

СТИМУЛИРОВАНИЕ ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ПОЛЕМ

Е.А. Городецкая, канд. техн. наук (ГНУ «ЦБС НАН Беларуси»); В.С. Корко, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ); В.В. Ажаронк, канд. физ.-мат. наук (ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси»)

Аннотация

Рассмотрены электрофизические процессы стимулирования всхожести семян. Приведены результаты экспериментальных исследований воздействия высокочастотного поля на семена злаковых и бобовых культур при предпосевной обработке.

The electrical-physical processes of stimulation of the seed germination have been considered. The results of the experimental researches on the influence of high-frequency field on the seeds of cereal and legume crops at pre-treatment are given.

Введение

Семена, проростки и растущие растения подвергаются ряду благоприятных и еще гораздо большему количеству негативных воздействий. Тем не менее, именно активизация семени и начальные зародышевые стадии растения являются наиболее податливыми в приобретении устойчивости к действию стрессоров. В этой связи семена являются, с одной стороны, носителями информации о растении, с другой же – исходным материалом для повышения адаптивных свойств формирующихся из них растений к действию неблагоприятных абиотических факторов [1].

Известны различные методы стимулирующего воздействия на семена – физические (гормонизация семян) и химические (регуляторы роста – брассиностероиды, гиббереллины, ауксины, янтарная, парааминобензойная, салициловая, жасминовая кислоты, гуминовые соединения, фунгициды, пестициды и др.), многие из которых не нашли широкого применения при промышленном возделывании сельскохозяйственных культур по многим объективным и субъективным причинам [1, 2].

Исследователи отмечают положительный эффект обработки семенного материала различных культур при использовании электрофизических методов, когда действующими факторами являются магнитные и электрические составляющие электромагнитного поля. Так, например, выявлено повышение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян пшеницы, кукурузы, ячменя и подсолнечника после их обработки слабым (величина магнитной индукции $B \approx 3 \dots 15$ мТл) низкочастотным и сверхвысокочастотным полями [3, 4]. Установлено улучшение начальных ростовых процессов семян озимой пшеницы и ячменя в результате воздействия постоянного магнитного поля с индукцией $B \approx 1,5$ Тл [4]. Обеспечивается стимулирование процесса прорастания семян хлопчатника обработкой пе-

ременным электрическим полем напряженностью $E \approx 10^4$ В/м и частотой $f \approx 1$ кГц [5].

Целью настоящей работы является исследование эффективности предпосевной обработки семян злаковых и бобовых культур белорусской селекции и возможности интенсификации ростовых процессов высокочастотным электромагнитным полем.

Перспективность применения таких методов обусловлена высокой биологической активностью электромагнитных полей во всех частотных диапазонах, а также экономичностью и экологической безопасностью этих методов и возможностью автоматизированного мониторинга процесса обработки. Исследователи отмечают дополнительный технологический эффект электрофизической обработки семян, выраженный в повышении устойчивости семян и растений к заморозкам и засухе, а также в угнетении фитопатогенов [1, 3], что позволяет частично или полностью отказаться от использования ядохимикатов.

Основная часть

Семена злаковых культур (ячмень «Дзівосны», пшеница «Былина», рожь «Пуховчанка») и фасоли «Нежная» после разделения и очистки на диэлектрическом сепараторе были подвергнуты физическому воздействию высокочастотного емкостного разряда в воздухе при атмосферном давлении на экспериментальной установке, созданной на основе генератора высокочастотного тока ВЧИ-62-5-ИГ-101 [6]. Установка позволяла возбуждать электромагнитное поле и стабильно горящий в нем планарный емкостной α -разряд на частоте 5,28 МГц. Фрагмент схемы экспериментальной установки для высокочастотной обработки образцов семян приведен на рис. 1.

Семена обрабатывались высокочастотным полем с экспозицией 7, 15 и 30 минут. Контрольными для них служили необработанные семена.

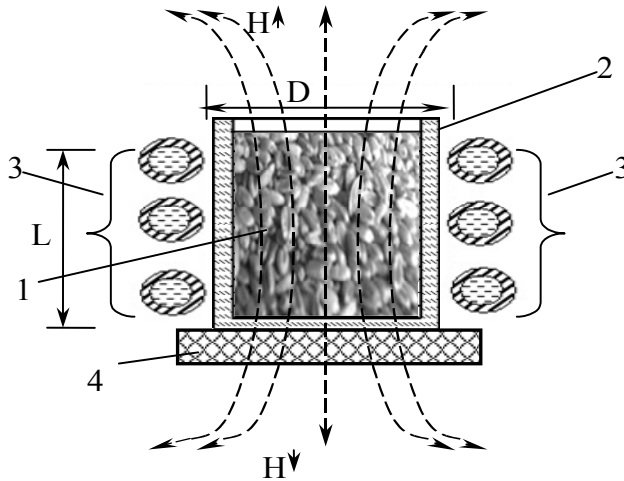


Рисунок 1. Фрагмент схемы экспериментальной установки для высокочастотной обработки семян в трехвитковом индукторе длиной $L = 90$ мм с внутренним диаметром 80 мм на удалении 40 мм от его верхнего среза:

1 – семена; 2 – стеклянная емкость; 3 – охлаждаемый индуктор; 4 – диэлектрическая подставка; H – направление силовых линий магнитной составляющей ВЧ электромагнитного поля; D – диаметр катушки с семенами

Всхожесть определяли по лабораторной всхожести 100 семян, пророщенных при температуре $+21^{\circ}\text{C}$ в чашках Петри по общепринятой методике. Пророщены считали семена с зародышевым корешком более 0,5 см. Процент всхожести устанавливали отно-

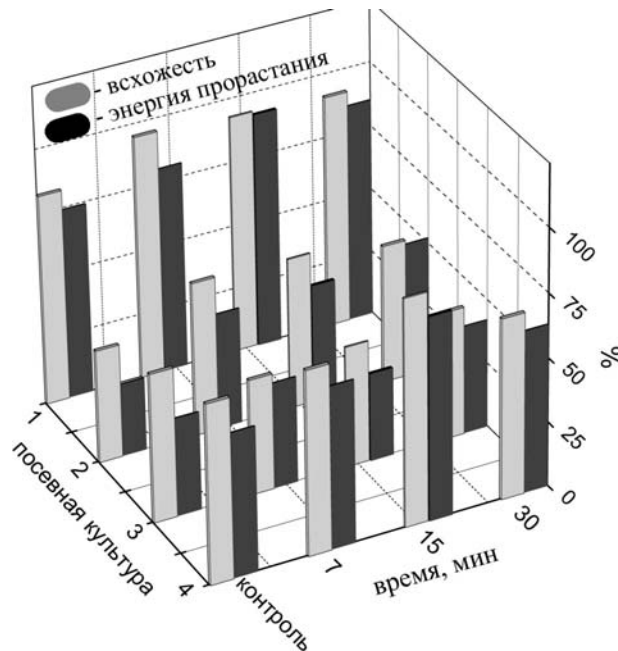


Рисунок 2. Всхожесть и энергия прорастания семян злаковых культур и фасоли в зависимости от времени воздействия высокочастотного поля:

1 – пшеница «Былина»; 2 – фасоль «Нежная»; 3 – ячмень «Дзівосны»; 4 – рожь «Пуховчанка»

шением нормально проросших семян к общему их количеству. Для каждого образца определяли энергию прорастания (количество семян, нормально проросших за более короткий срок, для каждой культуры) и некоторые морфометрические показатели проростков (длина и масса корней и проростков на 3-й, 7-й и 10-й день онтогенеза).

Все исследования проводились в четырёхкратной повторности, полученные результаты обрабатывались с использованием компьютерной программы «Statistica 6.0», данные считали достоверными при $P < 0,05$. Величины расхождения между исследуемыми данными в выборке и генеральной совокупности рассчитывали с использованием статистической ошибки для среднего. Диапазон, в котором с заданной вероятностью находились исследуемые величины для генеральной совокупности, рассчитывали с помощью доверительного интервала для средней величины. Сравнение выборок выполняли по среднему значению величины, по дисперсиям.

При обработке семян среднеквадратичные величины напряженности магнитной H и электрической E составляющих электромагнитного поля на оси индуктора были равны, соответственно, 590 А/м ($B \approx 1\text{ мТл}$, с погрешностью $\sim 6\%$) и 12700 В/м (с погрешностью $\sim 4\%$). Амплитудные значения напряженностей достигали соответственно 835 А/м ($B \approx 1,5\text{ мТл}$) и 17960 В/м. Фоновая магнитная индукция поля Земли – $B_3 \approx 0,05\text{ мТл}$. Погрешность воспроизведения режима работы генератора не превышала 0,5%, вследствие чего суммарная погрешность определения величины напряженности электромагнитного поля, действующего на образец, была не более 10%. Длительность вывода генератора на стационарный режим и возврата его в исходное состояние составляла ~ 3 с. Длительность стационарной стадии воздействия составляла $t = 7, 15$ и 30 мин. Контроль термического нагрева семян в результате воздействия электромагнитного поля проводился с использованием хромель-алюмельовой термопары. Измерение величины электродвижущей силы термопары осуществлялось с помощью милливольтметра М2018, начиная с момента выключения электромагнитного поля.

Результаты исследований по определению влияния различных режимов высокочастотной обработки на всхожесть, энергию прорастания, длину проростков и накопление биомассы злаковых культур приведены на рис. 2, 3 и в табл. 1, 2.

Как видно из диаграммы на рис. 2, всхожесть и энергия прорастания значительно повышаются в результате высокочастотной обработки у таких культур как пшеница «Былина», фасоль «Нежная», рожь «Пуховчанка» и практически не изменяются у ячменя «Дзівосны». Вместе с тем, при дальнейшем проращивании стимулирующий эффект высокочастотной обработки семян сказывается на длине проростков и накоплении биомассы для всех исследуемых культур (табл. 1, 2).

Таблица 1. Длина 7-дневных проростков злаковых культур в зависимости от продолжительности высокочастотной предпосевной обработки семян

Культура	Режим обработки							
	Контроль		7 мин		15 мин		30 мин	
	мм	мм	%	мм	%	мм	%	
Рожь «Пуховчанка»	13,3	14,5	109,02	10,0	75,19	11,7	87,97	
Ячмень «Дзівосны»	9,8	10,0	102,04	11,0	112,25	10,3	105,1	
Пшеница «Былина»	11,3	11,4	100,88	11,0	97,35	13,1	115,93	

Таблица 2. Влияние экспозиции высокочастотной предпосевной обработки семян на накопление биомассы 7-дневными проростками злаковых культур

Культура	Режим обработки							
	Контроль		7 мин		15 мин		30 мин	
	г	г	%	г	%	г	%	
Рожь «Пуховчанка»	2,6	2,7	103,8	2,7	103,8	2,4	92,3	
Ячмень «Дзівосны»	2,5	2,5	100	2,4	96	2,4	96	
Пшеница «Былина»	2,3	2,4	104,3	2,4	104,3	2,5	108,7	

Анализ экспериментальных данных показывает, что высокочастотное поле оказывает определенное биологическое воздействие на семена злаковых и бобовых культур. При этом в зависимости от режимов обработки имеет место в различной степени стимулирующий или угнетающий эффект, что требует учета этих особенностей.

Максимальный эффект наблюдается для ржи «Пуховчанка» при минимальном времени обработки высокочастотным электромагнитным полем (7 мин.), для ячменя «Дзівосны» – в среднем режиме (15 мин.), а для пшеницы «Былина» – при длительной обработке (30 мин.). Аналогично, длительной обработки (20 мин.) требует фасоль (рис. 3).

Таким образом, применение высокочастотного



Рисунок 3. Проростки семян фасоли «Нежная», обработанные высокочастотным полем: слева направо – в течение 20 мин.; 10 мин.; без обработки

метода обработки семенного материала является эффективным способом повышения качественных показателей семян злаковых и бобовых культур.

Заключение

Результаты исследования показывают, что разные культуры избирательно чувствительны к дозе высокочастотного воздействия, но во всех опытных партиях наблюдается устойчивый технологический эффект, выраженный в стимуляции жизнедеятельности семян, увеличении энергии прорастания и всхожести на 8...10% и более.

При использовании установки, возбуждающей электромагнитное поле и стабильно горящий в нем планарный емкостной α-разряд на частоте 5,28 МГц, можно рекомендовать следующие режимы высокочастотной обработки семян: ржи «Пуховчанка» – 7 мин., ячменя «Дзівосны» – 15 мин., пшеницы «Былина» – 30 мин., фасоли «Нежная» – 20 мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спиридович, Е.В. Протеомный подход для изучения эпигенетического контроля генной экспрессии у растений под влиянием различных воздействий/ Теоретические и прикладные аспекты биохимии и биотехнологии растений / Е.В. Спиридович, А.Б. Власова, В.И. Горбачевич, В.Н. Решетников // Сборник научных трудов межд. конф., 14-16 мая 2008 г. – Минск, 2008. – С. 61- 66.
2. Ламан, Н.А. Физиологические основы и технологии предпосевной обработки семян: ретроспективный анализ, достижения и перспективы / Н.А. Ламан //Материалы 5 Межд. науч. конф., 28-30 ноября 2007 г. – Минск, 2007. – С. 3.
3. Dhayal Marshal, Lee Sook-Young, Park Sang-Un// Vacuum, Jan, 2006. – Vol. 80. – P. 495- 499.
4. Gorchakov, A.M. Abstr. of 14th Int. Conf. on Surface Modification of Material by Ion Beams/ A.M. Gorchakov, I.V. Tereshko, F.A. Gorchakova, V.V. Abidzina, I. E. Elkin. – Kusadasi, 4-9 September, Turkey, 2005. – P. 267.
5. Люминесцентный контроль функционального состояния растительных объектов/ Н.Г. Калинин [и др.] //Биофизика, 2005. – Т. 50. – Вып. 2. – С. 361-365.
6. Влияние плазменно-микроволновой обработки на посевные качества семян / Е.А. Городецкая, В.В. Ажаронок, И.И. Филатова и др. // Доклады НАН Беларуси, 2007. – №6, т.51. – С. 68 – 73.