

УДК 631.588.9

**ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ В
СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОБЗОР ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВ**

Ю.А. Гордеев

Полесский государственный университет, Минск

Аннотация: Статья посвящена применению плазменных технологий, в частности, гелиевой низкотемпературной плазмы, в различных отраслях сельского хозяйства. В работе систематизированы данные экспериментов о влиянии предпосевной обработки семян основных сельскохозяйственных культур и их стимуляции роста перед посевом в лабораторных экспериментах, а также приведены конкретные примеры полевых и производственных испытаний.

Ключевые слова: низкотемпературная гелиевая плазма, сельское хозяйство, предпосевная об-

работка семян, стимуляция роста, урожайность, лабораторные и полевые испытания, плазмотроны сельскохозяйственного назначения.

Введение. Современное сельское хозяйство сталкивается с беспрецедентными вызовами: распаханное население планеты, климатические изменения, деградация почв, ограниченность ресурсов и необходимость сокращения использования агрохимикатов требуют поиска инновационных, экологически безопасных и высокоэффективных решений. В этом контексте технологии с использованием низкотемпературной гелиевой плазмы (НТГП) представляют собой одно из наиболее перспективных направлений.

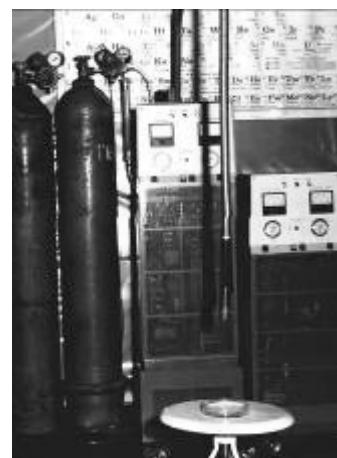
Низкотемпературная гелиевая плазма (НТГП) – это особое состояние вещества, представляющее собой полностью или частично ионизированный газ (плазму), который представляет собой уникальную среду, объединяющую совместное действие УФ-излучения, ЭМИ, заряженных частиц (ионов, электронов), СР и реактивных форм кислорода и азота (АФК и АФА), таких как озон, атомарный кислород, оксиды азота и др. Это сочетание обеспечивает широкий спектр положительных биологических эффектов – от бактерицидного и фунгицидного до стимулирующего рост и регенерацию растений и животных.

Для генерации НТГП используются плазменные потоки, которые генерируются внутри сопла специального плазмотрона сельскохозяйственного назначения и в виде струи выходит из сопла, что позволяет локально и бесконтактно обрабатывать семена с.-х. культур. Чаще всего в качестве рабочего газа используется гелий или аргон [1].

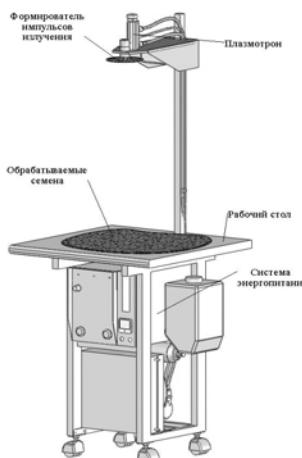
Плазменные технологии в растениеводстве – технологии плазменной обработки семян перед их посевом, которые дают возможность активизировать все жизненные процессы и более полно использовать потенциал семян сельскохозяйственных культур [2].

В основном все вегетационные опыты проводились в лаборатории биофизики «Смоленской ГСХА», полевые – на опытных участках учхоза «Смоленский», производственные – на полях хозяйств Смоленской области с 1994 по 2006 годы.

Материалы и методы. Для проведения экспериментов были созданы специальные сельскохозяйственные плазмотроны, работающие на инертном газе гелий: лабораторные СУПР-М и СУПР-К; стационарный комплекс АБФ-1 и мобильный комплекс «АгроПлаза-М», обеспечивающие предпосевную обработку семян плазмой с производительностью до 2 тонн в час (рис.).



Общая схема установки «СУПР-М»



Общая схема установки «СУПР-К»

Рисунок – Различные модификации лабораторных плазмотронов с.-х. назначения

При проведении лабораторных и полевых опытов главные усилия были сосредоточены на совершенствовании технологических процессов применения плазмы в растениеводстве. Для этих целей было разработано, изготовлено и установлено на плазменных генераторах специальное устройство – обтюратор и изучена эффективность сверхкоротких импульсов. Так же были изучены важнейшие параметры плазменных установок - сила тока, возбуждающего плазменную дугу, участки спектра плазмы, расстояние от сопла плазмотрона до семян, длительность хранения семян после облучения до посева и др. На практике была доказана возможность внедрения плазменных

технологий в современное сельскохозяйственное производство (табл.).

