

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ассоциация «Аграрное образование и наука»
ФГНУ «Российский научно-исследовательский
и проектно-технологический институт сорго и кукурузы»
(ФГНУ РосНИИСК «Россорго»)

ФГОУ ВПО «Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилов»

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПРЕПАРАТА ЭКСТРАСОЛ (БИСОЛБИСАН)
В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
(на примере кукурузы)**

Рекомендации

Саратов 2007

Использование биопрепарата экстрасол (бисолбисан) в решении задач повышения эффективности экологически ориентированного сельского хозяйства (на примере кукурузы) / Сост. В.И. Жужукин, Л.А. Гудова; ФГНУ РосНИИСК «Россорго»; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2007. –

Рекомендации предназначены для руководителей, специалистов, практических работников всех категорий сельскохозяйственных предприятий

© ФГНУ РосНИИСК
«Россорго», 2007

Введение

Внедрение экологически ориентированных систем сельского хозяйства с применением микробиологических препаратов направлено на повышение рентабельности и экологичности сельскохозяйственного производства в РФ; полноценное использование почвенно-климатического и ландшафтного потенциала территории хозяйств; расширение ассортимента производимой продукции, в том числе за счет экологически чистого продовольствия.

Техническая характеристика биопрепарата экстрасол (бисолбисан)

Активным биоагентом препарата экстрасол (бисолбисан) являются ризосферные азотфиксирующие бактерии и их метаболиты.

Готовый препарат представляет собой чистую культуру бактерий продуцентов:

Arthrobacter mysorens 7, *Flavobacterium* sp.L-30, *Agrobacterium radiobacter* 10, *Agrobacterium radiobacter* 204, *Azomonas agilis* 12, *Bacillus subtilis* 4-13, *Pseudomonas fluorescens* 2137, *Azospirillum lipoferum* 137.

Срок годности препарата от шести месяцев до года со дня выпуска.

Препарат рекомендован для питания растений, предпосевной обработки семян или для внесения в грунт при посеве, для внекорневой подкормки растений и для обработки сельхозпродукции закладываемой на хранение. Технология применения препарата заключается в том, чтобы он был равномерно распределён по всей массе семян и устойчиво удерживался на их поверхности, а также на поверхности вегетирующих растений.

Длительность действия - 1-2 месяца. Фитотоксичность - отсутствует. Действие на теплокровных не отмечено. Меры предосторожности при работе с препаратом: обычные меры личной гигиены. Работа должна проводиться в комбинезонах или фартуках, рукавицах, сапогах. После работы необходимо вымыть руки и лицо.

Физиологический аспект действия биопрепарата

Назначение биопрепарата экстрасол (бисолбисан) далее (БП). Механизм действия при проведении обработок посевного материала сводится к тому, что при инокуляции происходит искусственное заселение поверхности семян полезной микрофлорой. При посеве семян обработанных БП, бактерии, нанесённые на их поверхность, начинают интенсивно размножаться и активно колонизируют ризосферу развивающегося растения. Бактерии, используемые в БП, в процессе своей жизнедеятельности синтезируют вещества ингибирующие развитие таких патогенных видов, как *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Alternaria*, *Ruccinia*, *Phitophthora*, и пр. а также оказывают положительное влияние на развитие полезных микроорганизмов.

Действие (БП) в вегетативной фазе развития растений обусловлено тем, что суспензия микроорганизмов и продуктов их метаболизма, попадающая на вегетирующие растения, способствует регуляции жизненно важных функций и защитно-приспособительных реакций.

Кроме защитных функций необходимо отметить, что, прежде всего данный препарат обладает стимулирующим действием. Повышает иммунитет и усиливает продуктивность растений.

Действие препарата на клеточном уровне направлено на регуляцию и нормализацию физиологических и биохимических процессов в растительной клетке.

