

УДК / UDC 633.511:575.113.4:631.531.17:632.4.01

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАНОПОЛИМЕРНЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН СОИ**
BIOLOGICAL EFFICIENCY OF NANOPOLYMER PREPARATIONS BASED ON CHITOSAN
AND ITS DERIVATIVES IN THE TREATMENT OF SOYBEAN SEEDS

Рашидова Д.К.*, д.с.-х.н., с.н.с.

Rashidov D.K., Doctor of Agricultural Sciences

**Научно исследовательский институт селекции семеноводства и агротехнологии
выращивания хлопка, Узбекистан**

Scientific Research Institute of Seed Breeding and Cotton Growing Agrotechnologies,
Uzbekistan

Амантурдиев Ш.Б., к.с.-х.н., докторант

Amanturdiyev Sh.B., Candidate of Agricultural Sciences

Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, Узбекистан

Tashkent State Agrarian University Tashkent, Uzbekistan

Рашидова С.Ш., д.х.н., академик АНРУз

Rashidova S.Sh., Doctor of Chemical Sciences

Вахидова Н.Р., д.х.н.

Vahidova N.R., Doctor of Chemical Sciences

Институт химии и физики полимеров АН РУз, Ташкент, Узбекистан

Institute of Chemistry and Physics of Polymers, Tashkent, Uzbekistan

Подковыров И.Ю., д.с.-х.н., доцент

Podkovyrov I.Yu., Doctor of Agricultural Sciences

Орзикулов Б.О., магистрант

Orzijulov B.O., Magister's Program Student

Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

*E-mail: etoile111@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

В институте химии и физики полимеров Академии Наук Республики Узбекистан лаборатории синтеза перспективных полимеров под руководством академика АНРУз С.Ш. Рашидовой разработана технология капсулирования и синтезированы нанополимерные препараты. В Волгоградском государственном аграрном университете проведены лабораторные исследования биологической эффективности нанополимерных препаратов на основе хитозана и его производных по защите семян сои от фузариоза. Для испытаний были выбраны полиметаллокомплекс $\text{Cu}^{2+}:\text{Ag}$ в разных соотношениях иона меди и серебра, наноаскорбатхитозан, нанохитозан и аскорбатхитозан. В качестве эталона использован препарат Максим, КС и контроль без обработки. Для определения биологической эффективности препаратов использованы методические рекомендации, разработанные в ВИЗР. Семена проращивались в влажных камерах чашках Петри. В опыте было отмечено, что в контрольном варианте распространённость фузариоза составила 97,8%, а в варианте с эталоном – 72,0%. Препарат Максим, как оказалось, не обеспечивает надёжной защиты семян от загнивания в процессе набухания и прорастания. Полученные данные показывают, что нанополимерные комплексы на основе хитозана имеют высокую биологическую эффективность в защите семян сои против корневых гнилей. Лучшие результаты в опытах показал препарат «Наноаскорбатхитозан». Он снижал распространение фузариоза на 95,19%. Применяемые при обработке семян препараты

«Полимерметаллокомплекс $\text{Cu}^{2+}:\text{Ag}$ », «Нанохитозан» и «Аскорбатхитозан» улучшению всхожести семян сои и могут быть использованы для предпосевной обработки путем капсулирования.

ABSTRACT

In the Laboratory of synthesis of promising polymers of the Institute of Chemistry and Physics of Polymers of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under the leadership of Academician S.Sh. Rashidova developed encapsulation technology and synthesized nanopolymer preparations. Laboratory studies the biological effectiveness of nanopolymer preparations based on chitosan and its derivatives for the protection of soybean seeds from fusarium were carried out at the Volgograd State Agrarian University. The polymeric complex $\text{Cu}^{2+}:\text{Ag}$ in different ratios of copper and silver ions, nanoascorbatechitosan, nanochitosan, and ascorbatechitosan were selected for testing. As a reference, the drug Maxim, CS and control without treatment were used. To determine the biological effectiveness of preparations, methodological recommendations developed in the VIZR were used. Seeds were germinated in wet chambers in Petri dishes. In the experiment, it was noted that in the control variant, the prevalence of fusarium was 97.8%, and in the variant with the standard - 72.0%. The drug Maxim does not provide reliable protection of seeds from decay in the process of swelling and germination. The data obtained show that nanopolymer complexes based on chitosan have a high biological efficiency in protecting soybean seeds against root rot. The best results in the experiments were shown by the preparation "Nanoascorbatechitosan". It reduced the spread of Fusarium by 95.19%. The preparations "Polymermetal complex $\text{Cu}^{2+}:\text{Ag}$ ", "Nanochitosan" and "Ascorbatechitosan" used in seed treatment improve the germination of soybean seeds and can be used for pre-sowing treatment by encapsulation.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Соя, семена, хитозан и его производные, нанополимерные препараты, фузариоз.

