

УДК 632.937:634.8

DOI 10.30679/2219-5335-2019-4-58-146-165

**ЛАБОРАТОРНАЯ ОЦЕНКА
БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНГИЦИДОВ
В ПОДАВЛЕНИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ
АЛЬТЕРНАРИОЗА ВИНОГРАДА
*ALTERNARIA TENUISSIMA***

Буровинская Маргарита Владимировна
мл. научный сотрудник
лаборатории биотехнологического
контроля фитопатогенов и фитофагов

Юрченко Евгения Георгиевна
канд. с.-х. наук
зав. научным центром
защиты и биотехнологии растений

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Грибы рода *Alternaria* поражают широкий спектр сельскохозяйственных культур. Из 300 известных на сегодняшний день видов альтернариевых грибов более 10 являются серьезными патогенами. Заболеваемость альтернариозом растений вызывает высокие экономические потери сельскохозяйственной продукции. На виноградниках юга России вредоносное проявление альтернариозной пятнистости отмечается с середины двухтысячных годов. Возбудителем альтернариоза винограда является полупаразитный гриб *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire. В статье приведены данные Лабораторного скрининга на антимикотическую активность 8 химических и 19 биологических (на основе бактериальных и грибных антагонистов) фунгицидов в отношении возбудителя альтернариоза винограда *tenuissima* – 12 штаммов семи видов бактерий и 7 штаммов четырех видов

UDC 632.937:634.8

DOI 10.30679/2219-5335-2019-4-58-146-165

**LABORATORY EVALUATION
OF BIOLOGICAL
EFFICIENCY OF FUNGICIDES
IN SUPPRESSION
OF GRAPES PATHOGEN
OF *ALTERNARIA TENUISSIMA***

Burovinskaya Margarita Vladimirovna
Junior Research Associate
of Laboratory of Biotechnological Control
of Phytopathogens and Phytophages

Yurchenko Evgenia Georgievna
Cand. Agr. Sci.
Head of SC Protection
and Biotechnology of Plants

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Alternaria fungi affect a wide range of crops. Of the 300 known species of *Alternaria* fungi, more than 10 are serious pathogens. Alternariosi mainly manifested of leaf spot. The morbidity of plant by alternariosis is accompanied by high economic losses of agricultural products. In the vineyards of the South of Russia, a harmful manifestation of *Alternaria* spotting has been observed since the middle of the two thousand years. The causative agent of grapes alternariosis is semi-parasitic fungus of *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire. The data of laboratory screening for the antimicotic activity of 8 chemical and 19 bacterial (based on bacterial and fungal antagonists) fungicides against the pathogen of *Alternaria tenuissima* grape – 12 strains of 7 types of bacteria and 7 strains of 4 types of fungi are presented in the article. The majority experimental variants

грибов. Все испытанные варианты химических действующих веществ и их сочетаний показали высокую эффективность в подавлении роста колоний целевого патогена.

При сравнении антифунгальной активности 2-х концентраций рабочих растворов Биопрепаратов было выявлено, что бактериальные фунгициды показывают лучшую эффективность в концентрации 4,0 мл/л, а грибные – в концентрации 2,0 мл/л. Среди бактериальных штаммов-продуцентов в качестве наиболее эффективных в подавлении *A. Tenuissima* установлены *B. amyloliquefaciens* KC-2 B-11141 и *B. subtilis* var. *niger* B-118.

Штаммы *B. subtilis* B-117, *B. subtilis* BS-1, *B. subtilis* B-522 и *B. acidocaldarius* B-5250 обладали низкой антифунгальной активностью, 6 штаммов не проявили активности. Среди грибных штаммов-продуцентов, участвовавших в скрининге на антимикотическую активность, наибольшая эффективность выявлена у *T. viride* F-838 и *T. viride* F-294.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, АЛЬТЕРНАРИОЗ, ХИМИЧЕСКИЕ ФУНГИЦИДЫ, БАКТЕРИИ АНТАГОНИСТЫ, ШТАММЫ, АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

of the active substances and their combinations in chemical fungicides showed the high efficiency in suppressing the growth of pathogen colonies. When comparing the antifungal activity of 2 concentrations of working solutions of biological preparations, it was found that bacterial fungicides show the best efficiency at a concentration of 4.0 ml / l, and fungal – at a concentration of 2.0 ml / l. Among bacterial strains-producers, *B. amyloliquefaciens* KC-2 B-11141 and *B. subtilis* var. *niger* B-118 are the most effective in suppressing *tenuissima*. The strains of *B. subtilis* B-117, *B. subtilis* BS-1, *B. subtilis* B-522 and *B. acidocaldarius* B-5250 had low antifungal activity, 6 strains were not active. Among the fungal producer strains that participated in the screening for antimycotic activity, *T. viride* F-838 and *T. viride* F-294 have the highest efficiency.

Key words: GRAPES, ALTERNARIOSIS, CHEMICAL FUNGICIDES, ANTAGONISTIC MICROORGANISMS, STRAINS, ANTIFUNGAL ACTIVITY

Введение. Представители рода *Alternaria* широко распространены в природе и встречаются повсеместно: в почве, на растительных остатках, в воздухе и т.д. Это, в основном, сапротрофные грибы, которые играют значительную роль в круговороте органики в природе. В последние годы все чаще появляются сообщения о растущем экономическом значении альтернариевых грибов. Некоторые виды приобрели патогенные свойства и вызывают болезни важных сельскохозяйственных культур (зерновые, декоративные, масличные, крестоцветные, пасленовые, цитрусовые, плодовые,

косточковые). Альтернариоз поражает все части растения – листья, стебли, клубни, плоды и обладает высокой вредоносностью.

Род *Alternaria*, относимый ранее к несовершенным грибам (пор. *Hyphomycetes*, сем. *Dematiaceae*), в соответствии с принятой в настоящее время системой считают анаморфой сумчатых грибов семейства *Pleosporaceae* порядка *Pleosporales* подкласса *Pleosporomycetidae* класса *Dothideomycetes* [1]. У некоторых видов *Alternaria* известна телеоморфа (половая стадия) из рода *Lewia*, однако подавляющее большинство видов её утратило [2].