По данным изготовителя экстрасол (бисолбисан) - препарат ризосферных, азотфиксирующих бактерий предназначенный для улучшения питания овощных, зерновых и технических культур, а также повышения их урожайности. БП улучшает поступление элементов питания в растения, повышает всхожесть семян, ускоряет развитие растений, снижает поражаемость растений фитопатогенными микроорганизмами, что существенным образом увеличивает продуктивность растений.

Виды обработок.

Обработка семенного материала. Семенной материал различных культур, предназначенных для посева, обрабатывается раствором БП. Достигнуть высокого качества обработки можно на специальном оборудовании (протравитель универсальный ультрамалообъемный ПУМ-ЗОМК). Данное оборудование позволяет равномерно нанести суспензию препарата на поверхность семян. Для обработки семян зерновых культур и кукурузы следует также использовать ПС-10.

В том случае, когда в хозяйстве не имеется специального оборудования обработку можно проводить, используя мелкодисперсионный опрыскиватель, форсунку которого необходимо установить над ленточным транспортером, по которому подается тонким слоем семенной материал. Высота форсунки устанавливается таким образом, чтобы сектор распыления немного перекрывал ширину ленты. Подачу суспензии препарата и скорость движения ленты транспортера регулируется таким образом, чтобы обработанный семенной материал не был чрезмерно влажным или недостаточно обработанным суспензией.

Без применения ПУМ-ЗОМК трудно достигнуть распыления 1 литра суспензии на 1 тонну семян. При применении средств механизации, у которых расход жидкости на тонну обрабатываемого семенного материала превышает 1 литр необходимо к рекомендуемой дозе БП добавить необходимое количество воды. Для повышения адгезионных свойств рекомендуется применение прилипателей (NaKMn, ПВП, ПВС, молочный обрат) в концентрации 2-5 % к объему приготовленного рабочего раствора. На обработанных семенах активность препарата сохраняется в течение 6 месяцев, но наибольшая эффективность его действия отмечается в течение 10-15 дней после проведенной обработки. Дальнейшее хранение обработанных семян обуславливает уменьшение количества бактерий, способных к дальнейшей активации. В том случае, когда для посева используют семена, зараженные патогенной микрофлорой, концентрацию

препарата в рабочей суспензии необходимо увеличить до 2-2,5 литров на тонну семян.

Обработка вегетирующих растений. Обработку вегетирующих растений рекомендуется проводить однопроцентным раствором ЕП (1 литр на 100 литров воды). Для лучшей фиксации препарата на листовой поверхности возможно использование прилипателей. Обработку рекомендуется проводить 1-2% раствором препарата из расчета 2-3 л/га, по мере появления третьего листа. Для лучшей фиксации препарата на поверхности вегетирующих растений обработка выполняется в сухую, но не жаркую, безветренную или с небольшим ветром погоду. Кроме этого, с целью повышения адгезионных свойств препарата, при приготовлении 1-2% рабочего раствора, возможно применение прилипателей. Например: молочный обрат - 5% к объему рабочего раствора.

Физиологический аспект обработки, прежде всего, направлен на то, чтобы стимулировать дифференциацию основания конуса нарастания на зачаточные узлы и междоузлия, что в свою очередь является одним из составляющих факторов продуктивности. Кроме этого, инокулированные вегетирующие части растений более защищены от патогенной, грибной микрофлоры такой как *Puccinia*, *Fusarium*, *Altemaria*, *Erisiphe*, *Helminthosporium*.

Так как многие из вышеназванных патогенов достаточно хорошо переносят низкие температуры очень важно в фазу развития вегетирующих растений обеспечить их надлежащую защиту. Защитное действие рекомендуемого биопрепарата распространяется, прежде всего, на наиболее вредоносные болезни такие как, ржавчина, мучнистая роса, гельминтоспориозы, фузариозы, бактериозы. Например, ржавчина (*Puccinia*); поражая вегетативные органы растений, обуславливает избыточную транспирацию растений, ускоряет усыхание части листьев, ослабляет процесс ассимиляции, понижает активность ферментов. В конечном счете, ржавчина приводит к уменьшению числа зерен в початке и к образованию

легковесных, щуплых зерен. Дополнительные потери ржавчина причиняет вследствие понижения засухоустойчивости пораженных растений.