Таблица – Эффективность предпосевной обработки семян с-х культур излучениями гелиевой плазмы (1994-2006 годы)

Культура, вид продукции, год	Варианты	Урожайность, ц/га
1994-1998 годы ячмень (зерно)	контроль / плазма	20,2 / 39,2
1997-1999 годы амарант: зел. масса	контроль / плазма	131,2 / 196,3
1997-1998 годы картофель	контроль / плазма	212,8 / 254,4
2000 год оз. пшеница (зерно)	контроль / плазма	22,1 / 27,6
2001 год яр. пшеница (зерно)	контроль / плазма	18,2 / 28,4
2002 год оз. рожь	контроль / плазма	27,1 / 39,5
2002 год соя (сорт Щара)	контроль / плазма	10,4 / 14,6
2002 год лен (семена)	контроль / плазма	0,28 / 5,1
2004 год лен (соломка)	контроль / плазма	13,47 / 16,98
2003-2005 годы клевер луговой	контроль / плазма	617 / 652
2004-2006 годы козлятник восточный	контроль / плазма	239 / 332

Например, урожайность зерна ячменя на варианте с обработанными плазмой семенами составила 38,5 ц/га, а на контрольном, где семена не обрабатывали плазмой, но агротехнический фон такой же - 23,4 ц/га или на 64,5% меньше. При этом значительно уменьшалась засоренность посевов сорной растительностью. Такую же прибавку этой культуры в изучаемых природно-хозяйственных условиях дает внесение в почву 8 ц/га минеральных удобрений. Урожайность зеленой массы амаранта на контрольном варианте составила 301,5 ц/га, на варианте с обработкой семян плазмой (на том же агрофоне) - 461,2 ц/га или на 53% больше. Одновременно в урожае ячменя и амаранта при обработке их семян гелиевой плазмой произошли существенные качественные изменения - увеличилось содержание белка и калия, что свидетельствует о повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Опыт с картофелем так же показал положительные результаты. Урожайность клубней на контрольном варианте 212,8 ц/га, на варианте с предпосевной обработкой клубней плазмой - 254,4 ц/га, что на 20% больше. Поражение фитофторозом в первом случае составило 70%, во втором – 2%, что позволяет резко сократить применение пестицидов. Что касается возделывания в полевых условиях многолетних трав, специфика которых состоит в том, что урожай они начинают формировать на второй год жизни, то прибавка урожая сена клевера, например, в среднем за 3 года составляла 5-7% при существенном повышении содержания в нем белка [3].

Эффективность использования низкотемпературной плазмы доказана не только в лабораторных, но и в производственных условиях. Широкая производственная проверка новой технологии была проведена в хозяйствах Смоленской и Ростовской областей и на полях Краснодарского края.

Результаты исследования и их обсуждение. Исходя из приведенных результатов исследований и накопленно **Заключение.** го экспериментального материала по предпосевной обработке семян сельскохозяйственных культур излучениями низкотемпературной гелиевой плазмы, можно предложить эти инновационные методы для широкого внедрения в производство при возделывании сельскохозяйственных культур по инновационным технологиям. Это позволит получить более высокий и качественный урожай при минимальных затратах на предпосевное облучение посевного материала, что крайне важно в нынешних экономических условиях. Применение предпосевного облучения семян улучшит и экологическую обстановку за счет снижения химической нагрузки на полях, так как этот метод позволяет получать урожай высокого качества при применении минимальных доз минеральных удобрений, гербицидов и пестицидов [4].

Но, несмотря на впечатляющие успехи, широкое внедрение плазменных технологий в сельском хозяйстве сталкивается с рядом проблем.

Так, требуются более углубленные исследования для определения точных и эффективных режимов обработки (мощность, время экспозиции, тип газа) для каждого конкретного объекта (вид культуры, сорт, тип продукции). Необходима разработка и инженерная оптимизация установок, способных обрабатывать большие объемы семян или продукции в непрерывном режиме, что актуально для элеваторов, семенных селекционных станций и зерновых складов. Разработка мобильных установок для производства плазменных удобрений непосредственно в хозяйствах может

кардинально снизить затраты на логистику и закупку минеральных удобрений.

Заключение. Будущие направления исследований должно заключаться в изучении отдаленных последствий плазменной обработки на растения и их последующие поколения. Комбинирование плазменной технологии с другими щадящими методами (например, УФ-облучение, озонирование). Разработка стандартов и регламентов безопасности для промышленного применения. Создание роботизированных комплексов для точечной обработки растений в теплицах.

Список использованных источников

1. Гордеев, Ю. А. Действие биологически активных излучений низкотемпературной гелиевой плазмы на семена клевера / Ю. А. Гордеев // Плодородие. – 2009. – №5. – С. 27-28.
2. Гордеев, А. М. Биофизические основы эколого-адаптивного земледелия (Введение в агро-биофизику) [Текст]: Монография / А. М. Гордеев. – Смоленск: Смядынь, 1999. – 316 с.
3. Гордеев, Ю. А. Стимулирование биологических процессов в семенах растений излучениями низкотемпературной плазмы [Текст]: Монография / Ю. А. Гордеев. – Смоленск: Универсум, 2008. – 196 стр.
4. Гордеев, Ю. А. Научные аспекты плазменных технологий в АПК [Текст]: Статья / Ю. А. Гордеев // Сб. мат. межд. науч. конф. «Активизация роли молодых ученых – путь к формированию инновационного потенциала АПК», посвященной 70-летию профессора, заслуженного деятеля науки РФ Гордеева А.М. – Смоленск: Смоленская ГСХА, 2009. – С. 11-19.