С середины двухтысячных годов на виноградниках юга России отмечается вредоносное проявление альтернариозной пятнистости, возбудителем которой является полупаразитный гриб *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire [3]. Развитие гриба происходит в основном на евро-американском винограде, часто в форме эксплозивных эпифитотий, чему способствует стрессовое проявление продолжительных высокотемпературных засух и генетическая неустойчивость этих сортов [4]. К настоящему времени известно о чуть менее 300 видах, относящихся к роду *Alternaria*. Из них около 10 являются наиболее вредоносными на сельскохозяйственных культурах в России [5].

Возрастание экономического значения альтернариозов для сельскохозяйственного растениеводства наблюдается во всех регионах мира, в том числе и в Российской Федерации. Ниже приведены некоторые виды альтернариозных заболеваний сельскохозяйственных культур, ущерб от которых становится серьезным.

Возбудителем альтернариоза апельсина и мандарина является гриб *Alternaria citri*. Заболевание поражает широкий спектр сортов. Плоды преждевременно становятся темно-оранжевыми, внешне кажутся здоровыми, но при разрезании обнаруживается спороношение гриба. Иногда на коже плодов образуется небольшое коричневое пятно, обычно у основания пло-

доножки. Тяжёлое течение заболевания ведёт к обильному опаданию плодов. Большинство спор образуются из повреждений старых листьев на дереве или недавно опавшей заражённой листвы, переносятся по воздуху [6].

На злаках чаще всего встречаются так называемые мелкоспоровые виды *Alternaria*. С учетом современных таксономических данных можно утверждать, что на злаках обнаружено не менее 14 видов *Alternaria*. На зерновых культурах значительно чаще других встречается *A. tenuissima*, реже, но также повсеместно, выявляются *A. alternata* и *A. arborescens*. В большей степени заражению этими патогенами подвержены семена пшеницы и ячменя в Западной Сибири и на Дальнем Востоке. Их заражённость составляла 30-90 %, в среднем около 50 % [7].

Альтернариевые грибы способны поражать все органы растения, но чаще всего поражают семена и листья. Вредоносность патогенов потенциально может заключаться в уменьшении массы урожая, в снижении потребительских и посевных качеств зерна. Основная опасность, которую таит в себе присутствие видов *Alternaria* в зерне, – «загрязнение» сельскохозяйственной продукции вторичными метаболитами гриба, токсичными для растений, животных и человека: в первую очередь такие метаболиты, как альтернариол, монометилловый эфир альтернариола и тенуазоновая кислота, которые были выявлены в зерне пшеницы в Европе, Северной Америке, Китае и Австралии [8].

Грибы рода *Alternaria* на яблоне вызывают листовую пятнистость, гниль поверхности плодов и сердцевинную гниль. На листьях заболевание проявляется в виде бурых пятен, они могут объединяться, разрастаться, что приводит к пожелтению и опаданию листвы, снижению количества урожая [9]. Возбудители гнили плодов представляют опасность как продуценты токсичных для человека метаболитов. В качестве патогенов яблони в литературе упоминается не менее девяти видов *Alternaria* [10]. В контексте данной статьи наиболее интересны два названия, используемые чаще

других, – *A. mali* Roberts и «яблоневого патотипа *A. alternata*». Встречаются также неспециализированные полусапротрофные виды *Alternaria* из трех видовых групп: «*A. arborescens*», «*A. infectoria*» и «*A. tenuissima*» [11].

Об альтернариозах винограда, их вредоносности и распространении данные крайне ограничены. Так, И. С. Попушой (1989) приводит краткие сведения о возбудителе альтернариоза винограда *Alternaria vitis* со ссылкой на F. Savara [12]. Листья, пораженные *A. vitis*, покрывались серо-пепельными пятнами вдоль жилок с налетом коричневых пучкообразных конидиеносцев с цепочками конидий [13]. Тот же источник со ссылкой на P. Joly (1964) отмечает, что вид *Alternaria vitis* не является специализированным видом, а фактически является видом *Alternaria tenuissima* [14].

Первые результаты исследований по изучению альтернариозов винограда в Краснодарском крае выявили в качестве возбудителя *A. tenuissima*, описанные симптомы отличались от приведенных выше. Проявление болезни зафиксировано как листовая пятнистость: появление очень мелких точечных пятен по всей поверхности листа, сначала с нижней стороны, а затем некрозы становятся видны с верхней стороны листа [3, 15].

Alternaria helianthi чаще всего упоминается в литературе как возбудитель темно-бурой (в некоторых источниках чёрной) пятнистости подсолнечника. *A. helianthi* встречается в большинстве регионов, возделывающих подсолнечник, и продолжает распространяться на новые территории. Так, патоген обнаружен впервые в штате Луизиана США только в 2009 г., в Сингапуре – в 2010 г. Наибольший ущерб он наносит при сочетании высоких температур (от плюс 25 до плюс 30 °С) и влажности воздуха свыше 70 %. Известно также, что *A. alternata* может поражать подсолнечник так же, как и *A. helianthi* [16].

По результатам исследований, на пасленовых культурах чаще всего выявляются мелкоспоровые виды *Alternaria*, такие как *A. tenuissima* и *A. arborescens*. *A. solani* и *A. tomatophila* вызывают развитие крупных

некрозов на листьях картофеля и листовых дисках томата [17]. Виды же *A. alternata* и *A. infectoria* встречаются редко. Альтернариоз пасленовых поражает листья, стебли, клубни, плоды и обладает высокой вредоносностью. Потери урожая картофеля составляют 10-50 %, потери урожая томатов могут достигать 78-90 % [5].

Значительная подверженность корнеплодов моркови поражению болезнями составляет основную трудность в получении стабильно высоких урожаев. Альтернариоз считается одним из наиболее вредоносных и часто встречающихся заболеваний моркови. Иногда альтернариоз вызывает полную гибель корнеплодов, а выпады семенников могут достигать 40 %. Болезнь приводит к подсыханию и отмиранию листьев на 70-80 %, вследствие чего снижается урожай корнеплодов на 35-50 %, а во время хранения гибель корнеплодов составляет 30-60 %. Патогенным для моркови видом является *Alternaria radicina* [18].