Стеблестой кукурузы изреживается иногда настолько, что требуется пересев. К корневым гнилям кукурузы относят, поражение всех подземных частей растений и гниль корневой шейки (узла кущения) до первого междоузлия стебля. Возникают они при неблагоприятных условиях для роста растений и развития на ослабленных растениях разных видов грибов (*Fusarium*, *Helminthosporium*, *Altemaria*, *Pennicillium*, *Trihoderma* и др.)

Поэтому своевременная профилактическая обработка биопрепаратом позволяет блокировать развитие патогенных микроорганизмов в начальных фазах развития растения, и это обеспечивает нормальное физиологическое развитие растений. Кроме защитных функций хочется отметить, что, прежде всего, данный препарат обладает стимулирующим действием.

Обработку в фазу 8-10 листьев рекомендуется провести 1% раствором препарата из расчета 2-3 л/га по вегетирующим растениям. Настоящая обработка оказывает наиболее эффективное действие при ее проведении до образования 8-10 листьев. Технологически обработка проводится штанговым опрыскивателем в сухую, но не жаркую, безветренную или с небольшим ветром погоду. Если дневные температуры достаточно высоки (25-30 °C), то обработку лучше проводить во второй половине дня. Для приготовления рабочего раствора, так же как и при предыдущей обработке рекомендуется добавить 5% молочного обрата (в качестве прилипателя) для повышения адгезионных свойств. Следующую обработку целесообразно проводить также 1% раствором по вегетирующим растениям. Более эффективный период для ее проведения - 7-10 дней до начала выметывания. В этом случае также необходимо придерживаться рекомендаций в отношении прилипателей при приготовлении рабочего раствора и обработку проводить при вышеуказанных погодных условиях.

Если из экономических соображений невозможно провести последние две рекомендуемые обработки, то их можно совмещать. В этом случае обработку

следует, проводить через 10-15 дней после образования 8-10 листьев, но при этом учитывать, что эффективность от применения препарата будет несколько снижаться. Можно провести все-таки обработки, но в целях экономии средств рабочий раствор должен быть 0,5%, так как в любом случае это будет эффективней действовать на стимуляцию развития растений, чем при одноразовой.

Физиологический аспект действия препарата на данном этапе направлен на регуляцию и нормализацию физиологических и биохимических процессов в растительной клетке.

Применение БП по вегетирующим растениям позволяет регулировать ферментативную активность в растительных клетках, жизнь которых протекает в постоянном взаимодействии с окружающей средой. Микроорганизмы, содержащиеся в рабочем растворе БП и продукты их метаболизма (витамины, ферменты, гормоны, аминокислоты), попадая на листовую поверхность растений, исполняют роль регуляторов жизненно - важных функций. В процессе своей жизнедеятельности они вырабатывают вещества способные оказывать стимулирующее действие на рост и развитие растений, в результате чего обеспечивается:

- нормализация физиологии и биохимии растительной клетки;
- увеличение индекса листовой поверхности;
- увеличение интенсивности фотосинтеза и дыхания;
- регуляция транспирационного коэффициента и коэффициента водопотребления;
- снижение дефицита усвояемых форм микроэлементов.

Все эти факторы в целом, влияют на продуктивность и на качество выращиваемой продукции. Кроме стимулирующего эффекта обеспечивается дальнейшая профилактическая защита посевов от заболеваний вызываемых различными видами грибов (*Fusarium*, *Sclerotinia*, *Puccinia*, *Septoria*, *Helminthosporium* и др.).

