

2. Бегун, С. А. Влияние клубеньковых бактерий на продуктивность сои в районах давнего соосеяния: Автореф. дис. ... канд. б. наук. – Ленинград, 1983. – 180 с.

3. Rhizobiaceae молекулярная биология бактерий взаимодействующих с растениями / пер. с англ. под ред. И.А. Тихоновича и Н.А. Проворова. Санкт-Петербург: ООО «ИПК «Бионт», 2002. – 567 с.

4. Новикова Н. И. Современные представления о филогении и систематике клубеньковых бактерий / Н. И. Новикова // Микробиология. 1996. – Том 65. – № 5. – С. 437–450.

5. Keyser, H. H. Fast – growing rhizobia isolated from root nodules of soybean / H. H. Keyser, B. Bohlool, T. S. Hu, D. E. Weber // Science. – 1982. – Vol. 215. – P. 1631–1632.

6. Jordan, D. C. Transfer of *Rhizobium japonicum*, Buchanan 1980 to *Bradyrhizobium* gen. nov., a genus of slow growing root nodule bacteria of leguminous plants / D. C. Jordan // Internat. J. System. Bacteriol. – 1982. – Vol. 32, № 1. – P. 136–139.

7. Scholla, M. *Rhizobium fredii* sp. nov., a fastgrowing species that effectively nodulates soybeans / M. Scholla, G. H. Elkan // Internat. J. System. Bacteriol. – 1984. – Vol. 34. – № 4. – P. 484–486.

8. Бегун, С. А. Быстрорастущие формы клубеньковых бактерий сои в почвах Приамурья / С. А. Бегун, В. А. Тильба // Бюл. ВИР. – Санкт-Петербург, 1992. – Вып. 220. – С. 78–85.

9. Тильба В. А. Природные популяции ризобий сои и их использование в соевых агроценозах / В. А. Тильба, С. А. Бегун, М. В. Якименко // Инновационная деятельность аграрной науки в Дальневосточном регионе: сб. научн. тр. / Владивосток. 2011. – С. 95–102.

УДК 631.531.16533:58.036

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ БИОАКТИВАЦИИ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Л. А. Каманина, вед. науч. сотр. лаборатории первичного семеноводства и семеноведения канд. с.-х. наук; **В. Т. Синеговская**, директор акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф.; **Е. Н. Комогорцева**, лаборант-исследователь лаборатории земледелия, агрохимии и защиты растений.

ФГБНУ «Всероссийский НИИ сои»

В статье представлен информационный обзор об исследованиях в области изучения влияния низкотемпературной плазмы на биохимические и физические процессы в семенах сельскохозяйственных растений, их качество и продукционные процессы, обеспечивающие величину урожайности растений. Показана роль биоактивации семян в повышении урожайности зерна полевых и овощных культур, приводится краткая информация об изучении воздействия низкотемпературной аргоновой плазмы на посевные качества семян сои.

Ключевые слова: *низкотемпературная плазма, растения, семена, сельское хозяйство, биоактивация, посевные качества.*

В начале XXI века развитие общества определяется поиском принципиально новых подходов при решении продовольственной проблемы, так как дальнейшая интенсификация возделывания с.-х. культур с каждым годом становится все более затратной и менее эффективной, обеспечивая все меньшие прибавки урожая, а активное использование химических средств защиты растений приводит к загрязнению окружающей среды. В таких условиях получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур возможно лишь при использовании инновационных технологий на качественно новом уровне. При этом должно предусматриваться их максимальное согласование с биологическими, сортовыми особенностями культуры, а также с экологическими требованиями агроэкосистем.

В последние десятилетия активно ведется поиск физиологических, биохимических и биофизических средств и приёмов, направленных на реализацию генетического потенциала, повышение неспецифической устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам, усиление адаптивного потенциала растений с целью роста и стабилизации урожая.