Виды *Alternaria* поражают растения из семейства *Brassicaceae* практически повсеместно, где возделывают крестоцветные. Альтернариоз поражает листья и другие надземные органы растений: происходит снижение урожая, ухудшение посевных качеств семян, загрязнение продукции (например, горчицы и рапсового масла) микотоксинами. На территории России встречается несколько патогенных видов: *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola*, *A. japonica*. Поражение листьев капусты грибом *Alternaria brassicicola* может достигать от 5 до 30 %, что часто приводит к полному их отмиранию [19].

Многие партии семян *Brassica oleracea* в 1976-1977 годах в Великобритании были заражены *Alternaria brassicicola*. Поверхность большинства пораженных семян была загрязнена спорами и мицелием *A. brassicicola*, но также инфекция находилась внутри семян, на семенной оболочке и в тканях эмбриона. Патоген *A. brassicae* в эти годы встречался реже. Поверхностная контаминация грибами быстро снижалась после 2 лет хранения семян капу-

сты при 10 °С, но внутренняя инфекция сохранялась до 12 лет. В некоторых образцах внутренняя инфекция обычно ассоциировалась с мелкими сморщенными семенами. Инфицирование саженцев патогенами было связано больше с внутренней инфекцией, чем с поверхностной контаминацией [20].

Из вышеприведенных данных можно сделать вывод, что ситуация с альтернариозами сельскохозяйственных культур неблагоприятна. Возрастание экономического ущерба от данных видов грибов вызывает необходимость изучения их биоэкологических особенностей для разработки мер контроля. Современные климатические изменения влияют на скорость биологического прогресса многих полупаразитных видов, непаразитические виды приобретают патогенные свойства, становятся узкоспециализированными паразитами. Помимо значительного вреда урожаю многие виды рода *Alternaria* в процессе жизнедеятельности выделяют различные метаболиты, некоторые из них обладают фитотоксичным действием и снижают посевные качества семян, а также представляют опасность для здоровья человека и животных [21].

Основным известным методом контроля альтернариозов является химический. Анализ научной информации показал, что для контроля альтернариозов на разных культурах в различных регионах мира с достаточно высокой эффективностью применялись препараты со следующими действующими веществами (ДВ): дифеноконазол, тебуконазол, флутриафол, прохлораз, ипродион, промицидон, азоксистробин, манкоцеб, мефеноксам, флуазинам, мандипропамид, цимоксанил, фамоксадон, диметоморф, дитиокарбаматы, хлоротанолил, фенамидон [22-28].

Наряду с химическими фунгицидами различными исследователями ведётся поиск биологических средств, эффективных для контроля альтернариозов. По литературным данным, против грибов *Alternaria*, выделенных с масличных культур, могут применяться *Trichoderma harzianum* и *T. viride* [29]. В исследованиях А. М. Hussain, А.К. Khare, А. Pandey установлено, что

Trichoderma harzianum способен ингибировать мицелий *Alternaria alternata* на 67,07 % [30]. S.S. Patale и D.S. Mukadam обнаружили, что три вида триходермовых грибов проявили антагонистическую активность против *Alternaria solani*, какие именно виды авторами не указано [31]. Потенциальные антагонисты против *A. alternata* были выделены учеными из Индии и определены как *Trichoderma harzianum* Rifai ISO-1, *Trichoderma harzianum* Rifai ISO-2, *T. piluliferum* Webster, *T. piluliferum* Rifai, *Aspergillus niger* van Tieghem, *Penicillium sublateritium* Biourge, *P. herquei* Bainier, *P. herquei* Sartory, *P. frequentans* Westling, *P. tardum* Thom, *P. citreo-viride* Biourge и *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) de Vries.

Значительную эффективность проявили изоляты *Trichoderma*, которые полностью ингибировали рост *A. alternata* [29]. В исследованиях сибирских учёных [32] антифунгальной активности триходермовых грибов в отношении патогенных для злаков видов *Alternaria* sp. было оценено влияние 14 штаммов, принадлежащих к видам: «МГ-97» *Trichoderma asperellum*, «МГ-6» *Trichoderma asperellum*, «Lg-1» *Trichoderma* sp., «К-12» *Trichoderma asperellum*, «М-99/5» *Trichoderma harzianum*, «Универсальный» *Trichoderma harzianum*, «31» *Trichoderma asperellum*, «ТН-4» *Trichoderma citrinoviride*, «Lg-2» *Trichoderma* sp., «119» *Trichoderma* sp., «ТСГ» *Trichoderma* sp., «ТСЛ-06» *Trichoderma* sp., «О-97» *Trichoderma harzianum* Rifai, «МК» *Trichoderma citrinoviride* Bissett. В ходе исследований установлено, что все виды *Alternaria* в той или иной степени чувствительны к антагонистически активным микромицетам рода *Trichoderma*.

Перспективными в контроле альтернариозов на различных культурах являются препараты на основе антагонистической бактериальной микрофлоры. Так, в исследованиях Е.С. Приходько при обработке растений картофеля препаратом на основе ризобактерии *Klebsiella planticola*, в сравнении с баковыми смесями с удобрениями и химическими препаратами, было показано, что при обработке чистым бактериальным препаратом индекс

агрессивности альтернариоза снижался в 4 раза по сравнению с контролем [33]. Также в борьбе с альтернариозом картофеля оценивалась биологическая эффективность биопрепаратов на основе различных штаммов бактерии *Bacillus subtilis* – алирин Б, гамаир, химическим эталоном был выбран Ридомил Голд, МЦ. Результаты показали, что биопрепараты сдерживали развитие альтернариоза, незначительно уступая эталону. В результате применения биопрепаратов прибавка урожая составляла 19,3-26,9 %, что также было несколько ниже, чем в эталоне [34].

Проверена способность изолятов бактерии *Pseudomonas* – Q16, B25 и PS2 ингибировать прорастание конидий *Alternaria tenuissima*. Все выбранные изоляты подавляли прорастание конидий. Для оценки ингибирования вегетативного мицелия использовали метод двойных культур. Процент ингибирования мицелия альтернарии различался в зависимости от выбранной питательной среды. На агаре Ваксмана наиболее эффективным был изолят PS2 (51,5 %). Наибольший процент ингибирования *A. tenuissima* на среде Кинга Б был у изолята B25 (80,0 %). Изолят Q16 показал низкую эффективность на обоих питательных средах [35].

Есть данные, что в отношении возбудителя альтернариоза *A. solani* высокую антагонистическую активность проявляют штаммы *Bacillus amyloliquefaciens* Ba-1 и Ba-2, *B. licheniformis* ВКПМ В-10561, DSM 24609 и *B. subtilis* Bs-1 [36]. В работе Г. Ф. Рафиковой из почвы был выделен штамм *Pseudomonas koreensis* ИБ-4, обладающий антагонистической активностью против грибов *Alternaria* [37].

Проведённый анализ литературы показал, что альтернариоз представляет серьезную угрозу для возделывания гибридных сортов винограда в Краснодарском крае. При сильном развитии альтернариозной пятнистости на поражаемых сортах урожай с куста может снизиться почти на 40 % при снижении общего сахара на 9 % [38]. В современных системах защиты от альтернариоза используются химические фунгициды и некоторые био-

технологические приемы [39]. Но для поддержания фитосанитарной стабильности ампелоценозов необходимо постоянное совершенствование защитных мероприятий для снижения рисков резистентности и повышения безопасности применяемых мер. В связи с этим технологические исследования в области защиты винограда от альтернариозной пятнистости являются очень актуальными.

Целью наших экспериментов было провести лабораторную и полевую оценку новых химических препаратов, а также грибных и бактериальных штаммов антагонистов для выяснения их антифунгальной активности в отношении *A. tenuissima*.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлся штамм *Alternaria tenuissima*, выделенный из пятен на листьях сильно поражаемого сорта винограда Левокумский (промышленные виноградники АО «Южная», отделение № 3, ст. Курчанская, Темрюкский район, Краснодарский край); химические (в том числе зарегистрированные в «Списке...» [40] и экспериментальные) фунгициды и различные штаммы-продуценты антибиотической микрофлоры из коллекции ООО Биотехагро (г. Тимашевск) с титрами не менее 1×10^9 КОЕ/мл. Для приготовления рабочих растворов исходные препараты разбавляли стерильной водой до нужной концентрации. Эффективность химических препаратов оценивали в рекомендованных производителями концентрациях биопрепаратов – 2 мл/л и 4 мл/л.

Получение *A. tenuissima* в чистую культуру проводилось согласно стандартным микробиологическим методикам [40-42]. Изучение антифунгальной активности биологических и химических фунгицидов в лабораторных условиях проводили с помощью диффузного метода (метод бумажных дисков) по общепринятой методике [43]. Диагностическим признаком для определения степени эффективности препаратов являлась ширина зоны подавления роста тест-культуры вокруг бумажных дисков.

Для оценки эффективности химических и биопрепаратов использовали шкалу, представленную в табл. 1.

Таблица 1 – Шкала лабораторной оценки антифунгальной эффективности препаратов

Зона подавления роста колоний тест-объекта		
степень	в баллах	в мм
Очень высокая	4	от 50
Высокая	3	20-50
Средняя	2	5-19
Низкая	1	Менее 5
Отсутствие эффекта	0	0

Обсуждение результатов. Для оценки степени ингибирования мицелия *A. tenuissima* проверяли восемь химических фунгицидов со следующими действующими веществами: из класса триазолов (дифеноконазол, флутриафол), имидазолов (ипродион), стробилуринов (крезоксим метил), фенилпирролов (флудиоксонил), пиримидинаминов (пириметанил), дитиокарбаматов (тирам) и других веществ (флуопирам, ципродинил, 8-оксихинолина сульфат), которые, по литературным данным, оказывали антимикотическое действие на альтернариевые грибы на других культурах [22-28].

Практически все химические препараты в опыте показали довольно высокую антифунгальную активность в отношении целевого объекта (табл. 2, рис. 1).

Анализ результатов опыта показал, что наибольшей эффективностью в подавлении возбудителя альтернариозной пятнистости листьев винограда (*A. tenuissima*) обладают 8-оксихинолина сульфат, крезоксим метил, комплексные препараты из двух действующих веществ: дифеноконазол + флутриафол, ципродинил+ ипродион. Достаточную антифунгальную активность проявили флуопирам, дифеноконазол, флудиоксонил + ципродинил в максимальных концентрациях; наименьшую – препарат на основе смеси тирам + дифеноконазол.

Таблица 2 – Антифунгальная активность химических препаратов в отношении возбудителя альтернариоза винограда *Alternaria tenuissima* (Kunze ex Pers.) Wiltshire в чистой культуре

Торговое название препарата	Действующее вещество	Испытанная концентрация раствора, %	Ширина зоны подавления роста тест-культуры, мм
Скор, КЭ	Дифеноконазол	0,12	29,7
Медея, МЭ	Дифеноконазол + флутриафол	0,015	38,9
Строби ВДГ	Крезоксим метил	0,026	39,0
Свитч, ВДГ	Флудиоксонил+ ципродинил	0,1	25,5
Луна транквилити, КС	Флуопирам+ пириметанил	0,1	25,4
Тирада, СК	Тирам + дифеноконазол	0,3	10,2
Хинозол, П	8-оксихинолина сульфат	0,3	нет роста
АВГ 0210+АВГ 0211	Ципродинил+ ипродинон	0,1	35,4



Рис. 1. Антифунгальная активность химических препаратов:
1 – Хинозол, П; 2 – контроль; 3 – АВГ 0210 + АВГ 2011

В скрининге на антифунгальную активность микроорганизмов-антагонистов в отношении *Alternaria tenuissima* участвовало 12 штаммов семи видов бактерий (*Bacillus acidocaldarius* B-5250; *B. Amyloliquefaciens* КС-2 B-11141; *B. Licheniformis* B-3039; *B. subtilis* B-115, *B. subtilis* B-116, *B. subtilis* B-117; *B. subtilis* BS-1; *B. Subtilis* B-5225; *B. subtilis* var. *niger* B-118; *Pseudomonas aureofaciens* BS-1393; *P. koreensis* B-3481; *Streptomyces albi-*

doflavus (син. *S. felleus*) AC33) и 7 штаммов четырех видов грибов (*Gliocladium roseum* F-213, *Hansenula anomala* Y-2646, *Trichoderma viride* F-218, *T. viride* F-219, *T. viride* F-294, *T. viride* F-838; *T. harzianum* F-114).

При сравнении антифунгальной активности 2-х концентраций рабочих растворов препаратов было выявлено, что бактериальные фунгициды показывают большую эффективность в концентрации 4,0 мл/л (табл. 3), а грибные – в концентрации 2,0 мл/л (табл. 4).

Таблица 3 – Антифунгальная активность бактериальных препаратов в отношении *Alternaria tenuissima*

№ штамма	Концентрация, мл/л	Ширина зоны подавления роста тест-культуры, мм
<i>Bacillus subtilis</i> B-115	4	0
<i>Bacillus subtilis</i> B-116	4	0
<i>Bacillus subtilis</i> B-117	4	3,0
<i>Bacillus subtilis</i> B-5225	4	3,5
<i>Bacillus subtilis</i> BS-1	4	3,0
<i>Bacillus subtilis</i> var. <i>niger</i> B-118	4	6,5
<i>Bacillus acidocaldarius</i> B-5250	4	4,0
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> KC-2 B-11141	4	5,0
<i>B. licheniformis</i> B-3039	4	0
<i>Pseudomonas aureofaciens</i> BS-1393	4	0
<i>P. koreensis</i> B-3481	4	0
<i>Streptomyces albidoflavus</i> AC33	4	0

Среди бактериальных штаммов-продуцентов в качестве наиболее эффективных в подавлении целевого микопатогена установлены *B. amyloliquefaciens* KC-2 B-11141 и *B. subtilis* var. *niger* B-118. Зона подавления роста мицелия *Alternaria tenuissima* при использовании *B. amyloliquefaciens* KC-2 B-11141 составляла не менее 5 мм, а применение *B. subtilis* var. *niger* B-118 приводило к угнетению мицелия патогена в радиусе не менее 6,5 мм. Штаммы *B. subtilis* B-117, *B. subtilis* BS-1, *B. subtilis* B-522 и *B. acidocaldar-*

ius В-5250 обладали низкой антифунгальной активностью (зона угнетения роста мицелия для первых двух – 3 мм, для следующих двух – 3,5 и 4,0 мм, соответственно). 6 штаммов не проявили активности.

Таблица 4 – Антифунгальная активность грибных препаратов в отношении *Alternaria tenuissima*

№ штамма	Концентрация, мл/л	Зона угнетения роста мицелия, мм
<i>Gliocladium roseum</i> F-213	2	0
<i>Hansenula anomala</i> Y-2646	2	0
<i>Trichoderma harzianum</i> F-114	2	0
<i>Trichoderma viride</i> F-218	2	3,8
<i>Trichoderma viride (lignorum)</i> F-219	2	6,5
<i>Trichoderma viride</i> F-294	2	7,8
<i>Trichoderma viride</i> F-838	2	9,8

Среди грибных штаммов-продуцентов, участвовавших в скрининге на антимикотическую активность, наибольшая эффективность выявлена у *T. viride* F-838 и *T. viride* F-294 (рис. 2). Препараты на основе штаммов *T. viride* F-838, *T. viride* F-294, *T. viride (lignorum)* F-219 обладали средней эффективностью, их применение приводило к угнетению мицелия патогена в радиусе не менее 9,8, 7,8 и 6,5 мм соответственно (рис. 3).



Рис. 2. Антифунгальная активность грибных препаратов:
1 – *Trichoderma viride* F-838; 2 – контроль; 3 – *Trichoderma viride* F-294



Рис. 3. Антифунгальная активность грибных препаратов:
1 – *Trichoderma viride (lignorum)* F-219; 2 – контроль; 3 – *Trichoderma viride* F-218

Препарат на основе штамма *Trichoderma viride* F-218 обладал низкой антифунгальной активностью (зона угнетения роста мицелия –3,8 мм). У штаммов грибов *Gliocladium roseum* F-213, *Hansenula anomala* Y-2646 и *T. harzianum* F-114 не выявлено биологической эффективности в подавлении альтерналиевого гриба.

Выводы. Таким образом, из 27 оцененных фунгицидов различной природы 13 показали среднюю и высокую эффективность в подавлении роста колоний *Alternaria tenuissima*. В качестве наиболее эффективных отмечены фунгициды химического происхождения, среди которых препараты из классов триазолов и стробилуринов проявили самую высокую эффективность.

Среди биологических препаратов наиболее высокая эффективность зафиксирована у фунгицидов на основе 3-х штаммов *Trichoderma viride*, несколько ниже, но все-таки достаточная эффективность отмечена у бактериальных штаммов-продуцентов *Bacillus subtilis* var. *niger* B-118, *B. amylo-liquefaciens* КС-2 В-11141.

На полученные экспериментальные данные можно ориентироваться при проведении полевых испытаний систем контроля альтернариоза винограда в условиях производственных насаждений.

Литература

1. Ainsworth and Bisby's Dictionary of fungi. 10 th edition / P.M. Kirk [et. al.]. Oxfordshire, 2008. 771 p.
2. Ганнибал Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур, и идентификация грибов рода *Alternaria*. Методическое пособие. СПб.: ГНУ ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. 70 с.
3. Юрченко Е.Г., Грачева Н.П. Оценка полевой устойчивости сортов винограда к альтернариозу в условиях Западного Предкавказья / Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция). Научные труды: Россельхозакадемия. 2011. Т.IV, ч.1. С. 536- 543.
4. Изучение механизмов физиолого-биохимического барьера к возбудителю альтернариоза (*Alternaria tenuissima* Kunze ex Pers.) у растений рода *Vitis* / Е.Г. Юрченко [и др.]. Идеи Н.И. Вавилова в современном мире тезисы докладов III Вавиловской международной конференции. РАСХН, ГНУ ВИР, Санкт-Петербургский научный центр, Вавиловское общество генетиков и селекционеров Санкт-Петербурга. 2012. С. 117.
5. Орина А.С. Видовой состав возбудителей альтернариоза пасленовых культур на территории России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.12 / Орина Александра Станиславовна. СПб., 2011. 19 с.
6. Колодязная В.С., Кипрушина Е.И., Кременевская М.И. Технология хранения и переработки тропических и субтропических плодов (факультативный курс). Метод. указания к лабораторной работе № 1 «Фитопатологические и физиологические заболевания тропических и субтропических плодов» для студентов спец. 270800. СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. 24 с.
7. Ганнибал Ф.Б. Альтернариоз зерна – современный взгляд на проблему // Защита и карантин растений. 2014. №6. С. 11-15.
8. Ганнибал Ф.Б. Токсигенность и патогенность грибов рода *Alternaria* для злаков // История и современность. 2007. С. 82–93.
9. Особенности развития альтернариоза и парши на яблоне / Н.И. Шульман [и др.] // Вестник Приднестровского университета. 2011. № 2. С. 198-203.
10. Якуба Г.В. Симптомы, вредоносность и некоторые биологические особенности возбудителя альтернариоза яблони в Краснодарском крае // Оптимизация фитосанитарного состояния садов в условиях погодных стрессов. 2005. С. 64-70.
11. Ганнибал Ф.Б., Бильдер И.В., Ули-Маттила Т. Виды рода *Alternaria* на яблоне // Микология и фитопатология. 2008. № 1. С. 20-27.
12. Попушой И.С., Маржина Л.А. Микозы виноградной лозы (мировая сводка). Кишинев, 1989. 242 с.
13. Cavara F. *Alternaria vitis* // Atti. Ist. Bot. Pavia. II Ser. 1888. № 1. P. 319-321.
14. Joly P. Le genre *Alternaria* recherches physiologiques, biologiques et systematiques // Encyclopédie Mycologique. 1964. V. 33. P. 1-250.
15. Юрченко Е.Г. Методика оценки устойчивости винограда к возбудителю альтернариоза / Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда: монография. 2017. С. 228-237.
16. Ивебор М.В., Антонова Т.С., Саукова С.Л. К вопросу о возбудителях альтернариоза подсолнечника // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2013. № 1. С. 90-100.
17. Орина А.С., Ганнибал Ф.Б. Взаимоотношения видов *Alternaria* в составе комплексной инфекции листьев картофеля / Современная микология в России: материалы 4-го Съезда микологов России. СПб., 2017. С. 82-84.

18. Соколова Л.М. Создание исходного материала столовой моркови для селекции на устойчивость к *Alternaria radicina* M. dr. et. E. и *Fusarium avenaceum* Link. .Ex. et.: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Соколова Любовь Михайловна. М., 2010. 32 с.
19. Ганнибал Ф.Б., Гасич Е.Л. Возбудители альтернариоза растений семейства крестоцветные в России: видовой состав, география и экология // Микология и фитопатология. 2009. № 5. С. 79-88.
20. Maude R.B., Humpherson-Jones F.M. Studies on the seed-borne phases of dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and grey leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas // Ann. Uppl. Biol. 1980. V. 95. P. 311-319.
21. Левитин М.М. Фитопатогенные грибы и болезни человека // Защита и карантин растений. 2009. № 9. С. 24-25.
22. Алексеева К.Л. Скор для борьбы с альтернариозом моркови // Защита и карантин растений. 2009. № 7. С. 26.
23. Деренко Т.А. Биологическое обоснование стратегии применения фунгицидов для защиты картофеля от альтернариоза и фитофтороза: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Деренко Татьяна Александровна. М., 2014. 24 с.
24. Лешкевич Н.В. Эффективность фунгицидов в защите озимого рапса от альтернариоза // Защита растений. 2017. № 41. С. 167-173.
25. Мельникова, Е.С., Мелькумова Е.А., Кузнецова М.А. Пути снижения вредности альтернариоза картофеля // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (31). С. 30-32.
26. *In vitro* fungicide sensitivity of *Alternaria* species pathogenic to crucifers and identification of *Aternaria brassicicola* field isolates highly resistant to both dicarboximides and phenylpyrroles / I.-V. Béatrice [et. al.] // Crop Protection. 2004. № 6 (23). P. 481-488.
27. Ozkilinc H., Kurt S. Screening fungicide resistance of *Alternaria* pathogens causing *Alternaria* blight of pistachio in Turkey // Phytoparasitica. 2017. № 5 (45). P. 719-728.
28. Thakur S., Hars N.S.K. Phylloplane fungi as biocontrol agent against *Alternaria* leaf spot disease of (Akarkara) *Spilanthes oleracea* // Bioscience Discovery. 2014. № 5 (2). P. 139-144.
29. Jat J.G., Agalave H.R. Antagonistic properties of *Trichoderma* species against oilseed-borne fungi // Science Research Reporter. 2013. № 3 (2). P. 171-174.
30. Hussain A.M., Khare A.K., Pandey A. Antagonistic behavior of two different species of *Trichoderma* against *Alternaria alternata*, pathogenic to *Capsicum frutescens* // 5th Int. Conf. on Plant Pathol. in the Globalized Era. 2009. № 1 (87). P. 1-10.
31. Patale S.S., Mukadam D.S. Management of plant pathogenic fungi by using *Trichoderma* species // Bioscience Discovery. 2011. № 2 (1). P. 36-37.
32. Садыкова В.С., Бондарь П.Н. Перспективы использования грибов р. *Trichoderma* в защите злаков от корневых гнилей в Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. С. 34-37.
33. Приходько Е.С. Влияние обработок препаратами химического и биологического происхождения на развитие альтернариоза картофеля // Экологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XII международной научной конференции. 2015. С. 169-174.
34. Байрамбеков Ш.Б., Корнева О.Г. Биопрепараты против альтернариоза картофеля // Защита и карантин растений. 2009. № 8. С. 30-31.
35. Phenazines produsing *Pseudomonas* isolates decrease *Alternaria tenuissima* growth, pathogenicity and disease incidence on cardoon / D. Jošić [et. al.] // Arch. Biol. Sci. 2012. № 64 (4). P. 1495-1503.

36. Лемяк А.А., Штерншиш М.В. Антагонистический потенциал сибирских штаммов *Bacillus* spp. в отношении возбудителей болезней животных и растений // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 1 (25). С. 42-55.

37. Рафикова Г.Ф. Новый штамм *Pseudomonas koreensis* ИБ-4. Перспективы его использования в сельскохозяйственной практике // Эколого-генетические основы современных агротехнологий. 2016. С. 139-140.

38. Возможность биологизированного контроля нового патогена виноградинок Западного Предкавказья *Alternaria tenuissima* [электронный ресурс] / Юрченко Е.Г. [и др.] // Плодоводство и виноградарство юга России. 2011. № 12(6). С. 144-156. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/11/06/14.pdf> (дата обращения 25.03.19).

39. Способ биологической борьбы с альтернариозом винограда: патент РФ № 2467556 С1 МПК А01G7/00 (2006.01) А01G17/00 (2006.01) А01H15/00 (2006.01) А01G13/00 (2006.01) / Юрченко Е.Г.; заявл. 29.03.2011; опубл. 27.11.2012, бюл. № 33.

40. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: «ООО Издательство Агрорус», 2018. 899 с.

41. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. 216 с.

42. Методы экспериментальной микологии / Под ред. В.И. Билай. Киев, 1973. 240 с.

43. Саттон Д., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов: пер. с англ. М., 2001. 486 с.

44. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии. М., 1979. 296 с.

References

1. Ainsworth and Bisby's Dictionary of fungi. 10th edition / P.M. Kirk [et. al.]. Oxfordshire, 2008. 771 p.

2. Gannibal F.B. Monitoring al'ternariozov sel'skohozyajstvennyh kul'tur i identifikaciya gribov roda Alternaria. Metodicheskoe posobie. SPb.: GNU VIZR Rossel'hoz akademii, 2011. 70 s.

3. Yurchenko E.G., Gracheva N.P. Ocenka polevoj ustojchivosti sortov vinograda k al'ternariozu v usloviyah Zapadnogo Predkavkaz'ya / Kul'turnye rasteniya dlya ustojchivogo sel'skogo hozyajstva v NHI veke (immunitet, selekciya, introdukciya). Nauchnye trudy: Rossel'hoz akademiya. 2011. T.IV, ch.1. S. 536- 543.

4. Izuchenie mekhanizmov fiziologo-biohimicheskogo bar'era k vozбудителю al'ternarioza (*Alternaria tenuissima* Kunze ex Pers.) u rastenij roda Vitis / E.G. Yurchenko [i dr.]. Idei N.I. Vavilova v sovremennom mire tezisy dokladov III Vavilovskoj mezhdunarodnoj konferencii. RASHN, GNU VIR, Sankt-Peterburgskij nauchnyj centr, Vavilovskoe obshchestvo genetikov i selekcionerov Sankt-Peterburga. 2012. S. 117.

5. Orina A.S. Vidovoj sostav vozбудitelej al'ternarioza paslenovyh kul'tur na territorii Rossii: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 03.02.12 / Orina Aleksandra Stanislavovna. SPb., 2011. – 19 s.

6. Kolodyaznaya V.S., Kiprushina E.I., Kremenevskaya M.I. Tekhnologiya hraniya i pererabotki tropicheskikh i subtropicheskikh plodov (fakul'tativnyj kurs). Metod. ukazaniya k laboratornoj rabote № 1 «Fitopatologicheskie i fiziologicheskie zabolevaniya tropicheskikh i subtropicheskikh plodov» dlya studentov spec. 270800. SPb.: SPbGUNIPT, 2005. 24 s.

7. Gannibal F.B. Al'ternarioz zerna – sovremennyj vzglyad na problemu // Zashchita i karantin rastenij. 2014. №6. S. 11-15.

8. Gannibal F.B. Toksigennost' i patogennost' gribov roda *Alternaria* dlya zlakov // Istoriya i sovremennost'. 2007. S. 82–93.
9. Osobennosti razvitiya al'ternarioza i parshi na yablone / N.I. Shul'man [i dr.] // Vestnik Pridnestrovskogo universiteta. 2011. № 2. S. 198-203.
10. Yakuba G.V. Simptomy, vredonosnost' i nekotorye biologicheskie osobennosti vozbuditelya al'ternarioza yablone v Krasnodarskom krae // Optimizaciya fitosanitarnogo sostoyaniya sadov v usloviyah pogodnyh stressov. 2005. S. 64-70.
11. Gannibal F.B., Bil'der I.V., Uli-Mattila T. Vidy roda *Alternaria* na yablone // Mikologiya i fitopatologiya. 2008. № 1. S. 20-27.
12. Popushoj I.S., Marzhina L.A. Mikozy vinogradnoj lozy (mirovaya svodka). Kishinev, 1989. 242 s.
13. Cavara F. *Alternaria vitis* // Atti. Ist. Bot. Pavia. II Ser. 1888. № 1. P. 319-321.
14. Joly P. Le genre *Alternaria* recherches physiologiaques, biologiques et systematiques // Encyclopédie Mycologique. 1964. V. 33. P. 1-250.
15. Yurchenko E.G. Metodika ocenki ustojchivosti vinograda k vozbuditelyu al'ternarioza / Sovremennye metodologiya, instrumentarij ocenki i otbora selekcionnogo materiala sadovyh kul'tur i vinograda: monografiya. 2017. S. 228-237.
16. Ivebor M.V., Antonova T.S., Saukova S.L. K voprosu o vozbuditelyah al'ternarioza podsolnechnika // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2013. № 1. S. 90-100.
17. Orina A.S., Gannibal F.B. Vzaimootnosheniya vidov *Alternaria* v sostave kompleksnoj infekcii list'ev kartofelya / Sovremennaya mikologiya v Rossii. Materialy 4-go S'ezda mikologov Rossii. SPb., 2017. S. 82-84.
18. Sokolova L.M. Sozdanie iskhodnogo materiala stolovoj morkovi dlya selekcii na ustojchivost' k *Alternaria radicina* M. dr. et. E. i *Fusarium avenaceum* Link. .Ex. er.: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.05 / Sokolova Lyubov' Mihajlovna. M., 2010. 32 s.
19. Gannibal F.B., Gasich E.L. Vozbuditeli al'ternarioza rastenij semejstva krestocvetnye v Rossii: vidovoj sostav, geografiya i ekologiya // Mikologiya i fitopatologiya. 2009. № 5. C. 79-88.
20. Maude R.B., Humpherson-Jones F.M. Studies on the seed-borne phases of dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and grey leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas // Ann. Uppl. Biol. 1980. V. 95. P. 311-319.
21. Levitin M.M. Fitopatogennye griby i bolezni cheloveka // Zashchita i karantin rastenij. 2009. № 9. S. 24-25.
22. Alekseeva K.L. Skor dlya bor'by s al'ternariozom morkovi // Zashchita i karantin rastenij. 2009. № 7. S. 26.
23. Derenko T.A. Biologicheskoe obosnovanie strategii primeneniya fungicidov dlya zashchity kartofelya ot al'ternarioza i fitoftoroza: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.01.07 / Derenko Tat'yana Aleksandrovna. M., 2014. 24 s.
24. Leshkevich N.V. Effektivnost' fungicidov v zashchite ozimogo rapsa ot al'ternarioza // Zashchita rastenij. 2017. № 41. S. 167-173.
25. Mel'nikova, E.S., Mel'kumova E.A., Kuznecova M.A. Puti snizheniya vredonosnosti al'ternarioza kartofelya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 4 (31). S. 30-32.
26. *In vitro* fungicide sensitivity of *Alternaria* species pathogenic to crucifers and identification of *Aternaria brassicicola* field isolates highly resistant to both dicarboximides and phenylpyrroles / I.-V. Béatrice [et. al.] // Crop Protection. 2004. № 6 (23). P. 481-488.
27. Ozkilinc H., Kurt S. Screening fungicide resistance of *Alternaria* pathogens causing *Alternaria* blight of pistachio in Turkey // Phytoparasitica. 2017. № 5 (45). P. 719-728.

28. Thakur S., Hars N.S.K. Phylloplane fungi as biocontrol agent against *Alternaria* leaf spot disease of (Akarkara) *Spilanthes oleracea* // Bioscience Discovery. 2014. № 5 (2). P. 139-144.
29. Jat J.G., Agalave H.R. Antagonistic properties of *Trichoderma* species against oilseed-borne fungi // Science Research Reporter. 2013. № 3 (2). P. 171-174.
30. Hussain A.M., Khare A.K., Pandey A. Antagonistic behavior of two different species of *Trichoderma* against *Alternaria alternata*, pathogenic to *Capsicum frutescens* // 5th Int. Conf. on Plant Pathol. in the Globalized Era. 2009. № 1 (87). P. 1-10.
31. Patale S.S., Mukadam D.S. Management of plant pathogenic fungi by using *Trichoderma species* // Bioscience Discovery. 2011. № 2 (1). P. 36-37.
32. Sadykova B.C., Bondar' P.N. Perspektivy ispol'zovaniya gribov p. *Trichoderma* v zashchite zlakov ot kornevyyh gnilej v Sibiri // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. S. 34-37.
33. Prihod'ko E.S. Vliyanie obrabotok preparatami himicheskogo i biologicheskogo proiskhozhdeniya na razvitie al'ternarioza kartofelya // Ekologicheskie aspekty ustojchivogo razvitiya APK. Materialy XII mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. 2015. S. 169-174.
34. Bajrambekov Sh.B., Korneva O.G. Biopreparaty protiv al'ternarioza kartofelya // Zashchita i karantin rastenij. 2009. № 8. S. 30-31.
35. Phenazines produsing *Pseudomonas* isolates decrease *Alternaria tenuissima* growth, pathogenicity and disease incidence on cardoon / D. Jošić [et. al.] // Arch. Biol. Sci. 2012. № 64 (4). P. 1495-1503.
36. Lelyak A.A., Shternshis M.V. Antagonisticheskij potencial sibirskih shtammov *Bacillus spp.* v otnoshenii vozbuditelej boleznej zhivotnyh i rastenij // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 1 (25). S. 42-55.
37. Rafikova G.F. Novyj shtamm *Pseudomonas koreensis* IB-4. Perspektivy ego ispol'zovaniya v sel'skohozyajstvennoj praktike // Ekologo-geneticheskie osnovy sovremennyh agrotekhnologij. 2016. S. 139-140.
38. Vozmozhnost' biologizirovannogo kontrolya novogo patogena vinogradnikov Zapadnogo Predkavkaz'ya *Alternaria tenuissima* [elektronnyj resurs] / Yurchenko E.G. [i dr.] // Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii. 2011. № 12(6). С. 144-156. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/11/06/14.pdf> (data obrashcheniya 25.03.19).
39. Sposob biologicheskoy bor'by s al'ternariozom vinograda: patent RF № 2467556 C1 MPK A01G7/00 (2006.01) A01G17/00 (2006.01) A01H15/00 (2006.01) A01G13/00 (2006.01) / Yurchenko E.G.; zayavl. 29.03.2011; opubl. 27.11.2012, byul. № 33.
40. Spisok pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii. M.: «ООО Izdatel'stvo Agrorus», 2018. 899 s.
41. Tepper E.Z., Shil'nikova V.K., Pereverzova G.I. Praktikum po mikrobiologii. M.: Drofa, 2004. 216 s.
42. Metody eksperimental'noj mikologii / Pod red. V.I. Bilaj. Kiev, 1973. 240 s.
43. Satton D., Fotergill A., Rinal'di M. Opredelitel' patogennyh i uslovno patogennyh gribov: per. s angl. M., 2001. 486 s.
44. Segi J. Metody pochvennoj mikrobiologii. M., 1979. 296 s.