Факторы формирования урожая

Урожай растения формируется в процессе фотосинтеза, роста и развития. Все остальные физиологические процессы, например минеральное питание, водный режим и др., оказывают на урожай такое же влияние, как и на вышеприведенные процессы. С физиологической точки зрения высокий урожай обусловлен оптимальным уровнем агроэкологических факторов, наличием гибридов с высоким потенциалом продуктивности и взаимодействием (как во времени, так и в пространстве) агроэкологических факторов в течение их индивидуального развития – онтогенеза.

В онтогенезе кукурузы решающее значение имеют следующие группы факторов и процессов.

Всходы, которые должны быть выровненными, полными и дружными. Оптимальное число растений на единице площади должно обеспечить развитие оптимальной листовой (ассимилирующей) поверхности на 1 га.

Развитие фотосинтетического аппарата. В дальнейших фазах развития необходим хорошо развитый фотосинтетический аппарат, характеризующийся оптимальным размером, пространственной структурой (угол отхождения листьев, структура листовой поверхности), микроструктурой (анатомия листовой пластинки), биохимическим составом и активностью. На развитие фотосинтетического аппарата в этот период онтогенеза существенное влияние оказывают как признаки генотипа, так и неуправляемые факторы внешней среды. Поэтому процесс его развития во всех проявлениях необходимо оптимизировать с помощью регулируемых человеком факторов: условий минерального питания, орошения, густоты стояния растений, в том числе и создания оптимального состава микроорганизмов в активном слое почвы.

У кукурузы первыми формируются мужские соцветия и лишь на V этапе органогенеза образуются завязи женских соцветий – початков. Початок представляет собой верхушечное соцветие боковых ветвей стебля и развивается из пазушной почки листа. На начальных этапах органогенеза

почки закладываются в пазухах всех листьев, однако развиваются обычно лишь 1-2 початка. Число оплодотворенных зерновок (зерен) на 1 м² посева довольно часто является причиной низкого урожая зерна. Это вызвано тем, что растение кукурузы после оплодотворения не может формировать новые зерновки, так как емкость накопления ассимилятов, образующихся при фотосинтезе, в этой фазе онтогенеза достигает своего максимума. Следовательно:

Емкость накопления = число зерновок на 1 м² × размер зерновки.

Снижение емкости накопления происходит по следующим причинам:

- более высоко расположенные завязи подавляют развитие нижележащих завязей, которые отмирают;

- в фазу цветения лишь из некоторых цветков появляются рыльца, следовательно, оплодотворяется только часть яйцеклеток, т.е. остается один початок на растении (иногда два);

- лишь часть оплодотворенных яйцеклеток развивается в зерновки;

- некоторые зерновки не наполняются ассимилятами (в том случае, когда ухудшаются условия фотосинтеза и ослабевает отток ассимилятов).

Сухая масса зерна у различных гибридов составляет 35-52 % общего сухого вещества надземной массы ($K_{хоз}$). Быстрый и равномерный налив зерновок начинается через 6-12 дней после появления 50 % нитей, скорость формирования зерна составляет 163-181 кг/га в сутки, сроки появления нитей (физиологическая спелость) – 43-60 дней при достоверной их корреляции с хозяйственным урожаем. Иногда формирование высокого хозяйственного урожая может быть результатом сочетания высокой скорости налива зерновок и непродолжительности этого процесса.

Следовательно, масса 1000 зерен кукурузы зависит от скорости и продолжительности периода налива зерновок. Неблагоприятные внешние условия могут оказать существенное влияние на эти процессы. Снижение урожайности гораздо чаще связано с уменьшением числа развитых зерен, чем со снижением массы 1000 зерен.

