

УДК: 633.11: 632.937.15

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШТАММОВ БАЦИЛЛ В ОТНОШЕНИИ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.А.Коробов¹, А.И. Леляк², А.А. Леляк², Е.В. Новикова³, Т.У. Муртазин³

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

² «Исследовательский Центр», Наукоград, Кольцово, Новосибирская область

³ Новосибирский государственный аграрный университет

Испытывали смесь штаммов бактерий *Bacillus subtilis* (штамм ВКПМ В-10641) и *B. amyloliquefaciens* (штамм ВКПМ В-10643) с титром не менее 1×10^9 КОЕ/мл каждого штамма микроорганизма. Испытания проводили в полевых опытах на яровой мягкой пшенице в хозяйствах Новосибирской области и Северного Казахстана. Цель исследования – оценка влияния испытываемой смеси штаммов на корневые гнили и урожайность пшеницы. Смесь штаммов применяли способом предпосевной обработки семян в дозе 2.0 мл на т. Установлено, что предпосевная обработка семян штаммами бактерий снижала развитие корневых гнилей на 43.1-83.0%, распространенность болезни – на 12.5-66.7%. При этом урожайность зерна пшеницы увеличилась на 2.1-7.1 ц/га, а содержание клейковины в зерне повысилось на 1.8%. Приблизительные расчеты экономической эффективности применения лабораторного образца смеси штаммов показало, что затраты на его применение в 4.7-16.0 раз окупаются дополнительно полученным урожаем. Таким образом, результаты испытания смеси штаммов бактерий *Bacillus subtilis* и *B. amyloliquefaciens* показали, что образец является перспективным для защиты яровой пшеницы от корневых гнилей.

Ключевые слова: штаммы бактерий *Bacillus subtilis*; *Bacillus amyloliquefaciens*; яровая пшеница; предпосевная обработка семян, хозяйственная и экономическая эффективность.

Известно, что в основных зонах возделывания яровой пшеницы - Западной Сибири и Северном Казахстане большое распространение имеют корневые гнили и болезни листьев. По данным В.А.Чулкиной [1987] ежегодные потери урожая яровой пшеницы от корневых гнилей достигают 12-17 %, а в годы эпифитотий от листостеблевых инфекций теряется от 40 до 60 % урожая.

Количество проблем, связанных с указанными выше болезнями существенно возрастает в связи с широкомасштабным внедрением технологий прямого посева (No-Till) и активным накоплением в растительных остатках возбудителей болезней растений [Исаев, 2009]. Применение для защиты посевов от болезнетворных микроорганизмов

химических фунгицидов не сдерживает их распространение. Одной из альтернатив химическим фунгицидам могут быть препараты на основе микроорганизмов [Фатина, 2007; Золотников, 2012; Сидоренко, 2012 и др.].

Цель настоящего исследования – оценка эффективности предпосевной обработки семян яровой пшеницы бактериальным лабораторным образцом на основе штаммов бактерий р. *Bacillus* против корневых гнилей в условиях Западной Сибири и Северного Казахстана. В задачи исследований входила также оценка хозяйственной и экономической эффективности применения образцов препарата.

Методика исследований

Работа проводилась в 2011-2013 гг. в учебно-опытном хозяйстве (УОПХ) НГАУ «Тулинское», ЗАО «Толмачевский» Новосибирской области, в ТОО «Сарыагаш» Костанайской области Республики Казахстан. Объектом исследования служил лабораторный образец на основе смеси штаммов почвенных бактерий *Bacillus subtilis* ВКПМ В-10641 и *B. amyloliquefaciens* (штамм ВКПМ В-10643). Бактериальный образец разработан в НПФ «Исследовательский центр» (Наукоград Кольцово) и содержит спорую биомассу, а также питательную среду после культивирования штаммов микроорганизмов, насыщенную продуктами их жизнедеятельности. Титр лабораторного образца составляет не менее 1×10^9 КОЕ/мл каждого штамма микроорганизмов. Штаммы бактерий получены путем селекции преимущественно по признаку подавления роста и развития бактерий и грибов – возбудителей болезней растений.

В УОПХ НГАУ «Тулинское» бапрепарат испытывали в производственных опытах с площадью делянок от 1.2 до 6.0 га. Опыты проводили на районированных сортах мягкой яровой пшеницы Новосибирская 29, Памяти Вавенкова и Омская 35.

Бактериальный образец применяли способом предпосевной обработки семян при норме расхода 2,0 мл на тонну.