Успехи физики и химии открывают все новые и новые возможности воздействия на прорастание семян. Накоплен большой материал о положительном влиянии на семена многих физических воздействий: гамма-излучения, электромагнитного поля, ультрафиолетового облучения и т.д. Новым физическим ме-

тодом, для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур, является применение низкотемпературной плазмы – потока заряженного газа, получаемого при атмосферном давлении и имеющего температуру окружающей среды. Плазменная обработка семян – экологически безопасный способ регулирования роста, развития и урожайности растений. При обработке семян плазмой сбалансированы необходимые факторы воздействия: температура, давление, влажность, время обработки, ультрафиолетового излучения, электрических и магнитных полей, активных продуктов плазмохимических реакций. К биологически активным компонентам низкотемпературной плазмы, способным инициировать различные биологические реакции, относятся свободные электроны, атомы и радикалы; возбужденные частицы, УФ-излучение, слабые электромагнитные поля и другие, менее значимые компоненты [1].

Плазменная обработка семян активирует ряд внутриклеточных процессов, генетически заложенных природой. В результате биоактивации семян плазмой происходит ускорение начального этапа онтогенеза, что позволяет поднять биофизический потенциал растений. Исследования зерновых культур показало, что стимулирующий эффект плазмы проявляется в ускорении темпов роста coleoptиле и корешков зародышей, повышении лабораторной всхожести [2–4]. Это объясняется тем, что воздействие активных частиц плазмы вызывает изменение морфологии оболочки семян, прогрев всего объема семян, стимулируется природная информационная программа развития и жизни [5]. При попадании в благоприятную среду, они активно впитывают влагу и питательные вещества, находящиеся в почве. Этим обеспечивается высокая энергия прорастания и быстрое развитие растений. Плазменная ВЧ обработка с применением плазмообразующего газа аргона увеличивает всхожесть семян в среднем на 21 %, а силу роста до 38 % у семян кукурузы, пшеницы, тыквы [6].

Повышение смачиваемости семян после воздействия плазмы усиливает эффективность их предпосевной обработки растворами биомикроэлементов, стимуляторов и пестицидов. Обработка плазмой семян кукурузы Машук 170 при последующем их замачивании в растворе стимулятора Гумистин и протравителя Витавакс 200 ФФ увеличивает длину проростков и корней приблизительно на 30 %. Обработка семян сои сорта Гармония позволяет понизить до 70 % от рекомендуемой дозы необходимую для подавления корневой гнили концентрацию фунгицида «Максим» [7].

В процессе плазменной обработки наблюдается обеззараживание семян, в результате чего снижается заболеваемость растений, повышается устойчивость семян и растений к грибковым и бактериальным заболеваниям, т.к. продукты распада плазмы (диоксидат азота) обеспечивают фунгицидное действие, снижая концентрацию грибов на поверхности семян более чем в два раза [6, 8].

Изучая биохимические процессы, исследователи установили, что после плазменной обработки семян отмечается более высокое содержание концентрации свободных радикалов в метаболически активных частях семян, молекулярная структура которых отличается от контроля, в результате этого изменяются их химические и физические свойства. При облучении семян с.-х. культур плазмой в них повышается активность амилазы, каталазы, протеолитических и других ферментов. Так, в семенах клевера лугового, подвергшихся излучению плазмой активность каталазы была в 1,7...2 раза выше, чем у необработанных. Активность амилаз в обработанных семенах повышается по отношению к контролю в 2,2...7,8 раза. В семенах с высокой активностью амилаз отмечена более высокая энергия прорастания и сила роста. Это говорит о лучшей мобилизации пластических веществ и доступности энергии для развития проростков [2].

В обработанных плазмой растениях наблюдается увеличение содержания хлорофилла, возрастает интенсивность фотосинтеза (в 1,8 раза) и дыхания (на 65...70 %) растений. Быстрый рост интенсивности дыхания, в свою очередь свидетельствует о том что увеличиваются затраты энергии растением на поддержание гомеостатических механизмов [2]. Таким образом, применение плазмы для обработки семян может быть одним из способов регулирования продукционного процесса.