Физиологическая спелость зерна наступает, когда масса сухого вещества в нем достигает максимума (зерновка содержит примерно 65 % сухого вещества). Хорошим индикатором физиологической спелости зерна служит появление черного слоя на кончике зерновки, который служит показателем окончания оттока ассимилятов в нее. При наличии черного слоя у 75 % зерновок в средней части початка он считается физиологически спелым. Далее влажность зерна продолжает снижаться до тех пор, пока не наступит уборочная спелость, при которой сухая масса зерновки составляет 70-80 %. У кукурузы на силос уборочная спелость характеризуется содержанием в зеленой массе надземной части растений 27-32 % сухого вещества. Этот показатель соответствует фазам молочно-восковой и восковой спелости, при которых сочетание процента и урожая сухого вещества, переваримых азотистых веществ и силосуемой зеленой массы является оптимальным. У раннеспелого гибрида Росс 197 МВ масса 1 растения в фазе молочно-восковой спелости при изреженном посеве значительно выше, чем на контроле. С увеличением густоты стояния выявляется обратная зависимость. У среднераннеспелого гибрида Росс 299 МВ только при загущенном стеблестое выявлено превышение вариантов с обработкой экстразолом (бисолбисаном) над контролем. У среднепозднего гибрида СТК 175 МВ только при 2-х разовой обработке выявлено превышение продуктивности 1 растения во всех случаях, кроме одного, где изучали наибольшую густоту стояния. В данном случае, по-видимому, следует акцентировать внимание на специфичность проявления действия биопрепарата на гибриды кукурузы.

На опытном поле ФГНУ РосНИИСК «Россорго» в 2004-2006 гг. изучали эффективность биопрепарата экстразол (бисолбисан) в трехфакторном опыте (3:5:6), то есть гибриды кукурузы Росс 197 МВ (раннеспелый), Росс 299 МВ (среднераннеспелый), СТК 175 МВ (среднепоздний) при разных густотах стояния растений ($v_1 = 25$, $v_2 = 35$, $v_3 = 45$, $v_4 = 55$, $v_5 = 65$ тыс. шт./га) обрабатывали по вариантам: c_1 – контроль, c_2 – обработка посева в фазе 4-5 листьев, c_3 – обработка посевов в фазе 4-5 листьев и повторная обработка через 10 дней, c_4 – обработка семян, c_5 – обработка семян + обработка

посевов в фазе 4-5 листьев, с₆ – обработка семян + обработка посевов в фазе 4-5 листьев + обработка через 10 дней. Посев проводили в оптимальные сроки. Площадь делянки 15,4 м², повторность трехкратная. Технология возделывания принятая для Нижнего Поволжья. Расход биопрепарата - по нормативам установленным ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН (2004 г.). Действие препарата экстрасол (бисолбисан) направлено на регуляцию и нормализацию физиологических и биохимических процессов в растительной клетке, что отражается на стимулирующем эффекте, при этом обеспечивается профилактическая защита посевов от болезней вызываемых различными видами грибов.

В 2004 г. большая урожайность зерна (14 % влажность) определена у раннеспелого гибрида Росс 197 МВ (5,42 т/га), а в 2005 и 2006 гг. у среднераннеспелого гибрида Росс 299 МВ (6,82 и 5,93 т/га, соответственно). Среднепоздний гибрид СТК 175 МВ по урожайности зерна во все годы исследований уступал гибриду Росс 197 МВ на 0,08-0,73 т/га. В опыте проявляется тенденция роста урожайности зерна гибридов кукурузы в связи с увеличением густоты стояния растений от 25 до 65 тыс. растений/га. Причем значительно увеличивается урожайность зерна в интервале 25-45 тыс. растений/га (62,0 %), и несколько ниже в интервале от 45-65 тыс. растений/га – до 49,2 %.

Существенная прибавка урожая зерна раннеспелого гибрида Росс 197 МВ наблюдалась в 26 случаях, у среднераннеспелого Росс 299 МВ в 27 и у среднепозднего СТК 175 МВ в 27 вариантах из 75, то есть более чем в 30 % случаях получен положительный эффект от обработки биопрепаратом.

В 2006 г. обработка биопрепаратом экстрасол (бисолбисан) гибридов Росс 197 МВ, Росс 299 МВ была неэффективна, по-видимому, это следствие большого ущерба нанесенного посевам кукурузы ливнем и шквалистым ветром: в опыте в начале июля наблюдали сплошное полегание посевов кукурузы, которые затем несколько выправились, однако в большей мере касалось среднепозднего гибрида СТК 175 МВ.

