УДК 633.13:632.937

ПРИМЕНЕНИЕ БИОПЕСТИЦИДА БАКТАВЕН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ ОВСА ОТ БОЛЕЗНЕЙ

А.Г. Власов[1], В.Н. Купцов[2] С.П. Халецкий[1], Э.И. Коломиец[2]

[1]РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино;
[2]ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Минск

Представлены результаты исследований по изучению эффективности применения бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-760Д (основа Биопестицида Бактавен, Ж) в защите овса от фитопатогенов. В процессе работы в лабораторных условиях использовались микробиологические и фитопатологические методы исследования, а при оценке биологической и хозяйственной эффективности биопестицида Бактавен в полевых условиях – методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. Лабораторными исследованиями установлено, что штамм БИМ В-760Д хорошо адаптирован к почвенным условиям, а также способен сохранять жизнеспособность в филлоплане овса на протяжении 16 суток. Испытания препарата Бактавен, Ж в полевых условиях показали, что обработка семян овса (3.0 л/т) на начальном этапе роста и развития растений уменьшала пораженность всходов красно-бурой пятнистостью листьев на 14.4% и снижала развитие корневых гнилей в фазе кущения на 38.9%. Последующее применение биопестицида Бактавен в фазе появления флагового листа (6.0 л/га) уменьшало развитие красно-бурой

пятнистости листьев в фазе выметывания на 30.9%. Применение этого препарата способствовало сохранению 3.5 ц/га или 6.4% урожайности зерна овса.

Ключевые слова: овес, *Bacillus subtilis,* биопрепарат, биопестицид, фитопатогены, болезни, корневые гнили, красно-бурая пятнистость листьев, урожайность.

Овес возделывается человеком с древних веков и по сегодняшний день как ценная кормовая и продовольственная культура выращивается в большинстве стран мира. Несмотря на сокращение практически в четыре раза мировых посевных площадей под овсом с середины прошлого века он продолжает оставаться одной из востребованных культур. Всего в мире засевается 9.6 млн. га с валовым сбором в 22.7 млн. тонн. Основные площади овса приходятся на Российскую Федерацию (3.1 млн.га), Канаду (0.9 млн.га), Австралию (0.7 млн.га), Польшу (0.47 млн.га), Испанию (0.43 млн.га) и США (0.42 млн.га). Республика Беларусь по данному показателю (0.15 млн.га) входит в двадцатку стран производителей этой культуры.

В последние десятилетия овес наряду с использованием в качестве кормовой культуры широко популяризируется как источник диетического и функционального питания. Слова «овес» и «здоровье» становятся словами синонимами. В то же время повышенное внимание к производству таких продуктов обуславливает использование экологических технологий возделывания, одним из ключевых элементов которых является применение биопрепаратов.

Мировой опыт применения биологических препаратов показывает их достаточную эффективность против фитопатогенов. Особая роль в защите отводится поддержанию ризосферы, а в последующем и филлопланы растений в здоровом состоянии. Привлекательно в этом отношении выглядит использование бактерий *Bacillus subtilis*. На коммерческой основе препараты штаммов этих микроорганизмов появились в 1985 году в США, а в последующем в странах Европы. На территории СНГ *B. subtilis* используется в таких препаратах как Бактофит (изготовитель фирма Август, разработан в Государственном научно-исследовательском институте прикладной микробиологии Российской Федерации), Фитоспорин-М (БашИнком, Институт микробиологии и вирусологии НАН Украины), Алирин Б и Алирин С (ЗАО «Агробиотехнология» и ООО «Агрополимер», Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений), Фрутин, Фитопротектин, Бетапротектин, Ксантрел (Институт микробиологии НАН Беларуси, РУП «Институт защиты растений», ГГАУ). Препараты на основе бактерий *B. subtilis* используются для контроля болезней зерновых, пропашных, овощных, плодово-ягодных и декоративных культур [Новикова и др., 2003; Смирнов и др., 1997; Кузьмина, Мелентьев, 2001; Галкина и др., 1997; Коломиец и др., 2008; Купцов и др., 2007; Коломиец и др., 2006; Ryder et al., 1994; Stewart, 2001].

В виду того, что проявление фитопротекторных свойств бактерий *B. subtilis* на разных сельскохозяйственных растениях имеет свои особенности, нами исследовалась возможность применения данных микроорганизмов на посевах овса с целью снижения пестицидной нагрузки и экологизации технологии возделывания этой культуры. В этой связи в Институте микробиологии НАН Беларуси был отобран в лабораторных условиях и изучен в полевых опытах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» штамм бактерий *B. subtilis* БИМ В-760Д.

