

УДК 632.937:633.854.52

**ШТАММ ГРИБА Xk-1 *CHAETOMIUM*  
*OLIVACEUM* COOK ET ELLIS –  
ПРОДУЦЕНТ МИКРОБИОПРЕПАРАТА  
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОСТИ  
ФУЗАРИОЗА НА СОЕ**

**Л.В. Маслиенко,**  
доктор биологических наук  
**Д.А. Курилова,**  
кандидат биологических наук

ФГБНУ ВНИИМК  
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17  
Тел.: (861) 275–85–19  
E-mail: biometod@yandex.ru

*Для цитирования:* Маслиенко Л.В., Курилова Д.А.  
Штамм гриба Xk-1 *Chaetomium olivaceum* Cook et  
Ellis – продуцент микробиопрепарата для снижения  
вредности фузариоза на сое // Масличные куль-  
туры. Научно-технический бюллетень Всерос-  
сийского научно-исследовательского института мас-  
личных культур. – 2016. – Вып. 2 (166). – С. 73–84.

**Ключевые слова:** фузариоз, соя, штамм, антаго-  
нист, микробиопрепараты.

В результате скрининга штаммов-антагонистов из коллекции лаборатории биометода ФГБНУ ВНИИМК к возбудителю фузариоза сои *Fusarium sporotrichiella* Bilai var. *poae* (Pk.) Wr. emend Bilai. отобран штамм-продуцент микробиопрепарата гриба Xk-1 *Chaetomium olivaceum* Cook et Ellis. Установлено, что обработка семян сои сорта Вилана водной суспензией опытного образца микробиопрепарата не оказывает негативного влияния на всхожесть, а способствует её повышению по сравнению с контролем на 9 %. Установлено ростостимулирующее влияние штамма-продуцента на проростки сои, что выразилось в увеличении длины и массы корня. Механизм действия штамма-продуцента на возбудителя фузариоза сои обусловлен антибиозом. Установлен защитный эффект от обработки семян сои опытными образцами микробиопрепарата. Так, на фоне искусственного заражения возбудителем фузариоза во влажной камере, при поражении в контроле 58,6 % проростков сои, максимальная биологическая эффективность микробиопрепарата установлена с нормой расхода 3,0 л/т – 59,0 % при эффективности эталона ТМТД – 65,9 %. На фоне искусственного заражения семян сои возбудителем фузариоза в почве (78,7 %) биологическая эффективность микробиопрепарата составила 33,9 %, тогда как химического эталона ТМТД – 13,6 %. Установлена средняя колонизирующая активность

штамма-продуцента (40,0 %) к культуре сои. В полевых мелкоделяночных опытах, в год проявления фузариоза на сое, на фоне поражения в контроле 49,1 % биологическая эффективность обработки семян опытным образцом микробиопрепарата составила 28,7 %, тогда как химического эталона ТМТД – 10,8 %. Дополнительный урожай составил 0,15 т/га, у эталона ТМТД – 0,13 т/га. В производственных опытах в двух районах Краснодарского края на фоне отсутствия поражения сои фузариозом и другими болезнями установлено положительное влияние обработки семян микробиопрепаратом на урожайность за счёт снижения семенной и почвенной инфекции, а также ростостимулирующего действия штамма-продуцента.

UDC 632.937:633.854.52

**Strain of fungus Xk-1 *Chaetomium olivaceum*  
Cook et Ellis is a producer of microbiopreparation  
to decreasing of Fusariosis on soybean.  
Maslienko L.V.,** doctor of biology  
**Kurilova D.A.,** candidate of biology

ФГБНУ ВНИИМК  
17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia  
E-mail: biometod@yandex.ru

**Key words:** Fusariosis, soybean, strain, antagonist,  
microbiopreparation.

As a result of a screening of strains-antagonists from a collection of biological methods laboratory of VNIIMK to pathogen *Fusarium sporotrichiella* Bilai var. *poae* (Pk.) Wr. emend. Bilai was selected strain-producer of microbiopreparation a fungus Xk-1 *Chaetomium olivaceum* Cook et Ellis. Influence of the strain-producer of microbiopreparation, mechanism of a fungus activity to Fusariosis pathogen on soybean was studied. The experimental samples of a preparation were tested at artificial inoculation in laboratory conditions and in field. The results of researches are presented in this article. Treatment of soybean seeds of a cultivar Vilana with a water suspension of testing preparation does not influence negatively on germination, and promotes its increasing compared to control on 9%. Growth-stimulating impact of the strain-producer on soybean seedlings was ascertained. Length and weight of a root was influenced by the strain mostly. A mechanism of interrelation between strain-producer and a fusariosis pathogen on soybean was studied. An antibiotic action of the strain-producer on fusariosis pathogen was stated. In laboratory conditions, soybean seeds treatment by studied microbiopreparation demonstrated protected effect at artificial inoculation. Thus, in wet chambers, at fusariosis infection 58.6% in control, the maximal biological efficiency of microbiopreparation (59.0%) was determined at usage rate 3.0 liter per t, efficiency of etalon chemical preparation tetramethyltiuramdisulphid was 65.9%. At artificial inoculation of soybean seeds by fusariosis in soil (78.7%), biological efficiency of microbiopreparation

was 33.9%, as the same of the chemical etalon tetramethyltiuramdisulphid – 13.6%. An average oecizing activity of the strain-producer (40.0%) to soybean was determined. In field trials, in year of fusariosis appearance on soybean, infection degree was 49.1% in control, and biological efficiency of seeds treatment with experimental sample of preparation was 28.7%, as the same of the chemical etalon tetramethyltiuramdisulphid 10.8%. The extra yield was 0.15 t per ha, at application of etalon tetramethyltiuramdisulphid – 0.13 t per ha. In industrial trials in two districts of Krasnodar region, at absence of soybean infection by fusariosis and other diseases, a positive influence of soybean seeds treatment by microbiopreparation on seed yield due to reduction of seed and soil infections as well as growth-stimulating action of the strain-antagonist.