KEY WORDS

Soy, seeds, chitosan and its derivatives, nanopolymer preparations, fusarium.

Для получения гарантированных урожаев в сельскохозяйственной практике активно используют химические средства защиты и регуляции роста растений. К ним относятся фитогормоны и их синтетические аналоги, микроэлементы, бактерициды, фунгициды, акарициды и другие биологически активные соединения. Такие химические вещества применяются при обработке семян растений на различных этапах онтогенеза. Применение химических средств защиты растений – пестицидов связано с их влиянием на экологию человека и окружающей среды, чаще с серьезными последствиями.

Диапазон биологически активных полимеров и добавок к ним, используемых в настоящее время, весьма широк. Среди них особое внимание привлекают полисахариды – хитозан, целлюлоза, пектин и их производные. Выбор основан на том, что полисахариды на основе целлюлозы, пектина и хитозана водорастворимы, подвергаются биодegradации, не токсичны, реакционно активны при синтезе их производных - карбоксиметилхитозана, аскорбат хитозана, полимер – полимерных смесей карбоксиметилцеллюлозы – хитозан, пектин – хитозан, полимерметаллокомплексов хитозана с ионами кобальта, меди, железа, никеля, цинка [1].

С учетом этого широко проводятся исследования по разработке экологически безопасных препаратов и использование новых альтернативных технологий предпосевной обработки семян. Многолетние результаты исследований позволили остановить свой выбор на хитозане – полифункциональном полимере, тем более, что в зарубежной сельскохозяйственной практике широко используется хитозан, полученный из панциря крабов (крабовый) [9].

Изучение закономерностей регуляции процессов формирования, созревания и прорастания семян постоянно находится в центре внимания ученых физиологов и биохимиков, так как семена являются для растения структурами воспроизводства и генеративного размножения. Семя определяют как развившуюся после оплодотворения семязачку, содержащую зародыш и запасы питательных веществ. Формированием и полным созреванием семени единожды плодоносящего растения завершается жизненный цикл последнего. С момента биологического отчленения семени от материнского растения начинается жизнь нового поколения. Поэтому семя – это своеобразный носитель жизни определенного генотипа. И как носитель жизни семя характеризуется жизнеспособностью – способностью сохранения жизни, размножения вида. Первым видимым проявлением жизнеспособности семян является их прорастание - сложное биологическое явление, механизмы которого во многом еще не познаны [2].

Но при прорастании семян имеется большая вероятность заражения их болезнями, находящимися на поверхности семян и в почве. Для предотвращения заболеваний растений семена обеззараживаются путем предпосевной обработки семян. Существующие методы такой подготовки семян базируются на обработке семенного материала различными реагентами, чаще токсичными. При наличии позитивных результатов эти методы имеют ряд отрицательных сторон, а именно возможности отравления обслуживающего персонала и заражения окружающей среды.

Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур способствует созданию оптимальных условий на этапе прорастания, стимулирует появление полноценных проростков и всходов с повышенной энергией прорастания, обеспечивает защиту всходов от вредителей и болезней, усиливает адаптацию развивающегося растительного организма к меняющимся условиям среды [3, 5].

К настоящему времени, создан широкий спектр биологически активных веществ (БАВ), в том числе полимерной природы. Они повышают устойчивость растений к болезням, стрессовым факторам – низким температурам, засухе и т.д., стимулируют вегетативный рост и репродуктивную функцию растений [7].

В мировой практике источниками хитинов служат некоторые виды совершенных грибов, ракообразные, панцирные и т.д. [6, 10]. В Узбекистане отходы производства натурального шелка в виде куколок тутового шелкопряда могут быть источником получения хитина и хитозана [9].

Хитозан широко известный продукт. Хитин и хитозан, природные полимеры, получаемые из панциря промысловых ракообразных, из отходов коконов шелкопряда и других источников, обладают множеством полезных свойств, что делает их применимыми, а в ряде случаев, незаменимыми, в промышленности, медицине и сельском хозяйстве. Хитозан имеет некоторые преимущества по сравнению с хитином, так как он растворим в воде. Противогрибковые свойства биологически разлагаемого хитина являются дополнительным преимуществом для экологического применения в сельском хозяйстве [11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторные опыты по обработке семян сои сорта «Волгоградская 1» проведены по методическим рекомендациям ВИЗР [4]. Семена проращивались во влажных камерах в чашках Петри. Каждый вариант опыта имел четыре повторности. Искусственный инфекционный фон создавали, помещая на влажную фильтровальную бумагу суспензию спор *Fusarium oxysporum*, штамм № 100013 получен из Государственной коллекции фитопатогенных организмов и растений идентификаторов Всероссийского НИИ фитопатологии. Он характеризуется II морфотипом, споруляцией 1110,0 млн/чашка Петри и токсичностью. Семена сои предварительно обрабатывали полимерными препаратами на основе хитозана и его производных (Нанохитозан, Наноаскорбатхитозан, Аскорбатхитозан, Полимерметаллкомплекс $\text{Cu}^{2+}+\text{Ag}$ разных

соотношений серебра). В качестве эталона применён препарат Максим, КС (д.в. флудиоксонила 25 г/л). Контроль был без обработки семян. В каждом варианте на день учёта просматривали 100 семян. Степень поражения фузариозом определяли по следующей шкале: 0=признаков поражения нет, 1=поражение до 10% поверхности, 2=поражено 11-25% поверхности, 3=поражено 26-50% поверхности, 4=поражено более 50% поверхности. Результаты опыта обрабатывали методом дисперсионного анализа. По данным наблюдений рассчитывали развитие болезни и биологическую эффективность препаратов по формуле Аббота [4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во время проведения экспериментов выявлена реакция семян на испытываемые препараты. Отмечено, что грибы фузариума развивались в чашках Петри на поверхности влажной фильтровальной бумаги и на поверхности семян. Однако, полимерные комплексы на основе хитозана создавали на поверхности семян барьер для проникновения гриба внутрь прорастающих тканей зародыша и семядолей. Семена в вариантах опыта с контролем и эталоном быстро проросли, а на проростках появились признаки поражения корневыми гнилями (перетяжки, пятна и бурые тяжи внутри корешков). Семена внутри капсулы, образованной оболочкой из хитозанполимерных комплексов, прорастали медленнее. Заражение фузариумом зародыша семени и семядолей значительно снижалось. Признаки поражения наблюдались только у отдельных семян (рисунок 1).



Рисунок 1 – Семена сои сорта «Волгоградская 1» после обработки нанополимерными препаратами на основе хитозана, проращиваемые на инфекционном фоне *Fusarium oxysporum*

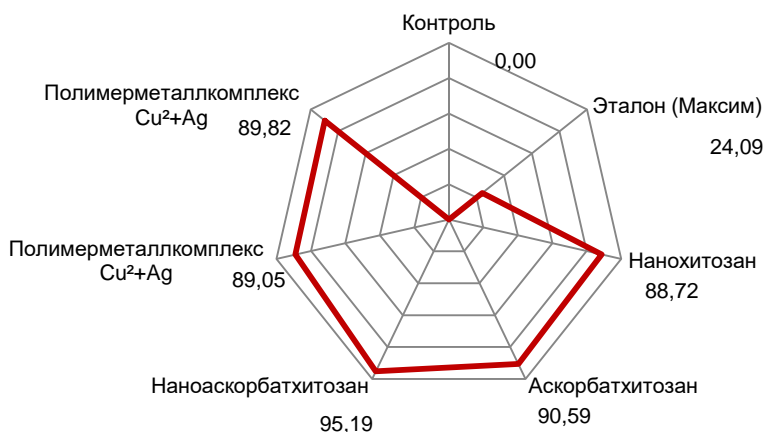


Рисунок 2 – Биологическая эффективность нанополимерных препаратов на основе хитозана для защиты семян сои от фузариоза в сравнении с контролем и эталоном

В опыте было отмечено, что в контрольном варианте распространённость фузариоза составила 97,8%, а в варианте с эталоном – 72,0%. Препарат Максим, как оказалось, не обеспечивает надежной защиты семян от загнивания в процессе набухания и прорастания. Из испытанных нанополимерных препаратов наибольшая биологическая эффективность была отмечена у «Наноаскорбатхитозан» (95,19%). Другие препараты немного уступали по эффективности этому средству, однако значительно превосходили эталон. Биологическая эффективность «Нанохитозан» составила 88,72%, «Аскорбатхитозан» - 90,59%, «Полимерметаллкомплекс $Cu^{2+}Ag$ » – 89,05-89,82% (рисунок 2).

Также на этих вариантах развитие болезни было ниже по сравнению с контролем в 10,9-32,7 раза. Распространение болезни составило от 2,5 до 8,5%, что ниже по сравнению с эталоном в 8,4-28,8 раз. Различия в опытных вариантах и контроле были в пределах 89,3-95,3%. Это указывает на хороший защитный эффект нанополимерных комплексов на основе хитозана для предпосевной обработки семян сои.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные показывают, что нанополимерные комплексы на основе хитозана имеют высокую биологическую эффективность в защите семян сои против корневых гнилей. Лучшие результаты в опытах показал препарат «Наноаскорбатхитозан». Он снижал распространение фузариоза на 95,19%. Применяемые при обработке семян препараты «Полимерметаллокомплекс $Cu^{2+}Ag$ », «Нанохитозан» и «Аскорбатхитозан» улучшению всхожести семян сои и могут быть использованы для предпосевной обработки путем капсулирования.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Азимов Ж.Т., Оксенгендлер Б.Л., Тураева Н.Н., Рашидова С.Ш. Влияние строения биополимера хитозана на его бактерицидную активность // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 2013. Т. 55. № 2. С. 165.
2. Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А., Солоненко Ю.А., Задворнова Ю.В. Современные подходы к оценке посевных качеств семян сельскохозяйственных культур // Земляробства і ахова раслін. 2005. № 2. С. 19-22.
3. Амантурдиев Ш.Б., Рашидова Д.К. Влияние нанопрепаратов на компоненты урожайности пшеницы / Ш.Б. Амантурдиев, Д.К. Рашидова // Актуальные проблемы современной науки. 2018. № 6 (103). С. 168-173.
4. Методическим указаниям по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве», под ред. В.И. Долженко. – СПб: ВИЗР, 2013. – 280 с.
5. Патент РУз № IAP 03956 Способ капсулирования семян / Рашидова С.Ш., Сарымсаков А.А. и др. // Расмий ахборотнома. 2009 г. №7.
6. Плиско Е.А., Нудьга Л.А., Данцов С.Н. // Хитин и его химические превращения // Успехи химии. 1977. Т. XL. VI. Вып. 8. С. 1470-1483
7. Рашидова Д.К., Шпилевский В.Н., Рашидова С.Ш. и др. Эффективность применения полимерной препаративной формы химических средств защиты растений УЗХИТАН // AGROILM-Ташкент. 2008 г. №3 - С. 23.
8. Рашидова С.Ш., Воропаева Н.Л. Водорастворимые полимерные смеси // С.Ш. Рашидова, Н.Л. Воропаева // Ташкент, «Фан» 2006, 187 с.
9. Рашидова С.Ш., Милушева Р.Ю. Хитин и Хитозан *Bombux Mori* Синтез, свойства и применение. / Монография. Ташкент. 2009. - С.213, 248.
10. Daly W.H., Macossay J. // An overview of chitin and derivatives for biodegradable materials application. // *Fibres Text. East. Eur.* 1997. V.5. N3. p.22-27.
11. Nikonovich G.V., Burkhanova N.D., Yunusov M.Y., Yugai S.M., Milusheva R.Y., Voropaeva N.L., Rashidova S.S. Structural and physicochemical study of chitosan and polyvinylpyrrolidone blends // *Chemistry of Natural Compounds.* 2000. Т. 36. № 3. С. 258-262.