Материалы и методика исследований

В работе использовался штамм бактерий-антагонистов *Bacillus subtilis* БИМ В-760Д, основа биопестицида «Бактавен», Ж, выделенный в лаборатории средств биологического контроля Института микробиологии НАН Беларуси.

Основными тест-объектами для оценки фитозащитного действия биопестицида Бактавен служили фитопатогенные грибы родов *Alternaria, Fusarium, Bipolaris, Pyrenophora* – возбудители болезней овса, полученные из Коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси.

Влияние химических протравителей на жизнеспособность бактерий оценивали методом лунок на агаризованной среде 1 с бульоном Хоттингера [Сэги, 1983]. Результаты учитывали после 24 ч инкубации при температуре 28 °С по диаметру зон задержки роста тест-культуры.

С целью изучения действия препарата на развитие корневой гнили овса готовили споровую суспензию гриба *Fusarium culmorum* в концентрации $1 \cdot 10^6$ спор/мл, которую разводили водой в 10 раз и вносили в сухую почву в соотношении 1:8.33. Тщательно перемешивали почву со споровой суспензией, раскладывали в сосуды (пластиковые) и высевали семена овса. Учет поражения корневой гнилью проводили через 2 недели по количеству пораженных всходов. Перед посевом семена овса обрабатывали Бактавеном в концентрации 10%, 20%, 30%. С целью изучения действия препарата на развитие красно-бурой пятнистости овса готовили споровую суспензию гриба *Pyrenophora avenae* в концентрации $1 \cdot 10^6$ спор/мл и опрыскивали всходы овса на стадии 4-х листьев, предварительно обработанные Бактавеном в концентрации 1.3%, 2.0%, 5.0%. Обработанные растения овса выдерживали в пластиковых пакетах в течение 3-х суток при комнатной температуре, после чего выращивали в течение последующих 4-х суток и проводили учет поражения по развитию болезни.

Оценку биологической и хозяйственной эффективности биопестицида Бактавен на овсе проводили в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2014–2015 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылевато-песчанистом суглинке, подстилаемая с глубины 1.0 м песком (pH (в KCL) – 5.8–6.3, подвижные формы P_2O_5 – 230–340 мг/кг, K_2O – 230–330 мг/кг почвы, гумус – 2.0–2.4%). Предшественник – озимая рожь. Норма высева овса сорта Лидия 5.0 млн. всхожих зерен на гектар. Площадь учетной делянки 25 м^2. Повторность четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Минеральные удобрения Р80 (двойной суперфосфат) и К120 (хлористый калий) вносили с осени под вспашку, N90 (карбамид) весной под предпосевную культивацию. Обработка семян перед посевом проводилась Биопестицидом Бактавен, Ж (3.0 л/т), в качестве эталона использовался химический протравитель Иншур перформ, КС (0.5 л/т). Применение Биопестицида Бактавен, Ж (6.0 л/га) во время вегетации проводилось в фазе появления флагового листа овса (ДК 37–39) на фоне обработки семян этим препаратом, расход рабочей жидкости 300 л/га. В качестве эталона для биопрепарата использовался фунгицид Рекс дуо, КС (0.6 л/га). Учеты болезней проводили согласно методическим указаниям при регистрации протравителей и фунгицидов [Буга, 2007]. Уборку овса осуществляли прямым комбайнированием с последующим пересчетом урожайности на 100% чистоту и 14% влажность зерна.

Результаты исследований и их обсуждение

В модельных опытах в вегетационных сосудах проведена оценка фитозащитного действия препарата Бактавен в отношении фузариозной корневой гнили и красно-бурой пятнистости листьев овса. Установлено, что при обработке семян биопрепаратом (концентрация рабочего раствора 30.0 %, норма расхода препарата 3.0 л/т семян) количество пораженных корневой гнилью двухнедельных всходов снижается на 14.0 % в сравнении с контролем (табл. 1).

Таблица 1. Влияние биопестицида Бактавен на поражение всходов корневой гнилью и на развитие красно-бурой пятнистости листьев овса

фаза всходы (ДК 10–13)		фаза флагового листа (ДК 37–39)	
Концентрация рабочего раствора, %	Пораженных всходов, %	Концентрация рабочего раствора, %	Развитие красно-бурой пятнистости, %
Контроль (без обработки)	50.0	Контроль (без обработки)	40.0
10.0	43.5	1.3	20.0
20.0	39.5	2.0	16.0
30.0	36.0	5.0	10.0

Обработка вегетирующих растений препаратом Бактавен при концентрациях рабочей жидкости 1.3 %, 2.0 % и 5.0 % снижала развитие возбудителя красно-бурой пятнистости на 20.0 %, 24.0 % и 30.0 % соответственно. При проведении фитоэкспертизы инфицированных семян овса методом рулонного проращивания установлено, что применение препарата Бактавен при норме расхода 3.0 л/т семян обеспечивает снижение зараженности семян фузариозом на 20 % и гельминтоспориозом – на 60 %. Полученные данные согласуются с результатами шведских исследователей, предложивших использовать бактериальный препарат для снижения количества инфицированных растений овса, выросших из инфицированных семян [Gerhardson et al., 1999].

Для оценки возможности использования биопрепарата Бактавен в интегрированной системе защиты овса от болезней, изучалась выживаемость бактерий *B. subtilis* БИМ В-760 Д в присутствии химических протравителей. Выявлено, что исследуемые бактерии устойчивы к химическим протравителям Иншур перформ, Премис двести и Винцит. Вместе с тем отмечено ингибирование роста бактерий в присутствии химических препаратов Ламадор и Баритон, которые не рекомендуется применять совместно с микробным препаратом Бактавен (табл. 2).

Таблица 2. Влияние химических протравителей на жизнеспособность бактерий *B. subtilis* БИМ В-760 Д

Протравитель	Зона задержки роста бактериальной культуры, мм
Иншур перформ, КС 0.5 л/т	0
Премис двести, КС 0.19 л/т	0
Баритон, КС 1.5 л/т	12±0.1
Ламадор, КС 0.15 л/т	18±0.3
Винцит, КС 2.0 л/т	0

Пролонгированность действия биопестицида Бактавен оценивали в лабораторных условиях по приживаемости и сохранности бактерий-антагонистов в ризосфере и филлоплане растений овса. В ходе исследований установлено, что бактерии *B. subtilis* БИМ В-760 Д обладают хорошей адаптированностью к почвенным условиям, их титр существенно не изменялся на протяжении 30-ти дней наблюдений, снижаясь на 20 % лишь к 50 суткам (табл. 3).

В опытах с вегетирующими растениями выявлено, что численность КОЕ бактерий *B. subtilis*, содержащихся в ризосфере овса на стадии 4-х листьев, составила $1.7 \cdot 10^7$/г, тогда как в почве, свободной от корней, титр антагониста был в 1.9 раза меньше, что свидетельствует о способности бактерий колонизировать корни. Следует отметить, что бактерии *B. subtilis* БИМ В-760Д сохраняют жизнеспособность и в филлоплане овса, но только на протяжении 16 суток, после чего их численность резко падает (табл. 3).

Таблица 3. Оценка жизнеспособности бактерий-антагонистов *B. subtilis* БИМ В-760 Д, интродуцированных в почву и филлоплану растений овса

в почве		в филлоплане	
Время учета, сут.	КОЕ в 1 г почвы	Время учета, сут	КОЕ на 1 см^2 поверхности флагового листа
0	$7.5 \cdot 10^6$	0	$1.4 \cdot 10^4$
10	$6.8 \cdot 10^6$	9	$3.7 \cdot 10^4$
20	$8.2 \cdot 10^6$	16	$1.4 \cdot 10^4$
30	$7.6 \cdot 10^6$	25	$1.8 \cdot 10^3$
40	$6.7 \cdot 10^6$	35	$2.2 \cdot 10^2$
50	$6.0 \cdot 10^6$		

Биологическую и хозяйственную эффективность биопестицида Бактавен оценивали в полевых условиях. Анализ используемых при проведении исследований семян, выявил, что семенной материал был инфицирован в основном грибами рода *Alternaria* (81.7–100.0 %), *Fusarium* (0.8–13.5 %). Признаки поражения семян *Bipolaris* (19.2 %) выявлены только в семенах урожая 2014 года. В период проведения исследований на посевах овса диагностировали преобладающее поражение фузариозной корневой гнилью (*Fusarium* spp. L.), отмечалось наличие гельминтоспориозной корневой гнили (*Bipolaris sorokiniana* Shoemker).

Распространенность корневых гнилей овса в контрольном варианте нарастала с фазы кущения (ДК 20–21), где она в зависимости от года варьировала от 41.0 до 53.3 %. К фазе выхода в трубку (ДК 30–31) значение этого показателя достигало 43.1 и 66.7 %. Применение препарата Бактавен при обработке семян снижало распространённость в среднем за 2 года до 26.0 % в стадии ДК 20–21 и до 33.4 % в стадии ДК 30–31. В тоже время при использовании химического протравителя Иншур перформ, КС (0.5 л/т) значение этого показателя уменьшалось до 18.7 % и 30.3 % соответственно. Обработка семян овса комплексом протравитель и биопрепарат уменьшало распространённость корневых гнилей в посевах до 15.6 и 30.9 % (табл. 4).

Биологическая эффективность применения биопрепарата Бактавен в среднем за 2 года против корневых гнилей овса в стадии ДК 20–21 и ДК 30–31 составляла 38.9 % и

Таблица 4. Биологическая эффективность Бактавена против корневых гнилей овса

Вариант	ДК 20-21			ДК 30-31		
	Развитие, %	Биол. эффективность, %	Распространенность, %	Развитие, %	Биол. эффективность, %	Распространенность, %
наличие корневых гнилей в 2014[1] и 2015[2] гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	16.7[1] 10.3[2]	-	53.3 41.0	23.3 13.3	-	66.7 43.1
среднее за 2014-2015 гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	13.5	-	47.2	18.3	-	54.9
Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37-39)	8.3	38.9	26.0	10.0	45.4	33.4
Иншур перформ 0.5 л/т и Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37-39)	3.9	71.1	15.6	9.4	48.6	30.9
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00)	4.7	65.6	18.7	9.2	49.7	30.3
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00) + Рекс дуо 0.6 л/га (ДК 37-39)	5.1	62.2	16.0	7.7	57.9	26.9

45.4%. Эффективность химического протравителя семян Иншур перформ была выше и достигала 65.6% и 49.7%. Следует отметить, что наибольшая биологическая эффективность против корневых гнилей (71.1%) была при совместном использовании Бактавена и Иншур перформа на начальных этапах развития растений овса ДК 20–21, в дальнейшем биологическая эффективность снижалась.

Степень развития и распространенности корневых гнилей в посевах овса зависела от погодных условий. В связи с этим развитие всех болезней в 2014 г. (ГТК 1.43) носило умеренный характер с переходом в депрессивное состояние, а в 2015 г. (ГТК 0.86) непосредственно депрессивное. Так, значения этих показателей к фазе кущения в контрольном варианте в 2014 г. составило 16.7% и 53.3%, а в 2015 г. – 10.3% и 41.0% соответственно.

Растения овса в зависимости от погодных условий в период вегетации в разной степени поражались красно-бурой пятнистостью листьев (*Pyrenophora avenae* S. Ito & Kurib). В фазе всходов (ДК 10–13) развитие болезни в 2014 г. составляло 18.4%, в 2015 г. – 1.0%. Было отмечено положительное воздействие всех препаратов по обработке семян на снижение развития данного заболевания на всходах культуры. В среднем за два года исследований биологическая эффективность биопестицида Бактавен составила 14.4%, а химического протравителя 22.2% (табл. 5).

Таблица 5. Биологическая эффективность применения Бактавена против красно-бурой пятнистости листьев овса

Вариант	ДК 10–13		ДК 55–59		ДК 61–65	
	Развитие, %.	Биол. эффективность, %	Развитие, %.	Биол. эффективность, %	Развитие, %.	Биол. эффективность, %
наличие красно-бурой пятнистости листьев в 2014[1] и 2015[2] гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	18.4[1] 1.0[2]	–	20.6 6.3	–	28.6 12.7	–
среднее за 2014–2015 гг.						
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	9.7	–	13.5	–	20.7	–
Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37–39)	8.3	14.4	9.3	30.9	16.5	20.1
Иншур перформ 0.5 л/т и Бактавен 3л/т (ДК 00) + Бактавен 6 л/га (ДК 37–39)	7.7	20.6	8.6	36.4	14.0	32.4
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00)	7.6	22.2	11.3	16.0	17.6	15.0
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00) + Рекс дуо 0.6 л/га (ДК 37–39)	7.8	20.1	3.4	74.7	6.4	69.0

На момент применения в стадии ДК 37–39 биопестицида Бактавен и фунгицида Рекс дуо развитие красно-бурой пятнистости листьев овса в посевах составляло 1.0–4.9%. Биологическая эффективность фунгицида в фазе выметывания была равна 74.7%, а биопрепарата Бактавен – 30.9%. На фоне обработки семян биопестицидом и химическим протравителем применение биопестицида Бактавен в период вегетации было более эффективно (36.4%), чем на фоне обработки семян только биопрепаратом.

Применение биопестицида Бактавен при обработке семян овса (3.0 л/т) и в последующем в фазе появления флагового листа (6.0 л/га) способствовало достоверному сохранению урожайности овса от 3.0 до 4.0 ц/га, в среднем за 2 года исследований – 3.5 ц/га или 6.4%. Протравливание семян препаратом Иншур перформ, КС (0.5 л/т) повышало урожайность на 4.0 ц/га (7.4%). Обработка семенного материала Бактавеном (3.0 л/т) и Иншур перформом (0.5 л/т) на фоне защиты листьев биопестицидом (6.0 л/га) позволило повысить урожайность в среднем на 4.8 ц/га или 8.7% (табл. 6).

Анализ биометрических показателей растений свидетельствует о том, что в среднем за 2 года под влиянием биопестицида на основе штамма *B. subtilis* (Бактавен 3.0 л/т, ДК 00 + Бактавен 6.0 л/га, ДК 37–39) все они увеличивались: количество растений на 3.3 шт. и продуктивных стеблей на 7.5 шт. на м^2, число зерен в метелке на 2.2 шт., масса 1000 зерен на 1.5 г.

Таблица 6. Влияние биопрепаратов и химических пестицидов на биометрические показатели и урожайность овса

Вариант	Число растений на 1 м²	Число продукт. стеблей на 1 м²	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	
						ц/га	%
показатели урожайности в 2014[1] и 2015[2] гг.							
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	340.1[1] 364.3[2]	369.3 382.3	56.2 66.8	33.6 33.0	60.3 48.3	–	–
среднее за 2014–2015 гг.							
Контроль (без Бактавена, протравителя, фунгицида)	352.2	375.8	61.5	33.3	54.3	–	–
Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37–39)	355.5	383.3	63.7	34.8	57.8	3.5	6.4
Иншур перформ 0.5 л/т и Бактавен 3.0 л/т (ДК 00) + Бактавен 6.0 л/га (ДК 37–39)	355.2	389.4	66.2	34.8	59.1	4.8	8.7
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00)	355.4	389.1	67.0	34.4	58.3	4.0	7.4
Иншур перформ 0.5 л/т (ДК 00) + Рекс дуо 0.6 л/га (ДК 37–39)	358.2	384.2	70.4	36.9	61.6	7.3	13.4
$НСР_{05}$					2.4–3.1		

Заключение

Обработка семян овса биопестицидом Бактавен, Ж (3.0 л/т) способствовала уменьшению пораженности всходов красно-бурой пятнистостью листьев на начальном этапе роста и развития растений на 14.4%, а также снижала развитие корневых гнилей в фазе кущения на 38.9%. Внесение препарата (6.0 л/га) в фазе появления флагового листа (ДК 37–39) снижало развитие красно-бурой пятнистости в фазе выметывания на 30.9%. В совокупности была достигнута прибавка урожайности зерна 3.5 ц/га (6.4%), что позволяет рекомендовать использование разработанного биопрепарата в системе защиты овса от болезней с целью снижения пестицидной нагрузки и получения экологически чистого зерна.

Вместе с тем следует учитывать, что применение агрохимикатов (Иншур перформ, КС (0.5 л/т) ДК 00 и Рекс дуо, КС (0.6 л/га) ДК 37–39) позволяет сохранить до 13.4% урожайности зерна (7.3 ц/га). В целях экологизации сельскохозяйственного производства наиболее предпочтительной представляется интегрированная система защиты овса, включающая обработку семенного материала Бактавеном (3.0 л/т) и Иншур перформом (0.5 л/т) на фоне защиты листьев биопестицидом (6.0 л/га), что повышает урожайность в среднем на 4.8 ц/га или 8.7%.

В Институте микробиологии НАН Беларуси разработаны и утверждены технические условия ТУ BY 100289066.123-2015 на биопестицид «Бактавен» и опытно-промышленный регламент на его получение. Разработаны методические рекомендации по применению Бактавена для защиты овса от комплекса болезней. Биопестицид «Бактавен» внесен в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь (гос. регистрация № 06-0093).

Библиографический список (References)

Биологическая эффективность новых микробиологических препаратов алиринов Б и С для защиты растений от болезней в разных природно-климатических зонах. II. Биологическая эффективность алиринов в отношении болезней зерновых, плодовых, ягодных, цветочных культур и винограда / И.И. Новикова [и др.] // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 1. С. 99–103.

Биопрепарат Фитоспорин для защиты растений от болезней / Патент России № 2099947. 1997. Бюл. N 36. / Смирнов В.В., Сорокулова И.Б., Бережницкая Т.Г. [и др.].

Кузьмина, Л. Ю. Эффективность совместного применения биопрепарата на основе бактерий рода *Bacillus* с химическими фунгицидами на посевах яровой пшеницы / Л. Ю. Кузьмина, А.И. Мелентьев // Сельскохозяйственная биотехнология: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 3–6 декабря 2001 г. / НАН Беларуси, Бел. гос.с.-х. акад. Горки, 2001. С. 218–220.

Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве/ РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Ин-т защиты растений; под ред. С.Ф.Буга. Несвиж, 2007. С. 64–91.

Препарат для защиты растений от болезней / Патент России № 2093031. 1997. Бюл. N 29. / Галкина Н.Н., Лиховидов В.Е., Тур А.И.

Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. М.: Колос, 1983. 253 с.

Штамм бактерий Bacillus subtilis БИМ В-262, обладающий антагонистической активностью в отношении фитопатогенов плодовых или ягодных культур / Патент Беларуси № 10904. 2008. Бюл. N 4. / Коломиец Э.И., Романовская Т.В., Молчан О.В. [и др.].

Штамм бактерий Bacillus subtilis БИМ В-377-Д для защиты люпина от болезней, вызываемых фитопатогенными грибами / Патент Беларуси № 9601. 2007. Бюл. N 4. / Купцов В.Н., Коломиец Э.И., Воронкова А.Е. [и др.].

Штамм бактерий Bacillus subtilis, обладающий антагонистической активностью в отношении фитопатогенов овощных культур / Патент Беларуси № 8396. 2006. Бюл. N 4. / Коломиец Э.И., Романовская Т.В., Чикилева А.Е. [и др.].

Composition and method for controlling plant diseases using *Pseudomonas chlororaphis* strain NCIMB 40616 / Patent US № 5900236. 1999. / Gerhardson B., Gustafsson A., Jerkeman T. [et al.].

Plant response and disease control following seed inoculation with *Bacillus subtilis* / Backman P.A., Brannen, P.M., Mahaffee W.R. Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria // M.H Ryder., P.M. Stephens, G.D Bowen. Ed.. Adelaide: CSIRO, 1994. P. 112–154.

Stewart A. Commercial biocontrol – reality or fantasy? / A. Stewart // Australasian Plant Pathology. 2001. N 30. P. 127–131.

Suppression of Fusarium wilt of cotton *with Bacillus subtilis* hopper box formulations Brannen P.M., Backman P.A. Improving Plant Productivity with Rhizosphere Bacteria / M.H Ryder., P.M Stephens., G.D Bowen. Ed. – Adelaide: CSIRO, 1994. P. 228–241.

Translation of Russian References

Buga S.F. (ed.). Methodology guidelines for fungicide registration testing in agriculture. Nesvizh: Respublikanskoye unitarnoye predpriyatiye “Nauchno-prakticheskij tsentr Natsionalnoj akademii nauk Belarusi po zemledeliyu”, Institut zaschity rastenij, 2007. P. 64–91 (In Russian).

Galkina N.N., Likhovidov V.E., Tur A.I. Product for plant protection against diseases. Patent of Russia N 2093031. 1997. Bul. N 29. (In Russian).

Kolomiets E.I., Romanovskaya T.V., Chikilyova A.E. Bacteria strain *Bacillus subtilis* with antagonistic activity regarding to phytopathogens of leguminous crops. Patent of Belarus N 8396. 2006. Bul. N 4. (In Russian).

Kolomiets E.I., Romanovskaya T.V., Molchan O.V. et al. Bacteria strain *Bacillus subtilis* BIM B-262 with antagonistic activity regarding to phytopathogens of fruit and berry crops. Patent of Belarus N 10904. 2008. Bul. N 4. (In Russian).

Kuptsov V.N., Kolomiets E.I.,Voronkova A.E. et al. Bacteria strain *Bacillus subtilis* BIM B-377-D for lupine protection against diseases caused by plant pathogenic fungi. Patent of Belarus N 9601. 2007. Bul. N 4. (In Russian).

Kuzmina L.Yu., Melentiev A.I. Efficiency of combined use of bioproduct on the basis of *Bacillus* genus and chemical fungicides on spring wheat crops. In: Sel'skokhozyaistvennaya biotekhnologiya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Gorki, 3–6 dekabrya 2001. Gorki: Natsionalnaya akademiya nauk Belarusi, Belorusskaya gosudarstvennaya selskokhozyaistvennaya akademiya. 2001. P. 218–220. (In Russian).

Novikova I.I. et al. Biological activity of new microbiological preparations Alirin B and S designed for plant protection against diseases. II Biological activity of alirins against diseases of cereals, fruit and berry cultures, flowers and grape. Mikologiya i Fitopatologiya. 2003. V. 37. N. 1. P. 99–103 (In Russian).

Segi J. Methods of soil microbiology. Moscow: Kolos, 1983. 253 p. (In Russian).

Smirnov V.V., Sorokulova I.B., Berezhnitskaya T.G. et al. Bioproduct Fitosporin for plant protection against diseases. Patent of Russia N 2099947. 1997. Bul. N 36. (In Russian).

Plant Protection News, 2017, 2(92), p. 40–45

APPLICATION OF BACTAVEN BIOPESTICIDE IN OAT CROP PROTECTION AGAINST DISEASES

A.G. Vlasov[1], V.N. Kuptsov[2], S.P. Khaletsky[1], E.I. Kolomiets[2]

[1]Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming, Zhodino, Belarus;
[2]Institute of Microbiology of NAS of Belarus, Minsk, Belarus

Research results on the efficiency of bacteria *Bacillus subtilis* BIM B-760D (Biopesticide Bactaven) in oat protection against pathogens are presented in the article. For the assessment under laboratory conditions, methods of microbiology and phytopathology were used, while the practices recommended for fungicide tests in agriculture were applied for the assessment of biological and economical efficiency in field. The laboratory researches showed that BIM B-760D strain was well adapted to the soil conditions and could keep viability in oat phylloplane during 16 days. The testing Bactaven in field showed that oat seed treatment (3.0 l/t) at the initial stage of plant growth and development reduced the affection of the shoots by *Helminthosporium* leaf blotch by 14.4% and lowered the development of root rots at the tillering stage by 38.9%. The follow-on use of Bactaven biopesticide at the stage of flag leaf appearance (6.0 l/ha) reduced the development of *Helminthosporium* leaf blotch by 30.9%. The use of this product allowed to save 0.35 t/ha or 6.4% of oat grain yield.

Keywords: oat; *Bacillus subtilis*; bioproduct; biopesticide; phytopathogen; disease; root rot; *Helminthosporium* leaf blotch; yield.

Сведения об авторах

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», ул. Тимирязева, 1, 222160, г. Жодино, Республика Беларусь
**Власов Антон Геннадьевич*. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: antogen.vl@mail.ru
Халецкий Сергей Павлович. Заведующий лабораторией, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: izis-oves@yandex.ru
ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», ул. Купревича, 2, 220141, Минск, Республика Беларусь
Купцов Владислав Николаевич. Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: kuptsov@hotmail.com
Коломиец Эмилия Ивановна. Заведующая лабораторией, доктор биологических наук, чл.-корр., e-mail: kolomiets@mbio.bas-net.by

* Ответственный за переписку

Information about the authors

RUE "Research and Practical Centre of NAS of Belarus for Arable Farming", Timiryazev str., 1, 222160, Zhodino, Republic of Belarus
**Vlasov Anton Gennadiyevich*. Leading Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: antogen.vl.@mail.ru
Khaletsky Sergei Pavlovich. Head of Laboratory, PhD in Agriculture, e-mail: izis-oves@yandex.ru
GSI "Institute of Microbiology of NAS of Belarus", Kuprevich str., 2, 220141, Minsk, Republic of Belarus
Kuptsov Vladislav Nikolayevich. Senior Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: kuptsov@hotmail.com
Kolomiets Emilia Ivanovna. Head of Laboratory, DSc in Biology, e-mail: kolomiets@mbio.bas-net.by

* Responsible for correspondence