В опыте, проводимом в ЗАО «Толмачевский», препарат использовали для обработки семян в смеси с регулятором роста Берест 4 на основе торфоугама при норме расхода 0.25 л/т семян и жидким комплексным удобрением Зеленин при норме расхода 0.5 л/т. В ТОО «Сарыагаш» испытываемый бактериальный образец (ИБО) при предпосевной обработке семян также добавляли к химическому протравителю ламадор, который применялся при рекомендуемой норме расхода - 0.15 л/т. Развитие и распространенность обыкновенной корневой гнили (возбудитель *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur учитывали в фазу выхода в трубку, оценивая поражение органов растений по методике В.А. Чулкиной [1987]. В УОПХ НГАУ «Тулинское» и ЗАО «Толмачевский» урожайность учитывали отбором по (8-10) снопов с площадок по 0,25 м² на каждом варианте. В ТОО «Сарыагаш» учет урожайности проводили путем комбайновой уборки со всей площади делянок. Материалы учетов обрабатывали дисперсионным анализом по программе Snedecor для Windows [Сорокин, 2004].

Результаты и обсуждение

Пораженность растений пшеницы корневыми гнилями в опытах колебалась по годам и в зависимости от почвенно-климатической зоны, однако во всех случаях значительно превышала экономический порог вредоносности - 15.0 % распространенности болезни (табл. 1).

Из данных таблицы 1 видно, что предпосевная обработка семян ИБО позволяла эффективно защищать растения пшеницы от корневых гнилей в наиболее ответственный для формирования урожая период вегетации - от прорастания семян до выхода в трубку. Так, развитие

Таблица 1. Влияние предпосевной обработки штаммами бактерий р. Bacillus на пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями (учет в фазу выхода в трубку)

Вариант опыта	Распространенность - развитие болезни, %	Биол. эффективность (%)
		Распр. - разв. болезни, %
УОПХ «Тулинское», 2011 г, сорт Новосибирская 29		
Контроль	41.1 - 19.5	-
Бакт. образец	20.2 - 11.1	50.8 - 43.1
НСР ₀₅	6.8 - 3.4	-
УОПХ «Тулинское», 2013 г., сорт Новосибирская 29		
Контроль	36.0 - 7.0	-
Бакт. образец	12.0 - 2.4	66.7 - 65.7
НСР ₀₅	21.3 - 3.8	-
ЗАО «Толмачевский», 2013 г., сорт Памяти Вавенкова		
Контроль	40.0 - 9.8	-
Бакт. образец	35.0 - 5.3	12.5 - 45.9
Бакт. образец + Берест 4	46.0 - 3.4	0 - 65.3
Бакт. образец + Берест 4+ Зеленит	71.0 - 10.8	-
НСР ₀₅	4.8 - 3.2	-
ТОО «Сарыагаш», 2013 г., сорт Омская 35		
Контроль	100 - 20.0	-
Бакт. образец	48.8 - 5.1	51.2 - 74.5
Ламадор, КС	48.4 - 3.4	51.6 - 83.0
Бакт. образец + Ламадор, КС	64.6 - 7.1	35.4 - 64.5
НСР ₀₅	14.8 - 7.1	-

болезни в вариантах с ИБО была ниже в 1.8-3.9 раза, чем в контроле, а распространенность – снижалась в 1.1-3.7 раза. Наибольшую эффективность ИБО показал в условиях полевого опыта ТОО «Сарыагаш», расположенного в сухостепной зоне Северного Казахстана, где пшеница возделывалась с использованием технологии No-Till. В этом опыте, наряду с ИБО, для предпосевной обработки семян испытывался также препарат ламадор. Как видно из таблицы 1, ИБО по защитному действию на корневые гнили не уступал химическому протравителю ламадор. В то же время, биологическая эффективность обработки семян баковой смесью ИБО с ламадором была в 1.5-2 раза ниже уровня отдельных препаратов. Защитные свойства ИБО ухудшало совместное его применение с жидким комплексным удобрением Зеленит. Регулятор роста берест 4, напротив, несколько усиливал его эффективность против корневых гнилей.

Анализ данных урожайности пшеницы показал, что предпосевная обработка семян ИБО позволила дополнительно получить от 1.9 до 7.1 ц/га зерна или 13.9-74.6 % (табл. 2). Хозяйственная эффективность не повышалась или повышалась незначительно при совместном применении ИБО с химическим протравителем ламадор и жидким удобрением зеленит. Добавление к ИБО регулятора роста Берест 4 привело к снижению урожайности до уровня контроля.