После плазменной обработки семян повышается ценность плодов и других органов растений за счёт накопления в них белков, сахаров, органических кислот, витамина С, микроэлементов и других полезных веществ [9]. При биоактивации семян плазмой возрастает устойчивость растений к воздействию внешних стрессоров [7], увеличивается урожай и экологическая ценность продукции. Плазменная обработка семян лекарственных трав способствует улучшению фармакологического сырья за счёт увеличения содержания вторичных метаболитов (фенольные соединения, флавоноиды, аскорбиновая кислота) в клетках растений. Известно, что целебные свойства растений обусловлены присутствием в растительных клетках вторичных метаболитов, обладающих гипотензивными, седативными и другими свойствами. Но их содержание в растениях ограничено, что сдерживает их широкомасштабное применение в медицине [10].

У каждой культуры и сорта семена по-разному реагируют на биоактивацию плазмой не одинаково и для них характерны различные области спектров люминесценции [2]. Так, видовая специфика на обработку семян излучениями плазмы многолетних злаковых трав по-разному проявляется у различных видов [11].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте сои совместно с Объединенным институтом высоких температур РАН на протяжении нескольких лет изучают влияние воз-

действия низкотемпературной аргоновой плазмы атмосферного давления на набухание, скорость прорастания, силу роста, всхожесть семян, биометрические показатели и урожайность сои. Получены положительные результаты о воздействии низкотемпературной аргоновой плазмы атмосферного давления на посевные качества и урожайные свойства семян сортов сои. Обработка семян сои излучениями аргоновой плазмы позволила ускорить начальный этап онтогенеза. Плазменная обработка семян сои благоприятно отразилась на устойчивости растений к воздействию внешних стрессоров. Изменение начальных этапов роста приводит к изменению продуктивности растений (рис. 1).

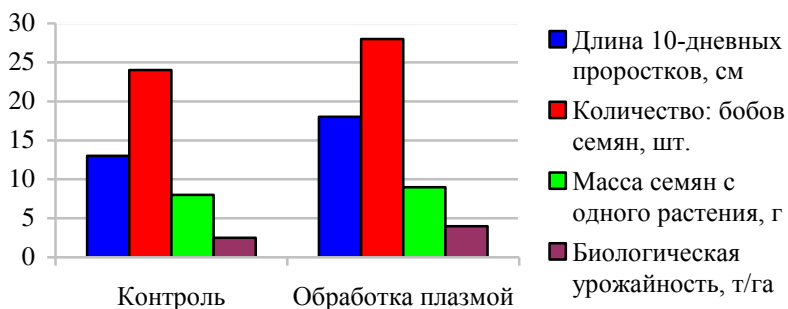


Рисунок 1 – Влияние аргоновой плазмы на рост и развитие растений сои

Новые плазменные технологии наряду с использованием традиционных способов в дальнейшем станут важнейшим направлением в современном растениеводстве, так как позволят разработать способы управления активными системами и организмами, обеспечивая репродукционные процессы у растений.

Литература

1. Гордеев Ю. А. Стимулирование биологических процессов в семенах растений излучениями низкотемпературной плазмы. Монография – Смоленск, 2008. – 196 с.

2. Гордеев Ю. А. Методологические и агробиологические основы предпосевной биактивации семян сельскохозяйственных культур потоком низкотемпературной плазмы / Автореферат на соискание ученой степени доктора биологических наук / Смоленск, 2012. – 46 с.

3. Наумов, Е. В. Модификация поверхности семян кукурузы и сои при их обработке низкотемпературной аргоновой плазмой атмосферного давления / Наумов Е. В., Васильев М. М., Петров О. Ф., Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Синеговская В. Т., Каманина Л. А. // VII Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. (3–7 сентября 2014 г., Плес, Россия): сборник трудов / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново. – С. 292–293.

4. Городецкая, Е. А. Влияние плазменно-микроволновой обработки на семена / Е. А. Городецкая // Известия КГТУ, 2016. – № 40. – С. 132–139

5. Филатова И. И. Влияние режимов воздействия плазмы высокочастотного разряда на стимуляцию всхожести и фитосанитарное состояние семян / И. И. Филатова, В. В. Ажаронков, С. А. Гончарик, В. А. Люшкевич, А. Г. Жуковский, Г. А. Гаджиева // Ж. прикл. спектроскопии. – 2014. – 81, № 2. – С. 256–262. – Рус.