**Введение.** Соя поражается целым комплексом болезней, среди которых особую опасность представляет фузариоз. Болезнь поражает всходы, вызывает корневую гниль, трахеомикозное увядание, гниль бобов и семян. По результатам наших исследований наиболее распространёнными видами, вызывающими фузариоз сои в последние годы являются *Fusarium sporotrichiella* Bilai (частота встречаемости 40,5 %), *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hans (28,0 %) и *F. moniliforme* Sheld var. *lactis* (Pir. Et Rib.) Bilai (12,5 %) [1].

Для снижения вредоносности болезней необходимо проведение комплексных мероприятий. С целью обеспечения экономической безопасности производства сельскохозяйственных культур необходимо сокращение объёма использования химических средств защиты растений. В качестве альтернативы пестицидам особого внимания заслуживают экологически безопасные микробиопрепараты полифункционального типа действия. Преимущество микробиопрепаратов заключается в высокой экологичности, специфичности действия, способности восстанавливать природные регуляторные механизмы в агроценозах [2].

В ФГБНУ ВНИИМК в лаборатории биометода проводятся исследования по разработке эффективного, экологически безопасного, микробиологического метода снижения вредоносности основных болезней масличных культур. Исследования направлены на:

- изыскание, скрининг природных штаммов-антагонистов основных возбудителей болезней подсолнечника, сои и рапса;
- изучение биологических особенностей и механизма действия перспективных штаммов-продуцентов микробиопрепаратов;
- селекцию перспективных штаммов методом ступенчатого моноклонального отбора;
- оптимизацию условий культивирования перспективных штаммов-продуцентов новых микробиопрепаратов;
- разработку элементов технологии производства и хранения различных препаративных форм новых микробиопрепаратов;
- разработку элементов технологии применения новых микробиопрепаратов для защиты семян, вегетирующих растений масличных культур и оздоровления почвы.

В основе создания микробиопрепаратов лежит ступенчатый скрининг выделенных микроорганизмов, который включает первичную оценку антагонистической активности штаммов *in vitro*, далее определение биологической эффективности отобранных штаммов на фоне искусственного заражения патогенами во влажной камере и в почве в лабораторных условиях. Активные штаммы оценивают на фитотоксичность и ростостимулирующую активность к защищаемой культуре. Нарботанные опытные партии микробиопрепаратов испытываются в мелкоделяночных опытах и производственных условиях [3].

В результате скрининга штаммов антагонистов из коллекции лаборатории биометода к возбудителю фузариоза сои, наиболее распространённому и агрессивному изоляту гриба *Fusarium sporotrichiella* Bilai var. *poae* (Pk.) Wr. emend. Bilai., отобран штамм-продуцент микробиопрепарата гриб Xk-1 *Chaetomium olivaceum* Cook et Ellis [4; 5].

Известно, что грибы рода *Chaetomium* обычно встречаются в почве и в органическом компосте, способны разлагать целлюлозу и другие органические вещества, проявляют антагонистические свойства к различным микроорганизмам почвы [6; 7].

Штамм Xk-1 *Chaetomium olivaceum*

Cook et Ellis выделен из склероциев белой гнили, собранных с поражённого подсолнечника в опытном хозяйстве ВНИИМК в 1985 г. Штамм идентифицирован в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, депонирован в коллекции культур микроорганизмов ВИЗР под номером 4 и защищён авторским свидетельством № 1369026 от 22.09.1987 г.

На основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* разработан микробиопрепарат Хетомин в разных препаративных формах, проявляющий высокую фунгицидную активность против возбудителей белой гнили (активно разлагающий склероции) и фомопсиса (снижающий запас инфекции на растительных остатках), а также обладающий ростостимулирующей активностью к подсолнечнику и озимому рапсу [8; 9].

В данной работе представлены результаты изучения влияния штамма-продуцента микробиопрепарата Хк-1 *Chaetomium olivaceum* Cook et Ellis на культуру сои, механизма действия гриба по отношению к возбудителю фузариоза, а также испытания опытных образцов микробиопрепарата на фоне искусственного заражения возбудителем фузариоза в лабораторных условиях и на естественном фоне поражения в поле.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись штамм гриба Хк-1 *Chaetomium olivaceum*, изолят гриба *Fusarium sporotrichiella* var. *roae*, соя сортов Вилана и Альба.

Исследование возможного токсического или ростостимулирующего воздействия штамма на культуру сои проводили методом обработки семян опытными образцами биопрепарата и методом погружения подрезанной корневой системы семидневных проростков в суспензию антагониста. Семена сои сорта Вилана обрабатывали водной суспензией (ВС) микробиопрепарата и закладывали в рулоны для проращивания. Сравнивали всхожесть обработанных семян с контролем. Для определения ростостимулирующего влияния определяли длину и массу корня и стебля. Для изучения влияния на увядание сои корни семидневных проро-

стков подрезали и погружали в суспензию антагониста и по наличию увядших проростков судили о негативном влиянии штамма на сою [10]. Механизм взаимодействия штаммов-антагонистов с возбудителем фузариоза сои *F. sporotrichiella* var. *roae* изучали с помощью светового микроскопа «Биолам». Двойные культуры высевали на агаризированные среды, разлитые тонким слоем на предметные стёкла. Предметные стёкла помещали во влажную камеру и проводили ежедневные наблюдения за развитием патогена и антагониста [8].

Определение защитного эффекта прорастающего семени сои, а также обработку оптимальных норм расхода опытных образцов биопрепарата на первом этапе проводили во влажной камере, используя метод агаровых блоков [11]. Испытывали нормы применения опытных образцов от 2,0 до 4,0 л/т. Титр опытных образцов микробиопрепарата определяли по методу Коха [12].

Колонизирующую активность перспективного штамма-продуцента определяли в перфорированных чашках Петри, используя модифицированные нами методические рекомендации Антоновой и Сауковой [14].

Определение защитного эффекта прорастающего семени сои на фоне искусственного заражения возбудителем фузариоза в почве в лабораторных условиях проводили при локальном внесении инокулюма в рядок одновременно с посевом [15].