Анализ технологического качества зерна в производственном опыте ТОО «Сарыагаш» показал, что применение ИБО для предпосевной обработки семян почти на 2.0 % повысило в сравнении с контролем содержание клейко-

Таблица 2. Хозяйственная эффективность предпосевной обработки семян штаммами бактерий р. Bacillus в полевых производственных опытах

Вариант	Урожайность		
	Фактическая, ц/га	Разница с контролем	
		ц/га	%
УОПХ «Тулинское», 2011 г., сорт Новосибирская 29			
Контроль	12.7	-	-
Бакт. образец	15.5	2.8	22.0
НСР ₀₅	-	1.7	-
УОПХ «Тулинское», 2013 г., сорт Новосибирская 29			
Контроль	31,3	-	-
Бакт. образец	38.4	7.1	22.7
НСР ₀₅	-	1.6	-
ЗАО «Толмачевский», 2013 г., сорт Памяти Вавенкова			
Контроль	15.1	-	-
Бакт. образец	17.2	2.1	13,9
Бакт. образец + Берест 4	14.8	-0.3	-1.2
Бакт. образец + Берест 4+Зеленит	18.3	3.2	21,2
НСР ₀₅	-	1.8	-
ТОО «Сарыагаш», 2013 г., сорт Омская 35			
Контроль	5.9	-	-
Бакт. образец	10.3	4.4	74.6
Ламадор	7.8	1,9	32.2
Бакт. образец + Ламадор	10.1	4.2	71.2

вины в зерне (табл. 3). Добавление ИБО в ламадор дополнительно увеличило содержание в зерне клейковины на 0.5 %. ИБО в 1,1 раза повышал содержание белка в зерне, но несколько ухудшал, как и ламадор, натуру зерна.

Таблица 3. Влияние предпосевной обработки семян ИБО на качество зерна яровой пшеницы Омская 35

Вариант	Клейкови-на, %	Белок (ИДК), ед.	Натура, г/л
Контроль	29.5	62	723
Бакт. образец (протравливание семян)	31.3	70	680
Ламадор, КС	31.8	60	669
Бакт. образец + Ламадор, КС	32.0	70	698

Экономические расчеты показывают, что затраты на применение ИБО для предпосевной обработки семян, включающие стоимость препарата и расходы на его внесение, окупаются стоимостью дополнительно полученного урожая в 4.7- 16.0 раз (табл. 4).

Таким образом, результаты испытаний лабораторного образца бактериального препарата на основе смеси штаммов в полевых производственных опытах на различных сортах яровой пшеницы в условиях Западной Сибири и Северного Казахстана показали, что предпосевная обработка семян смесью штаммов эффективно защищает растения от корневых гнилей в начале вегетации. Биологическая эффективность бактериального образца оказалась сопоставимой с биологической эффективностью химического протравливания семян, что в перспективе позволяет применять его в качестве фунгицида для защиты семян и всходов пшеницы от корневых гнилей. При этом затраты на применение бактериального образца могут существенно окупаться дополнительно полученным урожаем.

Таблица 4. Экономическая эффективность применения ИБО в 2013 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Стоимость препаратов, руб/т	Затраты на обработку, руб/га	Стоимость урожая, руб/га	Разность с контролем, руб/га
УОПХ «Тулинское», сорт Новосибирская 29						
Контроль	31.3	0	0	0	21910,0	0
Бакт. образец	38.4	7.1	110.0	310.0	26880.0	4970.0
ЗАО «Толмачевский», сорт Памяти Вавенкова						
Контроль	15.1	0	0	0	10570.0	0
Бакт. образец	17.2	2.1	110.0	310.0	12040.0	1470.0
ТОО «Сарыгаш», сорт Омская 35						
Контроль	5.9	0	0	0	4012,0	0
Бакт. образец	10.3	4.4	110.0	310.0	7004.0	2992.0

Plant Protection News, 2015, 1(83), p. 42 - 44

EFFICACY OF BACILLUS STRAINS AGAINST ROOT ROTS ON SPRING WHEAT

V.A. Korobov¹, A.I. Leljak², A.A. Leljak², E.V. Novikova³, T.U. Murtassin³

¹ Belgorod National Research University, Russia

² «Research Center» Industrial Area, Koltsovo, Novosibirsk region, Russia

³ Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

A combination of *Bacillus subtilis* (VKPM B-10641) and *B. amyloliquefaciens* (VKPM B-10643) strains with a titre of not less than 1×10^9 CFU/ml in each were tested. The field trials were conducted on spring soft wheat in farms of Novosibirsk and Northern Kazakhstan regions. The objective of the field trials was to evaluate effects of the tested strain combination on root rots and crop capacity in wheat. Presowing seed treatment with the strain combination (usage rate of 2.0 ml per ton) was applied. It was found, that the seed treatment with the bacterial strains decreased the root rot development by 43.1-83.0% and disease incidence by 12.5-66.7%. The wheat crop yields increased by 2.1-7.1 centers per hectare; and gluten content in grains increased by 1.8%. The approximate calculations of the cost efficiency of the tested strain sample proved that the benefits from additional yield could exceed the sample application cost in 4.7-16.0 times. Thus, the obtained results of the trials with the strain combination of *B. subtilis* and *B. amyloliquefaciens* have indicated that the sample is of great promise to protect spring wheat against root rots.

