает процент всхожести семян по отношению к контролю на ранних этапах онтогенеза. А при обработке 2 мин процент всхожести меньше, чем при обработке 1 мин, но более существенное увеличение морфометрических параметров на начальных этапах онтогенеза. Заметная стимуляция всхожести, энергии прорастания и ростовых процессов отмечено при обработке семян мелиссы ЭМИ 2.

В результате исследования было выявлено, что в лабораторном опыте к десятому дню онтогенеза всхожесть и энергия прорастания алтея под влиянием обработки ЭМИ 2 возросла на 30 %. Показано, что у опытных растений алтея происходит стимуляция ростовых процессов и к десятому дню длина корня возрастает на

18 %; длина проростка на 25 %; массу корня на 16 %, а проростка – на 34 % по отношению к контролю.

Исследования по оценке физических методов воздействия на календулу лекарственную проводились в лабораторных и полевых мелкоделяночных опытах. В ходе эксперимента установлено, что плазменная обработка и ЭМИ 1 снижали всхожесть (табл. 1) и ростовые процессы календулы в полевых условиях, тогда как ЭМИ 2 существенно повышала данный показатель в сравнении с контролем.

Таблица 1

Полевая всхожесть календулы сорта Indian Prima, подвергнутой электромагнитным (ЭМИ1) и плазменным воздействиям

Вариант	Всхожесть, %		
	Дни		
	7	14	21
Контроль	57,6±7,7	65±6,9	70±6,7
ЭМИ 1	50,0±1,1	57,2±2,9	60±6,7
ЭМИ2	80,0±2,1	84,0±4,3	87,0±4,6
Плазма 1 минута	42,2±7	53,3±3,3	60,5±8,3
Плазма 2 минуты	41,1±5,2	45±5	50,5±3,9
Плазма 3 минуты	35,5±6,7	46,1±2,9	48,9±2,6

Таблица 2

Влияние различных способов электромагнитного воздействия на длину побегов календулы в полевом опыте (2009– 2010 год)

№	Сорт	Вариант, режим	Длина побегов, см		
			7 день	14 день	21 день
1.	Indian Prima (ЦБС)	Контроль	0,85±0,08	3,70±0,20	5,70±0,30
		ЭМИ 1	0,62±0,06	3,20±0,40	4,80±0,40
2.	Indian Prima (ЦБС)	Контроль	1,62±0,18	6,30±1,34	9,09±1,47
		ЭМИ 2	1,78±0,29	6,60±1,77	9,17±1,31
3.	Cabluna (ЦБС)	Контроль	1,75±0,36	6,70±1,74	7,67±1,63
		ЭМИ 2	1,66±0,31	5,70±1,83	7,73±1,48
4.	Махровый -2000 (Можейково)	Контроль	1,93±0,31	6,90±1,21	8,62±1,38
		ЭМИ 3 (режим 1)	2,03±0,24	7,08±1,03	9,24±0,85
		ЭМИ 3 (режим 2)	2,04±0,26	7,09±1,03	8,86±1,07
		ЭМИ 3 (режим 3)	2,00±0,28	7,10±1,30	9,09±1,29

Параллельно с оценкой полевой всхожести учитывалось влияние электромагнитного воздействия на ростовые процессы различных сортов календулы. В ходе ис-

следований выявлено, что ЭМИ 1 угнетала не только всхожесть, но и рост проростков календулы сорта Indian Prima в полевом опыте 2009 года (таблица 2).

Однако ЭМИ 2 активизировал ростовые процессы данного сорта в 2010 году. ЭМИ 2 ингибировала рост проростков у сорта Cabluna и только к 21 дню опытные растения были на уровне контрольных. Интересно отметить, что различные режимы ЭМИ 3 стимулировали рост растений календулы сорта Махровый– 2000, хотя наиболее высокие результаты показал первый режим (таблица 2).

Для выявления наиболее оптимального режима обработки был проведен полевой мелкоделяночный опыт на трех сортах пажитника греческого тремя режимами ЭМИ 3.

В ходе эксперимента выявлено, что режим 1 ЭМИ 3 значительно (на 16 – 20 %) увеличивал всхожесть пажитника сортов Ovary Gold и PZ2, не влиял на всхожесть сорта Ovary-4. Режим 2 в два раза увеличивал всхожесть семян сорта Ovary-4, снижал в 2 раза всхожесть сорта PZ2 и практически не влиял на сорт Ovary Gold. Под влиянием режима 3 возросла в два раза всхожесть Ovary-4 и в 1,5 раза сорта PZ2. Однако режим 3 существенно (на 46 %) снизил всхожесть сорта Ovary Gold .

Итак, в ходе исследований установлен неоднозначный эффект различных видов физических (плазменных и электромагнитных) воздействий: на сельскохозяйственные и лекарственные культуры. Наиболее положительные результаты отмечены при электромагнитном воздействии из расчета на объем семян. Однако разные сорта одного и того же вида растений неодинаково реагировали на различные режимы воздействия.

Таким образом, повышение урожайности и качества урожая отмечается только при определенных параметрах электромагнитных полей, таких как длительность воздействия, частотный диапазон, плотность мощности, пространственные характеристики электромагнитного поля. Каждая сельскохозяйственная культура имеет свой оптимум этих параметров. Более того, даже семена растений одного и того же вида и сорта, произраставшие на разных полях, убранные в разные сроки, высушенные при различившихся режимах сушки, хранившиеся в разных температурно-влажностных условиях имеют разные оптимумы.

Перспективность данных работ обусловлена возможностью экономии финансовых средств в сельскохозяйственном производстве за счет снижения объемов закупки элитных семян, а также отсутствием необходимости применения традиционных химических и биологических методов их предпосадочной подготовки.

Литература

1. Бабенко, А.А. СВЧ импульсная предпосевная обработка семян.: Дис. ... канд. техн. наук 05.20.02. – М., 1993. – 180 с.
2. Цуленок, Г.И. Система исследования электротехнологических процессов ВЧ и СВЧ обработки семян: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.02. – Красноярск, 2003. – 302 с.