Полевые мелкоделяночные испытания опытных образцов микробиопрепарата проводились на ЦЭБ ВНИИМК. Посев сои осуществляли 4-рядной селекционной сеялкой СКС-6А с междурядьями 70 см. Густота стояния 250–300 тыс. раст./га. Площадь делянки 14 м<sup>2</sup>, повторность трёхкратная. Учёты поражения сои фузариозом проводили в динамике. Семена обрабатывали вручную, опытными партиями микробиопрепарата (титр 2,0–6,3 × 10<sup>7</sup> КОЕ/мл), с нормой расхода препарата 3,0 л/т, рабочей жидкости – 4,0 л/т. Химический эталон – ТМТД (ВСК), 6 л/т. Контроль – семена без обработки. Посевные

качества и микрофлору семян сои перед посевом определяли по ГОСТ 12038-84.

Полевые и производственные опыты проводили в двух районах Краснодарского края [16]. Производственный посев сои в рисовом севообороте (ООО «Кубрис» Красноармейского района) осуществляли пропашной пневматической сеялкой СУПН-8, с междурядьями 70 см. Норма высева 503 тыс. шт. семян на 1 га. Метод проведения опыта полевой, крупноделяночный, в четырёхкратной повторности. Площадь одной делянки 126 м<sup>2</sup>, одного варианта – 504 м<sup>2</sup>. Учёт урожая проводили методом снопового анализа.

На Армавирской опытной станции ВНИИМК производственный посев в 2011 г. осуществляли пропашной пневматической 8-рядной сеялкой «Аист». Площадь делянки 0,75 га. Длина делянки 470 м. Предшественник – озимая пшеница. Уборку проводили комбайном Дон 1500-А, поделяночно. Уход за посевами осуществлялся по разработанной во ВНИИМК технологии. В 2012 г. опыт проводили на сорте Дуар. Площадь делянки составляла 47,6 м<sup>2</sup>, повторность четырёхкратная. Также в 2012 г. проводили обработку вегетирующих растений сои вручную, ранцевым опрыскивателем, с нормой расхода рабочей жидкости 250 л/га.

**Результаты и обсуждение.** При исследовании возможного токсического и ростостимулирующего воздействия штамма-продуцента микробиопрепарата Хк-1 *Chaetomium olivaceum* Cook et Ellis на культуру сои установлено, что обработка семян сорта Вилана водной суспензией опытного образца микробиопрепарата не оказывает негативного влияния на всхожесть. Более того, отмечено повышение всхожести на 9 % по сравнению с контролем. При изучении влияния суспензии микробиопрепарата на увядание семидневных проростков сои с подрезанными корнями отмечено активное развитие побегов и подрезанных корней как в варианте, так и в контроле.

Установлено ростостимулирующее влияние штамма-продуцента на проростки сои (табл. 1).

Таблица 1

**Ростостимулирующее влияние штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на проростки сои**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2008 г.

Вариант	Длина корня		Масса корня		Длина побега		Масса побега	
	см	в % к контролю	г	в % к контролю	см	в % к контролю	г	в % к контролю
Контроль	8,35	-	0,15	-	9,13	-	0,82	-
Хк-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС	10,45	25,2	0,18	20,0	9,76	6,9	0,89	8,5

Наиболее сильное влияние штамм оказывал на длину (25,2 %) и массу корня (20,0 %). Существенное увеличение корневой массы проростков происходило за счет интенсивного развития главного и боковых корней (рис. 1). Влияние штамма на длину и массу стебля также отмечено, но в меньшей степени (6,9; 8,5 % соответственно).

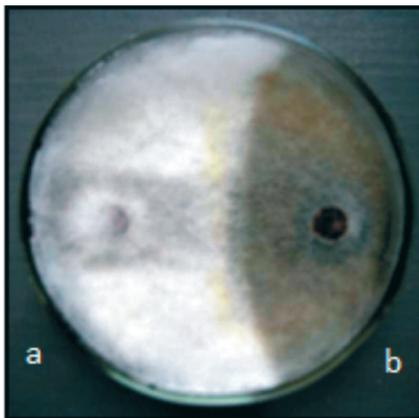


Рисунок 1 – Ростостимулирующее влияние штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на проростки сои (ориг.): а – контроль; б – вариант

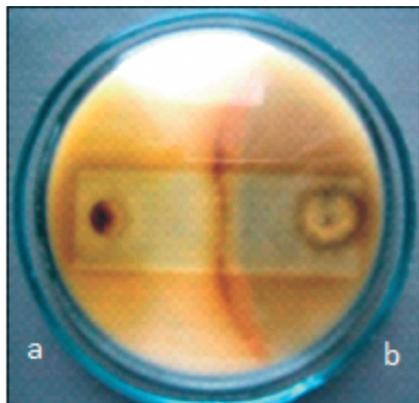
Таким образом, установлено отсутствие негативного влияния штамма-продуцента микробиопрепарата на всхожесть семян сои, а наоборот, выявлен ростостимулирующий эффект на проростки культуры. Наиболее сильное влияние штамм оказывал на длину и массу корня сои.

Механизм взаимодействия штамма-продуцента микробиопрепарата Хк-1 *Chaetomium olivaceum* и возбудителя фузариоза сои *Fusarium sporotrichiella* var. *poae*.

При совместном инкубировании антагониста и патогена методом встречных культур в течение первых трёх суток оба гриба росли навстречу друг другу. На четвёртые сутки произошло срастание колоний антагониста и патогена без образования пустой стерильной зоны. На пятые сутки в зоне срастания грибов отмечено изменение пигментации субстрата на территории патогенного гриба с естественного кремового цвета на красно-коричневый, что особо заметно с нижней стороны чашки Петри (рис. 2).



1



2

Рисунок 2 – Двойная культура антагониста Xk-1 *Chaetomium olivaceum* с возбудителем фузариоза сои *Fusarium sporotrichiella var. poae* на пятые сутки инкубации (ориг.):

- 1 – лицевая сторона чашки Петри;
- а – патоген; б – антагонист;
- 2 – нижняя сторона чашки Петри

При микроскопировании мицелий антагониста легко отличался от мицелия патогена меньшим (примерно в 1,5–2

раза) диаметром гиф. В двойной культуре гифы антагониста обвивали гифы патогена, но структурных изменений мицелия патогена в первый день срастания не выявлено (рис. 3).

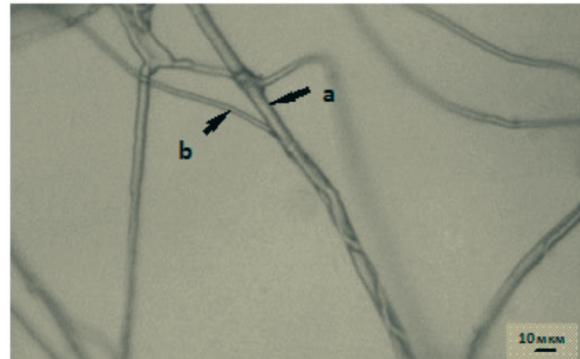


Рисунок 3 – Мицелий возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichiella var. poae* и антагониста Xk-1 *Ch. olivaceum* на четвёртые сутки совместной инкубации (ориг.): а – гифы патогена; б – гифы антагониста

На пятые сутки совместного инкубирования гифы антагониста активно оплетали гифы патогена. Кроме того, в образовавшейся зоне наблюдалась агрегация мицелия патогена в тяжи, а также его потемнение, скручивание, деформация и усыхание (рис. 4).



Рисунок 4 – Мицелий возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichiella var. poae* и антагониста Xk-1 *Ch. olivaceum* на пятые сутки совместной инкубации (ориг.): а – гифы антагониста; б – агрегация мицелия патогена в тяжи

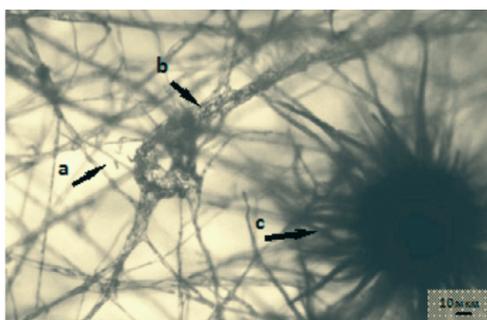
На седьмые сутки совместной инкубации, по мере дальнейшего взаимодействия, происходила дальнейшая деградация мицелия патогена, гифы сплющивались и поги-

бали без разрушения клеточных стенок. Происходило разрастание зоны взаимодействия, где наблюдалось активное формирование плодовых тел антагониста (рис. 5).

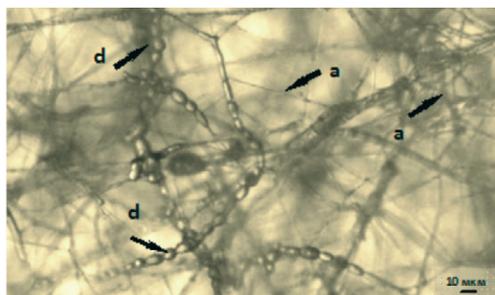


Рисунок 5 – Мицелий возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichiella* var. *poae* и антагониста Хк-1 *Ch. olivaceum* на седьмые сутки совместной инкубации (ориг.): а – деградировавший мицелий патогена; б – гифы антагониста; с – плодовое тело антагониста

На десятые сутки совместного культивирования в зоне взаимодействия наблюдалась гибель большей части воздушного мицелия патогена и активное образование плодовых тел антагониста (рис. 6.1). На субстратном мицелии фузариоза происходило активное формирование хламидоспор (рис. 6.2), тогда как в контроле хламидоспор не было.



1



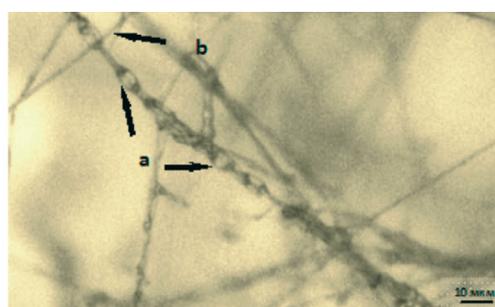
2

Рисунок 6

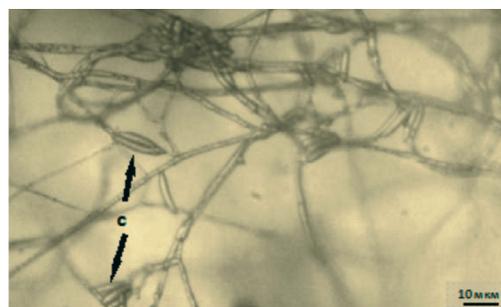
Рисунок 6 – Мицелий возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichiella* var. *poae* на десятые сутки совместной инкубации с антагонистом Хк-1 *Ch. olivaceum* (ориг.):

- 1 – воздушный мицелий патогена;
- 2 – субстратный мицелий патогена;
- а – гифы антагониста; б – разрушенный мицелий патогена; с – плодовое тело антагониста; d – хламидоспоры патогена

На пятнадцатые сутки совместного культивирования в зоне срастания наблюдалась полная гибель мицелия и разрушение хламидоспор патогена (рис. 7.1), а в контроле мицелий *F. sporotrichiella* var. *poae* имел нормальное развитие и активное спороношение (рис. 7.2).



1



2

Рисунок 7 – Мицелий возбудителя фузариоза сои *F. sporotrichiella* var. *poae* на пятнадцатые сутки инкубации (ориг.): 1 – совместно с антагонистом Хк-1 *Ch. olivaceum*: а – разрушенные хламидоспоры патогена, б – гифы антагониста; 2 – без антагониста (контроль): с – макроконидии

Таким образом, в двойных культурах с возбудителем фузариоза штамм гриба-антагониста Хк-1 *Chaetomium olivaceum* не только препятствовал разрастанию колонии патогена, но и разрушал мицелий, а также останавливал формирование спор.

Факт гибели гиф возбудителя фузариоза без разрушения клеточных стенок и без внедрения в гифы патогена подтверждает антибиотическое действие антагониста, что соответствует проведённым ранее исследованиям с возбудителями белой гнили, фомопсиса и фузариоза подсолнечника [8].

Испытание микробиопрепарата на основе штамма-продуцента Xk-1 *Chaetomium olivaceum* на фоне искусственного заражения семян сои патогенным изолятом *F. sporotrichiella* var. *poae*

Определение защитного эффекта для прорастающего семени сои, а также отработку оптимальных норм расхода опытных образцов микробиопрепарата на первом этапе проводили во влажной камере, на фоне искусственного заражения возбудителем фузариоза, используя метод агаровых блоков (табл. 2).

Таблица 2

**Биологическая эффективность обработки семян сои сорта Ника опытными образцами микробиопрепарата на основе штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* на фоне искусственного заражения *Fusarium sporotrichiella* var. *poae* в лабораторных условиях**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2008 г.

Вариант	Норма расхода, л/т	Поражено фузариозом, %	Биологическая эффективность, %
Контроль без инфекции	-	37,3	-
Контроль + инфекция	-	58,6	-
ТМТД, эталон, ВСК	6,0	20,0	65,9
Xk-1 <i>Chaetomium olivaceum</i> , ВС	2,0	43,4	25,9
	3,0	24,0	59,0
	4,0	40,0	31,7

На среднем фоне поражения сои фузариозом в контроле 58,6 % максимальная биологическая эффективность микробиопрепарата на основе штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* в препаративной форме ВС установлена с нормой расхода 3,0 л/т – 59,0 % при эффективности эталона ТМТД – 65,9 %.

Эффективность биологического агента во многом определяется не только его способностью обеспечивать защиту се-

мян, но и колонизировать растущий корень. Установлена средняя колонизирующая активность штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* (табл. 3).

Таблица 3

**Колонизирующая активность штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* на проростках сои сорта Славия, заражённых *Fusarium sporotrichiella* var. *poae* в лабораторных условиях**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2008 г.

Вариант	Здоровые проростки, %	Поражено проростков, %		Биологическая эффективность, %
		жизнеспособные	нежизнеспособные	
Контроль без инфекции	100	0	0	-
Контроль с инфекцией	0	0	100	-
Xk-1 <i>Chaetomium olivaceum</i> , ВС	5,0	35,0	60,0	<b>40,0</b>

На жёстком (100 %) фоне заражения проростков сои сорта Вилана возбудителем фузариоза в варианте с обработкой семян антагонистом жизнеспособными оказались 40 % проростков при степени поражения корня 0–3 балла, тогда как в контроле с инфекцией жизнеспособных проростков не обнаружено при степени поражения корня 4–5 баллов.

Дальнейший скрининг штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* проведён на фоне искусственного заражения семян сои возбудителем фузариоза в лабораторных условиях в почве (табл. 4).

Таблица 4

**Биологическая эффективность обработки семян сои сорта Славия опытными образцами микробиопрепарата на основе штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* на фоне искусственного заражения *Fusarium sporotrichiella* var. *poae* в почве**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2008 г.

Вариант	Титр, КОЕ/мл	Норма расхода, л/т	Поражено проростков, %	Биологическая эффективность, %
Контроль без инфекции	-	-	7,8	-
Контроль с инфекцией	-	-	78,7	-
Эталон ТМТД, ВСК	-	6,0	68,0	13,6
Xk-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС	$5,7 \times 10^7$	3,0	52,0	<b>33,9</b>

Примечание: ВСК – водно-суспензионный концентрат, ЖК – жидкая культура, ВС – водная суспензия

На высоком фоне поражения фузариозом в контроле 78,7 % биологическая эффективность микробиопрепарата составила 33,9 % при биологической эффективности химического эталона ТМТД, ВСК – 13,6 %.

Таким образом, результаты испытания опытных образцов микробиопрепарата в лабораторных условиях показали, что на среднем фоне поражения сои фузариозом во влажной камере максимальная биологическая эффективность микробиопрепарата установлена с нормой расхода 3,0 л/т – 59,0 %, при эффективности эталона ТМТД – 65,9 %. На высоком фоне поражения фузариозом в растительных в почве биологическая эффективность микробиопрепарата составила 33,9 % при биологической эффективности химического эталона ТМТД, ВСК – 13,6 %. Установлена средняя (40,0 %) колонизирующая активность штамма-продуцента микробиопрепарата.

Испытание микробиопрепарата на основе штамма-продуцента Xk-1 *Chaetomium olivaceum* на естественном фоне заражения фузариозом в полевых мелкоделяночных опытах.

Испытание опытных образцов микробиопрепарата в мелкоделяночном опыте проводилось на ЦЭБ ВНИИМК. Благоприятные для фузариозного увядания погодные условия способствовали распространению и развитию фузариоза на сое (табл. 5).

Таблица 5

**Биологическая эффективность обработки семян сои сорта Альба опытным образцом микробиопрепарата на основе штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* против фузариоза в полевых условиях**

г. Краснодар, ВНИИМК, 2008 г.

Вариант	Норма расхода, л/т	Поражено фузариозом (2+3 балл), %	Биологическая эффективность, %	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га
Контроль, б/о	-	49,1	-	1,64	-
ТМТД, ВСК, эталон	6,0	43,8	10,8	1,77	0,13
Xk-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС	3,0	35,0	<b>28,7</b>	1,79	<b>0,15</b>
НСР <sub>05</sub>				0,13	

Примечание: ВС – водная суспензия, ВСК – водно-суспензионный концентрат

На фоне поражения сои сорта Альба фузариозом в контроле 49,1 % биологическая эффективность обработки семян опытным образцом микробиопрепарата на основе штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* составила 28,7 % при эффективности химического эталона ТМТД 10,8 %. Дополнительный урожай составил 0,15 т/га при дополнительном урожае у эталона ТМТД – 0,13 т/га.

Погодные условия вегетационного периода 2009–2010 гг. оказались неблагоприятными для проявления фузариоза и других болезней. На этом фоне установлено влияние обработки семян сои опытными образцами микробиопрепарата на основе штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* на урожайность. Существенный дополнительный урожай при обработке семян сои сортов Альба и Славия опытными образцами микробиопрепарата был получен в оба года испытаний и колебался от 0,15 до 0,35 т/га. Существенный дополнительный урожай при обработке эталоном ТМТД не получен.

Таким образом, в полевых мелкоделяночных опытах, в год проявления фузариоза на сое, на фоне поражения в контроле 49,1 % биологическая эффективность обработки семян опытным образцом микробиопрепарата на основе штамма Xk-1 *Chaetomium olivaceum* составила 28,7 % при эффективности химического эталона ТМТД – 10,8 %. Дополнительный урожай составил 0,15 т/га, у эталона ТМТД – 0,13 т/га. При неблагоприятных условиях для проявления фузариоза и других болезней установлено положительное влияние обработки семян сои опытными образцами микробиопрепарата на урожайность культуры за счёт снижения семенной и почвенной инфекции, а также ростостимулирующего действия штамма-продуцента.

Производственные испытания лабораторных образцов микробиопрепарата на основе штамма-продуцента Xk-1 *Chaetomium olivaceum*.

Полевые и производственные испытания лабораторных образцов микробиопрепарата на основе штамма-продуцента Хк-1 *Chaetomium olivaceum* проведены в ООО «Кубрис» Красноармейского района и на Армавирской опытной станции ВНИИМК в 2011–2012 гг. На фоне отсутствия поражения посевов сои фузариозом и другими болезнями установлено положительное влияние обработки семян микробиопрепаратом на полевую всхожесть за счёт снижения семенной и почвенной инфекции, а также на урожайность (табл. 6–8).

В ООО «Кубрис» микробиопрепарат применяли совместно с жидким инокулянтом Нитрофикс, Ж. Полевая всхожесть семян сои, обработанных микробиопрепаратом, составила 73,2–75,2 %, что не уступало химическому эталону ТМТД и превышало контрольную на 24,1–26,1 %. При обработке семян Нитрофиксом всхожесть семян сои была ниже, чем в контроле (табл. 6).

Таблица 6

**Влияние обработки семян сои сорта Вилана опытными образцами микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на всхожесть и урожайность**

Красноармейский район, ООО «Кубрис», 2011 г.

Вариант	Норма расхода, л/т	Всхожесть, %	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га
Контроль	-	49,1	1,44	-
ТМТД, ВСК, эталон + Нитрофикс, Ж	6,0+6,0	73,6	1,72	0,28
Нитрофикс, Ж	6,0	44,3	1,40	0
Хк-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС	3,0	73,2	1,58	0,14
Хк-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС + Нитрофикс, Ж	3,0+6,0	75,2	1,74	0,30
НСР <sub>05</sub>			0,21	

Примечание: ВС – водная суспензия, ВСК – водно-суспензионный концентрат; Ж – жидкий инокулянт

Установлено положительное влияние обработки семян сои опытными образцами микробиопрепарата и эталонном на урожайность. Дополнительный урожай в

вариантах с микробиопрепаратом составил 0,14–0,30 т/га, с эталоном – 0,28 т/га. При этом в варианте с обработкой семян одним инокулянтом Нитрофикс, Ж дополнительного урожая не получено, а в варианте с комплексной обработкой микробиопрепаратом и инокулянтом он составил 0,30 т/га, что говорит о возможном эффекте синергизма.

На Армавирской опытной станции ВНИИМК в 2011 г. микробиопрепарат на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* испытывали только при обработке семян сои сорта Альба (табл. 7).

Таблица 7

**Влияние обработки семян сои сорта Альба опытными образцами микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на всхожесть и урожайность**

Армавирская ОС ВНИИМК, 2011 г.

Вариант	Норма расхода, л/т	Всхожесть, %	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га
Контроль	-	52,7	1,80	-
ТМТД, ВСК, эталон	6,0	75,5	1,80	0
Хк-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС	3,0	61,1	1,97	0,17

Примечание: ВС – водная суспензия, ВСК – водно-суспензионный концентрат

Максимальная всхожесть семян отмечена в варианте с химическим эталоном ТМТД (75,5 %), что превышало контроль на 22,8 %. Это связано с более сильным поражением семян сои бактериозами (24,0 %) и незначительным поражением фузариозом совместно с бактериозами (5,0 %). В варианте с микробиопрепаратом всхожесть семян также была выше, чем в контроле (61,1 %), и превышала контроль на 8,4 %. Установлено ростостимулирующее и защитное действие микробиопрепарата – дополнительный урожай составил 0,17 т/га при урожайности в эталоне равной контролю.

В 2012 г. испытывали комплексную обработку микробиопрепаратом на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* семян и вегетирующих растений (табл. 8).

Таблица 8

**Влияние обработки семян и вегетирующих растений сои сорта Дуар опытными образцами микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на всхожесть и урожайность**

Армавирская ОС ВНИИМК, 2012 г.

Вариант	Норма расхода, л/т	Всхожесть, %	Урожайность, т/га	Дополнительный урожай, т/га
Контроль	-	53,0	1,38	-
Хк-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС, обработка семян	3,0	62,5	1,52	0,14
Контроль	-	52,9	1,28	-
Хк-1 <i>Ch. olivaceum</i> , ВС, обработка семян + обработка вегетирующих растений	3,0+3,0	63,0	1,45	0,17

Примечание: ВС – водная суспензия

Всхожесть семян в вариантах с микробиопрепаратом превышала контроль на 9,5–10,1 % и составила 62,5–63,0 %. Установлено ростостимулирующее и защитное действие микробиопрепарата – дополнительный урожай составил 0,14–0,17 т/га. При этом обработка семян и вегетирующих растений увеличивала дополнительный урожай по сравнению с обработкой только семян на 0,03 т/га.

Таким образом, производственные испытания, проведённые в двух районах Краснодарского края, показали, что на фоне отсутствия поражения сои фузариозом и другими болезнями установлено положительное влияние обработки семян микробиопрепаратом на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на урожайность за счёт снижения семенной и почвенной инфекции, а также ростостимулирующего действия.

В лабораторных условиях было доказано ростостимулирующее влияние штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на проростки сои. Установлено наиболее сильное влияние на длину и массу корня. Проведённые полевые наблюдения в ООО «Кубрис» показали явный ростостимулирующий эффект микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на культуре сои (рис. 8).



Рисунок 8 – Ростостимулирующее влияние микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на растения сои: а – контроль; б – вариант

Проявившись на стадии проростков, данный эффект сохранялся вплоть до фазы цветения растений сои, что показывает пролонгированный период действия данного микробиопрепарата.

**Выводы.** 1. Обработка семян сорта Вилана водной суспензией опытного образца микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* не оказывает негативного влияния на всхожесть, а способствует её повышению на 9 % по сравнению с контролем.

2. Установлено ростостимулирующее влияние штамма-продуцента на проростки сои. Наиболее сильное влияние штамм оказывал на длину (25,2 %) и массу корня (20,0 %).

3. В двойных культурах с возбудителем фузариоза штамм гриба-антагониста Хк-1 *Chaetomium olivaceum* препятствовал разрастанию колонии патогена, разрушая мицелий и снижая формирование спор. Антибиотическое действие антагониста подтверждается гибелью гиф возбудителя фузариоза без разрушения клеточных стенок и без внедрения в гифы патогена.

4. Во влажной камере на среднем фоне искусственного заражения сои возбудителем фузариоза (58,6 %) максимальная биологическая эффективность микробиопрепарата установлена с нормой расхода 3,0 л/т – 59,0 % при эффективности эталона ТМТД – 65,9 %.

5. В растильнях с почвой на высоком фоне поражения фузариозом (78,7 %) биологическая эффективность микробиопрепа-

рата составила 33,9 %, тогда как химического эталона ТМТД, ВСК – 13,6 %.

6. В лабораторных условиях на жёстком (100 %) фоне заражения сои возбудителем фузариоза установлена средняя колонизирующая активность штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum*. В варианте с обработкой семян антагонистом жизнеспособными оказались 40 % проростков при степени поражения корня 0–3 балла, тогда как в контроле с инфекцией жизнеспособных проростков не обнаружено при степени поражения корня 4–5 баллов.

7. В полевых мелкоделяночных опытах, в год проявления фузариоза на сое, на фоне поражения в контроле 49,1 % биологическая эффективность обработки семян опытным образцом микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* составила 28,7 % при эффективности химического эталона ТМТД 10,8 %. Дополнительный урожай составил 0,15 т/га, у эталона ТМТД – 0,13 т/га.

8. В производственных опытах в двух районах Краснодарского края, на фоне отсутствия поражения сои фузариозом и другими болезнями, установлено положительное влияние на урожайность предпосевной обработки семян микробиопрепаратом на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* за счёт снижения семенной и почвенной инфекции, а также ростостимулирующего действия штамма-продуцента.

9. Проведённые полевые наблюдения в ООО «Кубрис» показали явный ростостимулирующий эффект микробиопрепарата на основе штамма Хк-1 *Chaetomium olivaceum* на культуру сои. Проявившись на стадии проростков, данный эффект сохранялся вплоть до фазы цветения растений сои, что указывает на пролонгированный период действия данного микробиопрепарата.

#### Список литературы

1. Курилова Д.А. Вредоносность фузариоза сои в зависимости от степени поражения растений // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2010. – Вып. 2 (144–145). – С. 84–89.

2. Соколов М.С. Биологизация и биобезопасность защиты растений в XXI веке в России // Актуальные вопросы биологизации защиты

растений: сборник трудов, посвящённый 40-летию института ВНИИ биологической защиты растений. – Пушкино, 2000. – С. 28

3. Маслиенко Л.В. Лаборатория биологических средств защиты растений (вчера, сегодня, завтра) // История научных исследований во ВНИИМК за 90 лет. – 2003. – С. 273–281.

4. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А., Асатурова А.М. [и др.]. Первичный скрининг штаммов грибов и бактерий-антагонистов к возбудителю фузариоза сои // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2009. – Вып. 1 (140). – С. 114–119.

5. Курилова Д.А., Маслиенко Л.В., Асатурова А.М. [и др.]. Отбор перспективных штаммов грибов и бактерий, обладающих антагонистической активностью по отношению к патогенным на сое грибам рода *Fusarium* // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы IV Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых, 24–26 ноября 2010 г. – 2010. – С. 95–96.

6. Soitong K., Kanokmedhakul S., Kukonqviriya P. [et al.]. Application of *Chaetomium* sp. (*Ketomium*) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control // Fungal Diversity. – 2001. – 7. – P. 1–15.

7. Shternshis, M., Tomilova O., Shpatova T., Maslienko L., Soyong K. Biological Fungicides Based on *Chaetomium* for Plant Protection // Int. Conf. on Integration of Science and Technology for Sustainable Development. Bangkok, Thailand, 2007. – С. 304–307.

8. Маслиенко Л.В. Обоснование и разработка микробиологического метода борьбы с болезнями подсолнечника: дис. ... докт. биол. наук: защищена 03. 06. 05; утв. 07.10. 05. – Краснодар, 2005. – 377 с.

9. Маслиенко Л.В., Шипицкая Е.Ю. Элементы технологии применения разных препаративных форм микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов-антагонистов Хк-1-4 *Chaetomium olivaceum* и Б-12 *Bacillus licheniformis* против белой гнили озимого рапса // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. № 4 (164). – С. 66–73.

10. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А., Асатурова А.М. [и др.]. Влияние лабораторных образцов биопрепаратов на основе перспективных штаммов антагонистов фитопатогенов на проростки сои // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2010. – Вып. 1 (142–143). – С. 104–108.

11. Зайчук В.Ф. Об устойчивости подсолнечника к гнилям // Масличные культуры. – 1983. – № 1. – С. 16–17.

12. Нетрусов Ф.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. [и др.]. Практикум по микробиологии. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.

13. Груздев Г.С. Практикум по химической защите. – М.: Колос, 1983. – 230 с.

14. Антонова Т.С., Саукова С.Л. Методические рекомендации по оценке и отбору растений подсолнечника на устойчивость к фузариозной корневой гнили, вызываемой *Fusarium sporotrichiella* var. *sporotrichioides* Sherb. ВНИИМК. – Краснодар, 2005. – 20 с.

15. Курилова Д.А. Создание искусственного фона заражения почвы в лабораторных условиях для определения эффективности перспективных штаммов-антагонистов возбудителей фузариоза сои // Сборник материалов 6-й Междунар. конф. молодых учёных и специалистов «Инновационные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур», посвящённой 125-летию со дня рождения В.С. Пустовойта, 24–25 февраля 2011 г. – Краснодар, 2011. – С. 153–157.

16. Маслиенко Л.В., Курилова Д.А., Шипиевская Е.Ю. [и др.]. Влияние микробиопрепаратов на основе перспективных штаммов антагонистов возбудителей фузариоза на культуру сои в полевых условиях // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2011. – Вып. 2 (148–149). – С. 145–148.

#### References

1. Kurilova D.A. Vredonosnost' fuzarioza soi v zavisimosti ot stepeni porazheniya rasteniy // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2010. – Vyp. № 2 (144–145). – S. 84–89.

2. Sokolov M.S. Biologizatsiya i biobezopasnost' zashchity rasteniy v KhKh1 veke v Rossii // Aktual'nye voprosy biologizatsii zashchity rasteniy: sbornik trudov, posvyashchenny 40-letiyu instituta VNI biologicheskoy zashchity rasteniy. – Pushchino, 2000. – S. 28

3. Maslienko L.V. Laboratoriya biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy (vchera, segodnya, zavtra) // Istoriya nauchnykh issledovaniy vo VNIIMKe za 90 let. – 2003. – S. 273–281.

4. Maslienko L.V., Kurilova D.A., Asaturova A.M. [i dr.]. Pervichnyy skringing shtammov gribov i bakteriy antagonistov k vozбудителю fuzarioza soi // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2009. – Vyp. № 1 (140). – S. 114–119.

5. Kurilova D.A., Maslienko L.V., Asaturova A.M. [i dr.]. Otkor perspektivnykh shtammov gribov i bakteriy, obladayushchikh antagonisticheskoy aktivnost'yu po otnosheniyu k patogennym na soe gribam roda *Fusarium* // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: materialy IV Vserossiyskoy nauch.-prakt. konf. molodykh uchennykh (24–26 noyabrya 2010 g.). – 2010. – S. 95–96.

6. Soitong K., Kanokmedhakul S., Kukonqviriya V. [et al.]. Application of *Chaetomium* sp. (*Ketomium*) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control: a review article // Fungal Diversity. – 2001. – 7. – P. 1–15.

7. Shternshis, M., Tomilova O., Shpatova T., Maslienko L., Soyong K. Biological Fungicides Based on *Chaetomium* for Plant Protection // Int. Conf. on Integration of Science and Technology for Sustainable Development. Bangkok, Thailand, 2007. – S. 304 – 307.

8. Maslienko L.V. Obosnovanie i razrabotka mikrobiologicheskogo metoda bor'by s boleznymi podsolnechnika: dis. ... dokt. biol. nauk: zashchishchena 03. 06. 05: utv. 07.10. 05. – Krasnodar, 2005. – 377 s.

9. Maslienko L.V., Shipievskaya E.Yu. Elementy tekhnologii primeneniya raznykh preparativnykh form mikirobiopreparatov na osnove perspektivnykh shtammov antagonistov Xk-1-4 *Chaetomium olivaceum* i B-12 *Bacillus licheniformis* protiv beloy gnili ozimogo rapsa // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. № 4 (164). – S. 66–73.

10. Maslienko L.V., Kurilova D.A., Asaturova A.M. [i dr.]. Vliyanie laboratornykh obraztsov biopreparatov na osnove perspektivnykh shtammov antagonistov fitopatogenov na prorostki soi // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – Krasnodar, 2010. – Vyp. № 1 (142–143). – S. 104–108.

11. Zaychuk V.F. Ob ustoychivosti podsolnechnika k gnilyam // Maslichnye kul'tury. – 1983. – № 1. – S. 16–17.

12. Netrusov F.I., Egorova M.A., Zakharchuk L.M. [i dr.]. Praktikum po mikrobiologii. – M.: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2005. – 608 s.

13. Gruzdev G.S. Praktikum po khimicheskoy zashchite. – M.: Kolos, 1983. – 230 s.

14. Antonova T.S., Saukova S.L. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke i otboru rasteniy podsolnechnika na ustoychivost' k fuzarioznoy kornevoy gnili, vyzyvayemoy *Fusarium sporotrichiella* var. *sporotrichioides* Sherb. VNI maslich. kul'tur. – Krasnodar, 2005. – 20 s.

15. Kurilova D.A. Sozdanie iskusstvennogo fona zarazheniya pochvy v laboratornykh usloviyakh dlya opredeleniya effektivnosti perspektivnykh shtammov antagonistov vozбудiteley fuzarioza soi // Sbornik materialov 6-y Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchennykh i spetsialistov «Innovatsionnye napravleniya issledovaniy v seleksii i tekhnologii vozdelvaniya maslichnykh kul'tur», posvyashchenny 125-letiyu so dnya rozhdeniya V.S. Pustovoyta (24–25 fevralya 2011 g.). – Krasnodar, 2011. – S. 153–157.

16. Maslienko L.V., Kurilova D.A., Shipievskaya E.Yu. [i dr.]. Vliyanie mikirobiopreparatov na osnove perspektivnykh shtammov antagonistov vozбудiteley fuzarioza na kul'turu soi v polevykh usloviyakh // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2011 g. – Vyp. № 2 (148–149). – S. 145–148.