Keywords: *Bacillus subtilis*; *Bacillus licheriformis*; bacterial composition; root rot; economic efficiency.

References

- Chulkina V.A., N.M. Konyaeva, T.T. Kuznetsova. Fight against crop diseases in Siberia. Moscow: Rossel'khozizdat, 1987. 252 p. (In Russian).
 Fatina P.N. Application of microbiological preparations in agriculture. Vestnik AGTU. 2007. N 4 (39). P. 133-136. (In Russian).
 Isaev M.D. Crop protection, or agrotechnical method of fight against crop diseases. Informatsionnyi byulleten'. Kazan'. 2009. P. 17-24. (In Russian).
 Nikitin A. Microbiological biopesticides. Accessed: <http://www.agroxxi.ru/ovoshnye/ovoshnye-sredstva-zashity/mikrobiologicheskie-biopestitsidy>. (In Russian).

- Sidorenko O.D. Prospects of use of biological preparations on the basis of microorganisms. Izvestiya TSKhA. 2012. N 6. P. 707-709. (In Russian).
 Sorokin O.D. Applied statistics on the computer. Krasnoobsk: Izd-vo GUP RPO SO PASKhN, 2004. 162 p. (In Russian).
 Zolotnikov A.K. Development and complex characteristics of multifunctional preparation Albite for plant protection against diseases and stresses. DSC Abstract. Voronezh. 2012. 46 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
 ул. Победы, д. 85, 308015, г. Белгород, Российская Федерация
 *Коробов Виктор Александрович. Заведующий лабораторией,
 доктор сельскохозяйственных наук,
 e-mail: vikt-korobov@yandex.ru
 НПФ «Исследовательский Центр», Научград Кольцово, Промзона,
 кор. 200, 630559, Новосибирская область, Российская Федерация
 Леляк Александр Иванович. Директор ООО НПФ
 «Исследовательский Центр», e-mail: leljak1@yandex.ru
 Леляк Анастасия Александровна. Заведующая лабораторией,
 кандидат биологических наук,
 e-mail: leljak1@yandex.ru
 Новосибирский государственный аграрный университет
 ул. Добролюбова, д. 160, 630039, г. Новосибирск,
 Российская Федерация
 Новикова Евгения Викторовна. Аспирант.
 e-mail: student04121989@ya.ru
 Муртазин Тимур Утигенович. Магистрант.
 e-mail: tima_murtazin@mail.ru

* Ответственный за переписку

Библиографический список

- Чулкина В.А. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири / В.А. Чулкина, Н.М. Коняева, Т.Т. Кузнецова. М.: Россельхозиздат, 1987. 252 с.
 Isaev M.D. Агрозащита, или агротехнический метод борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур / М.Д.Исаев // Информационный бюллетень. Казань. 2009. С. 17-24.
 Фатина П.Н. Применение microbiологических препаратов в сельском хозяйстве / П.Н. Фатина // Вестник АГТУ. 2007. N 4. (39). С. 133-136.
 Никитин А. Microbiологические биопестициды // <http://www.agroxxi.ru/ovoshnye/ovoshnye-sredstva-zashity/mikrobiologicheskie-biopestitsidy>.
 Золотников А.К. Разработка и комплексная характеристика полифункционального препарата альбит для защиты растений от болезней и стрессов // Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Воронеж. 2012. 46 с.
 Сидоренко О.Д. Перспективы использования биологических препаратов на основе микроорганизмов / О.Д. Сидоренко // Известия ТСХА. 2012. N 6. С. 707-9.
 Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. / О.Д. Сорокин. Краснообск: Изд-во ГУП РПО СО ПАСХН, 2004. 162 с.

Information about the authors

Belgorod National Research University
 build. 85, Pobedy St., 308015, Belgorod, Russian Federation
 *Viktor A. Korobov. Head of the Laboratory,
 Doctor of Science in Agriculture,
 e-mail: vikt-korobov@yandex.ru
 NPF «Research Center»
 build. 200, Industrial Area, Koltsovo, 630559,
 Novosibirsk region, Russian Federation
 Alexandr I. Leljak. Director NPF «Research Center»,
 e-mail: leljak1@yandex.ru
 Anastasia A. Leljak. Head of laboratory,
 Candidate of Science in Biology,
 e-mail: leljak1@yandex.ru
 Novosibirsk State Agrarian University
 build. 160, Dobrolyubova St., 630039, Novosibirsk,
 Russian Federation
 Eugenia V. Novikova. Postgraduate.
 e-mail: student04121989@ya.ru
 Timur U. Murtazin. Master student,
 e-mail: tima_murtazin@mail.ru

* Responsible for correspondence