6. Галиуллин, Р. Р. Исследование влияния вне плазменной обработки на посевные свойства семян сельскохозяйственных культур. / Р. Р. Галиуллин, Ф. С. Шарифуллин, А. И. Нагмутдинова, Э. Ф. Вознесенский // Вестник технологического университета, 2016. – Т. 19, № 22. – С. 154–156.

7. Васильев, М. М. Повышение устойчивости к отрицательным и низким положительным температурам и засухоустойчивости растений зерновых культур после обработки их семян низкотемпературной плазмой / М. М. Васильев, Е. В. Наумов, О. Ф. Петров, О. В. Гладышева, Е. В. Гуреева, Е. Ю. Ушакова, Т. А. Фомина, Н. В. Васидьева, Т. И. Трунова, Д. Ю. Журавлев, Н. Ф. Климова, Т. М. Ярошенко, Н. Б. Сальникова, М. С. Хлошок // Проблемы агрохимии и экологии, 2016. – № 2. – С. 26–33.

8. Жданова, О. С. Фунгицидная активность продуктов распада плазмы импульсно-периодического разряд в воздухе, проявляющаяся в отношении грибов, контаминирующих семена зерновых культур / О. С. Жданова, П. А. Гольцова, М. В. Диденко, Э. А. Соснин, В. А. Панарин, В. С. Скакун, И. А. Викторова // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 11 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/74282> (дата обращения: 03.06.2017).

9. Воропаева, Н. Л. Инновационная экологическая безопасная (нано) технология возделывания амаранта / Н. Л. Воропаева, Т. Г. Бе-

лоножкина, В. В. Карпачев, Е. В. Наумов, М. М. Васильев, О. Ф. Петров // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2015. –Т. 11, № 1.– С. 26–30.

10. Люшкевич, В. А. Стимуляция метаболизма лекарственных растений с помощью обработки низкотемпературной плазмой и электромагнитным полем / В. А. Люшкевич, И. И. Филатова, Е. Е. Жукова, Г. Паужайте // Ж. Доклады Белорусского Государственного университета информатики и радиоэлектроники, 2016, № 7 (101) – С. 188–191.

11. Дуткевич, Д. Е. Обоснование режимов обработки семян многолетних трав излучениями низкотемпературной гелиевой плазмы: автореф. дис...с.-х. наук: 06.01.12 / Дуткевич Дмитрий Евгеньевич. – Смоленск, 2005. – 21 с.

УДК 636.085:633.1+635.853.52

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМАЛИЗОВАНО-РАЗНОСТНОГО ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА (NDVI) В АНАЛИЗЕ СОИ

Б. С. Боярский аспирант, *Высшая школа науки и техники;*

Х. Хасегава д-р наук, доц.; **А. Людэ** ассистент профессора.

Институт науки и технологии. Нишгата университет, Нишгата, Япония.

Установлено, что нормализовано-разностный вегетационный индекс (NDVI) позволяет оценить и представить в количественной форме физические свойства поверхности сои. NDVI как средство для сбора данных и измерительный инструмент, является необходимым нововведением для оценки состояния сельскохозяйственной культуры на определенных стадиях роста, питательного режима почвы, агрономических факторов, состояния влажности и сорной растительности. Цель данного исследования – прояснить возможность применения наземного изображения для мониторинга и обсуждение значимости NDVI в анализе сои.

Ключевые слова: *соя, нормализовано-разностный вегетационный индекс (NDVI), урожайность, прогнозирование, зондирование.*

APPLICATION OF NDVI IN SOYBEAN ANALYSIS

Boiarskii Boris graduate student, Graduate School of Science and

Boiarskii Boris graduate student, Graduate School of Science and Technology; **Hasegawa Hideo** Ph.D., associate professor; **Lyude**

Anna assistant professor.