Эффективность вариантов обработки располагается в следующей последовательности: $c_2 > c_3 > c_5 = c_6 > c_4$, то есть вариант включающий обработку вегетирующих растений (фаза 4-5 листьев) наиболее целесообразен (табл. 1).

Таблица 1

Эффективность вариантов обработки биопрепаратом экстрасол (бисолбисан) на посевах кукурузы на зерно

Гибрид	Год	Густота стояния растений, тыс. шт./га					Сумма по строкам
		25 (в ₁)	35 (в ₂)	45 (в ₃)	55 (в ₄)	65 (в ₅)	
Росс 197 МВ	2004	c ₂ , c ₃	c ₂ , c ₃ , c ₅ , c ₆	c ₂ , c ₃ , c ₆	c ₃	c ₂ , c ₆	12
	2005	c ₃ , c ₅	c ₂ , c ₅ , c ₆	-	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₅	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₅	13
	2006	-	-	-	-	c ₆	1
Росс 299 МВ	2004	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₅	-	-	c ₃ , c ₄ , c ₅ , c ₆	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₅ , c ₆	13
	2005	-	c ₂ , c ₄	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₅ , c ₆	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₆	c ₂ , c ₃ , c ₄	14
	2006	-	-	-	-	-	0
СТК 175	2004	c ₂ , c ₄	c ₃	-	-	-	3
	2005	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₅ , c ₆	c ₆	c ₂ , c ₆	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₆	c ₂ , c ₃ , c ₄ , c ₅ , c ₆	17
	2006	c ₅	c ₅	-	c ₂ , c ₃ , c ₅	c ₂ , c ₃	7
Сумма по столбцам		16	12	10	20	22	80

Заключение

1. Создание антистрессовых биологических препаратов для растениеводства – важнейшая задача для микробиологов в современных условиях. От засухи, патогенов, других неблагоприятных факторов ежегодно гибнет значительная часть урожая. При дополнительных исследованиях установлено, что экстрасол (бисолбисан) придает обработанным растениям устойчивость к недостатку влаги, высоким и низким температурам, а также к грибным патогенам.

2. Полученные данные свидетельствуют о том, что экстрасол (бисолбисан) следует относить к активирующим препаратам, так как с его помощью через

соответствующие изменения белоксинтезирующих систем можно дополнительно мобилизовать биологический потенциал растения для перенесения неблагоприятных условий среды и создания высокого урожая зерна кукурузы, при несколько меньшем изменении урожайности общей надземной части.

3. Адаптогенные свойства экстрасола (бисолбисан) к технологии возделывания (в том числе к фактору изменения густоты стояния растений кукурузы) лучше проявляются в годы с благоприятным гидротермическим режимом. В сильнозасушливые годы стимулирующий эффект снижается, однако сохраняется устойчивость растений к патогенным микроорганизмам. На вариантах с обработкой биопрепаратом экстрасол не обнаружено случаев поражения растений пузырчатой головней, ржавчиной, корневыми и стеблевыми гнилями, фузариозом.

4. Биопрепарат экстрасол (бисолбисан), способствует при некоторой стимуляции вегетативного роста кукурузы более эффективному формированию урожая зерна, но у гибридов с различной продолжительностью вегетационного периода стимулирующий эффект формирования урожая зерна (как и всей надземной биомассы) зависит в каждом конкретном случае от густоты стояния растений и способов применения этого препарата в сельскохозяйственной практике.

5. Токсиколого-гигиенические исследования результатов роста растений является важнейшей частью мониторинга в химизации сельского хозяйства, в обеспечении экологической чистоты и безопасности производства и потребления полученной продукции. Рекомендуемый технологический регламент применения препарата экстрасол (бисолбисан) в решении безопасности использования обеспечивается включением препарата экстрасол под названием бисолбисан в «Список пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации».