

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ХРАНЯЩЕГОСЯ ЗЕРНА *

О.А. Монастырский, О.Г. Дузик, С.А. Ермоленко, М.П. Селезнева,
Всероссийский НИИ биологической защиты растений,
Высшая школа Международного бизнеса

В связи с высокой стоимостью, экологической опасностью и недостаточной эффективностью химической защиты хранящегося зерна перспективной технологией контроля токсиногенных грибов в агроценозе и зернохранилищах является биологический метод. Поэтому необходимо создание эффективных отечественных биопрепаратов, супрессирующих развитие и ингибирующих токсинообразование грибов, колонизирующих зерно.

Создание таких биопрепаратов требует совмещения в рецептурах эффективных биоагентов-супрессоров и биологически активных веществ, дезорганизующих процессы токсинообразования и одновременно индуцирующих защитные реакции растений. Особое значение приобретает также наличие в рецептуре биопрепаратов веществ-стабилизаторов жизнедеятельности биоагентов как в самом биопреparate, так и при их нахождении на защищаемом растении.

Важность решения проблемы защиты хранящегося зерна от поражения токсиногенными грибами определяется двумя основными причинами.

Первая — токсиногенные грибы являются основными возбудителями болезней хранящегося зерна, которые не только резко снижают его биологическую ценность и посевные качества, но и делают его диетологически опасным (при увеличении пораженности зерна пшеницы и ячменя с 0 до 20% его кормовая ценность снижается с 75 до 25%).

Вторая — положение с хранением зерна в последние 10 лет ежегодно ухудшается (в России из 525 промышленных зернохранилищ 42% составляют элеваторы, остальные — мехсклады, всего 25% элеваторов отвечают мировому уровню и только 10% оснащены современным оборудованием, причем мощности элеваторов загружены всего на 30—35%; более 80% пищевого зерна и семян хранится у производителей в непригодных помещениях амбарного типа).

Особое значение имеет создание биопрепаратов, сочетающих защиту от токсиногенных грибов с ингибированием развития вредителей хранящегося зерна, которые, повреждая зерно, открывают ворота для заражения его токсиногенными грибами. В свою очередь, токсиногенные грибы, потребляя углеводы, вырабатывают вещества, привлекающие вредителей, и повышают содержание в зерне доступного для вредителей белка. Современные технологии фумигации зерна не решают проблем комплексной защиты его от токсиногенных грибов и вредителей и экологически небезопасны, химические препараты дорогие и недостаточно надежны. В то же время уже известны виды биоагентов, обладающие комплексным супрессивным действием на грибы и насекомых-вредителей.

Наблюдающийся во всех развитых странах мира процесс экологизации в первую очередь затронул зерновое

хозяйство. В настоящее время в США уже запрещено обрабатывать химическими фунгицидами хранящееся зерно. Аналогичная ситуация наблюдается в Европе.

В России есть все условия для производства экологичного зерна, в системе получения которого важное место занимает разработка новых технологий биологической защиты.

Нами проводится работа по созданию принципиально новых и усовершенствование существующих рецептур защитных биопрепаратов, их испытанию в лабораторных и опытно-производственных условиях, экономическому обоснованию их хозяйственного использования. На основе биопрепаратов создаются оригинальные технологии защиты семенного зерна «от посева до посева», а также пищевого и фуражного зерна.

Проверка биологической эффективности созданных нами биопрепаратов была проведена в лабораторных условиях и производственных зернохранилищах.

Фуражное зерно пшеницы и кукурузы предварительно подвергали микологическому анализу по ГОСТу 12044-93. Если пораженность основными токсиногенными грибами составляла 20—30% и выше, то для дальнейших экспериментов использовали естественно инфицированное зерно. При более слабом поражении зерно искусственно инфицировали.

В производственных условиях зернохранилища ФГУП ППЗ «Лабинский» обрабатывали биопрепаратами естественно инфицированное зерно пшеницы и кукурузы. Вес каждого бурта — более 1,5 т. Обработку зерна проводили специально сконструированным опрыскивателем в падающем потоке и при опрыскивании распределенного по полу зернохранилища тонкого слоя зерна с его перемешиванием. В лабораторных опытах зерно пшеницы равномерно заражали путем нанесения из распылителя конидиально-мицелиальной суспензии с одновременным тщательным перемешиванием его вручную. Вес каждого бурта при этом составлял 30 кг. Обработки биопрепаратами проводили через сутки после заражения плесневыми грибами. Повторность — 2-кратная. После обработки бурты закрывали брезентом для проявления защитного эффекта. Отборы проб зерна проводили через каждые 7 сут.

Для отбора наиболее эффективных и дешевых рецептур биопрепаратов на зараженном разными видами токсиногенных грибов зерне пшеницы испытывали 3 новых биопрепарата: Д — *Bacillus nigricans* с титром клеток 10^9 + *Streptomyces griseoviridis* (10^9), входящих в рецептуру в соотношении 3 : 1, с добавкой Эмистима (0,05 %) и прилипателя (0,5 %); Д+, включавший дополнительно *Bacillus thuringiensis* штамм 5259/112 и пеларгональ — прилипатель и индуктор защитных механизмов растения; Б, включавший *Hansenula anomala* штамм J-2645 + штамм J-2646 + *B. th.* штамм 5259/112 и пеларгональ. Зерно после обработки биопрепаратами хранили в течение 6 месяцев.

* Работа поддержана Грантом Российского фонда фундаментальных исследований: 06-04-96721 Р-юг-а Региональный конкурс «Юг России»

Все рецептуры оказались достаточно эффективными, однако лучшие результаты по сравнению с ранее запатентованным нами показали Д+ и Б. Бурты в разных опытах хранились при температуре +18...+20° и +24...+25°С (температура +24...+25° была выбрана как моделирующая процесс начала самосогрева зерна). Отбор образцов на анализ проводили на 10, 20, 30 и 45 сут. после обработки и закладки на хранение. Результаты экспериментов приведены в табл. 1 и 2.

В таблицах приводятся названия тех видов грибов, на которых был обнаружен наиболее четкий биологический защитный эффект, хотя его значения фиксировались на всех пяти целевых видах.

Таблица 1. Влияние обработки биопрепаратами зерна пшеницы в буртах производственного зернохранилища на пораженность плесневыми токсиногенными грибами (температура хранения +18...20°С), %			
Вариант	<i>p. Fusarium</i>	<i>p. Aspergillus</i>	<i>p. Mucor</i>
Первый отбор			
Контроль	100	99	30
Д+	9	91	0
Б	69	72	0
Второй отбор			
Контроль	99	99	49
Д+	35	97	0
Б	22	30	0
Третий отбор			
Контроль	99	99	43
Д+	0	33	0
Б	0	27	0
Четвертый отбор			
Контроль	99	99	41
Д+	0	41	0
Б	0	21	0

Таблица 2. Влияние обработки биопрепаратами зерна пшеницы в лабораторных буртах на пораженность плесневыми токсиногенными грибами (температура хранения +24...+25°С, зерно искусственно заражено только фузариями), %					
Вариант	<i>p. Fusarium</i>	<i>p. Aspergillus</i>	<i>p. Penicillium</i>	<i>p. Alternaria</i>	<i>p. Mucor</i>
Первый отбор					
Контроль	25	21	2	6	98
Д+	11	9	0	0	91
Б	20	8	0	3	89
Второй отбор					
Контроль	26	16	2	7	90
Д+	9	6	0	0	61
Б	19	7	0	3	46
Третий отбор					
Контроль	27	16	3	7	98
Д+	9	6	0	0	78
Б	18	8	0	4	91

При температуре +18...+20°С уже через 10 сут. после обработки Б достоверно снизилось поражение фузариозом, а к концу месячного хранения и Д+, и Б практически полностью подавили его развитие (табл. 1). Следует отметить, что эта температура обычна при хранении зерна в силосах и знание ингибирующего влияния биопрепаратов в этих условиях является очень важным. Исходное пора-

жение зерна альтернативой и пенициллами было незначительным и в данном опыте не учитывалось.

При высокой (+24...+25°С) температуре обработка биопрепаратами достоверно снижала к концу месячного хранения поражение всеми видами токсиногенных грибов (табл. 2). При повышенных температурах большую активность показал Д+. Следовательно, в зависимости от предполагаемых температур (условий) хранения зерна можно варьировать применяемые препараты, учитывая, что стоимость их наработки примерно одинаковая.

Предварительные испытания большинства биопрепаратов, внесенных в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации», показали, что они в разной степени ингибируют прорастание зерна. Поэтому в проведенных опытах этот параметр учитывали особо. Установлено, что при температуре хранения на уровне +16...+17°С показатель всхожести резко увеличивался через месяц после хранения и у обработанного зерна был выше, чем в контроле.

Исследования влияния биопрепаратов на развитие токсиногенных грибов на естественно зараженном зерне кукурузы (гибрид РОСС) проводили в буртах при температуре +19...+20°С. Зерно исходно было сильно заражено фузариозом, аспергиллами и мукором. Высокую эффективность показал препарат Б. Он быстро и с длительным эффектом снизил пораженность фузариозом в 3 раза и в 1,5—1,7 раза поражение мукором. Влияние на поражение аспергиллами было меньше. Однако следует учитывать, что зерно кукурузы является наиболее благоприятным субстратом для развития аспергиллов и борьба с ним на зерне этой культуры является затруднительной.

Учитывая результаты лабораторных опытов на зерне кукурузы, были проведены производственные испытания биопрепарата Б в хозяйственном хранилище — амбаре. Кукурузу обрабатывали способом мелкодисперсионного опрыскивания в падающем потоке зерна. Отбор образцов проводили через каждые 10 дн. в течение 90 сут.

Обработка биопрепаратом Б снижала до экономически приемлемого уровня заражение зерна фузариозом и сдерживала его развитие в течение 90 сут. (табл. 3).

Значимое снижение поражения пенициллами наблюдалось только в течение 1,5 мес.

В процессе хранения обработанного биопрепаратом зерна наблюдались колебания концентрации токсинов. Однако к концу срока хранения (1,5 мес.) они снижались по сравнению с контролем (ДОН — в 6 раз и Ф-2 — в 2 раза) и становились меньше ПДК.

Таким образом, биопрепараты Б и Д+ показали хорошую эффективность при обработке пораженного комплексом токсиногенных грибов зерна пшеницы и кукурузы. Повторяемость результатов опытов, проведенных при хранении зерна при разных температурах, свидетельствует о стабильных защитных свойствах этих биопрепаратов.

Полевые испытания в ряде хозяйств Краснодарского края подтвердили достаточную эффективность препарата Д+: сохраненный урожай зерна озимой пшеницы составил 2,7 ц/га, озимого ячменя — 7,6 ц/га.

Нами были разработаны исходные показатели для инновационного проекта промышленного производства биопрепарата Д+ (2007—2013 гг.).

Они основаны на годовой производительности 250 тыс. л, средней цене 90 руб./л, учете затрат на создание опытного образца, удельных капитальных вложений, стоимости оборудования и др. Период окупаемости данного инвестиционного проекта, по нашим расчетам, составил 5,5 лет, хотя сам проект рассчитан на 7 лет. Производство биопрепаратов налаживается со второго года после начала финансирования.

Таблица 3. Влияние обработки биопрепаратом зерна кукурузы в производственном зернохранилище на пораженность фузариозом и пенициллезом, %

Отбор	p. <i>Fusarium</i>	p. <i>Penicillium</i>
Контроль	80	11
Первый	9	3
Второй	9	7
Третий	5	5
Четвертый	11	1
Пятый	17	9

Инвестирование в условиях рынка сопряжено со значительным риском (изменения конъюнктуры рынка, цен), и чем больше срок окупаемости проекта, тем этот риск выше. Ликвидность проекта находится в такой же зависимости. Следовательно, для этих условий полученный период окупаемости достаточно высок. Однако для снижения рисков необходимо снизить величину этого показателя до уровня 4,5—5 лет.

Расчет индекса доходности показал, что он составляет 1,365 руб./руб. вложений, следовательно, проект можно считать экономически эффективным и привлекательным для инвестора.

Были определены мероприятия, улучшающие показатели эффективности проекта. К ним относится увеличение объемов реализации биопрепаратов, некоторое увеличение средней цены 1 л, снижение планируемых текущих затрат на 0,15 руб./руб. реализуемой продукции в 2008—2010 гг. и их увеличение на 0,2 руб./руб. в 2011—2014 гг., а также введение ресурсо- и энергосберегающих технологий промышленного производства биопрепаратов. При выполнении этих мероприятий были рассчитаны эффективность оптимизированного проекта,

денежные потоки по годам и показатели эффективности проекта. В соответствии с новыми данными, связанными, в первую очередь, с увеличением годовой производительности до 300 тыс. л и средней цены реализации до 100 руб./л, период окупаемости проекта снизился до 4 лет, а индекс доходности составил 1,77 руб./руб. инвестиций. В результате оптимизированный проект оказался более экономичным. Однако даже отражающий фактическое состояние промышленного производства биопрепаратов исходный проект может быть предложен потенциальным инвесторам.

Долгосрочной стратегией развития зернового хозяйства в России является получение дешевого, биологически полноценного и экологичного зерна.

Решение задачи обеспечения внутренних потребностей страны в зерне и его экологической чистоты возможно только на базе значительного удешевления его производства. Она может быть решена за счет внедрения биологически эффективных и экономически эффективных методов защиты зерна от болезней и вредителей. Учитывая, что в общих потерях собранного урожая зерна потери при хранении от болезней составляют 20% в физическом весе и до 30% стоимости в результате ухудшения биологической полноценности и безопасности, снижение этих потерь является задачей государственной важности.

Основная причина потерь зерна при хранении — поражение его комплексом видов токсиногенных грибов и зерновых вредителей. Решить проблемы защиты зерна при хранении возможно, в т.ч. и путем использования биологических методов. На примере созданных оригинальных биопрепаратов были рассчитаны экономические показатели, необходимые для представления инновационных проектов. Учитывая, что частные инвесторы неохотно финансируют такие проекты из-за низкой прибыльности, они должны стать объектами целевого государственного финансирования при участии Минсельхоза России. ■