

Определение биологической эффективности фунгицидов против карантинных возбудителей болезней зерновых, бобовых и масличных культур в лабораторных условиях

* КУЗНЕЦОВА А.А.¹, СУРИНА Т.А.², КОСТИН Н.К.³

^{1,2,3} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

³ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева), г. Москва, Россия, 127434

¹ ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyyznec@bk.ru

² ORCID 0000-0002-0463-5762, e-mail: t.a.surina@yandex.ru

³ ORCID 0009-0003-8066-0753, e-mail: kostinwork1@gmail.com

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе проведена оценка биологической эффективности фунгицидов с разными действующими веществами по отношению к возбудителю пятнистости листьев кукурузы *Cochliobolus carbonum* Nels, фомопсиса подсолнечника *Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet. et al. и пурпурного церкоспороза сои *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner. Перечисленные грибы являются карантинными вредными организмами, которые существенно снижают всхожесть семян, ухудшают качество зерна, снижают выход и качество масла. В связи с тем что семенной материал является основным путем распространения инфекции, существует фитосанитарный риск заноса на территорию России карантинных опасных грибов. Предпосевное протравливание семян химическими препаратами является надежным способом защиты от грибных болезней. В работе протестированы 8 фунгицидов, зарегистрированных на данных культурах, в случае с соей и кукурузой анализировали препараты незарегистрированные на них. Установлены минимальные концентрации действующих веществ, которые полностью лишают жизнеспособности карантинных грибов. Оценка биологической эффективности препаратов проводили в лабораторных условиях на твердой питательной среде 2% КГА с добавлением фунгицидов разного действующего состава в концентрациях 100, 10 и 1%. Установлено, что в отношении грибов *C. carbonum* и *D. helianthi* фунгициды «Скарлет», МЭ;

Determination of biological efficiency of fungicides against quarantine pests of grain, legume and oil crops in laboratory conditions

* ANNA A. KUZNETSOVA¹, TATIANA A. SURINA², NIKITA K. KOSTIN³

^{1,2,3} Federal State Budgetary Institution "All-Russian Plant Quarantine Center" (FGBU "VNIICR"), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150

³ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, 127434

¹ ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyyznec@bk.ru

² ORCID 0000-0002-0463-5762, e-mail: t.a.surina@yandex.ru

³ ORCID 0009-0003-8066-0753, e-mail: kostinwork1@gmail.com

ABSTRACT

This study provides an assessment of the biological effectiveness of fungicides with different active ingredients in relation to *Cochliobolus carbonum* Nels, *Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet. et al. and *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner. The listed fungi are quarantine pests that significantly reduce seed germination, lower grain quality, and reduce oil yield and quality. Due to the fact that seed material is the main pathway, there is a pest risk of introducing quarantine fungi into the territory of Russia. Pre-sowing seed treatment with chemicals is a reliable method of controlling fungal diseases. The 8 tested fungicides registered for these crops, in the case of soybeans and corn non-registered fungicides, were analyzed. Minimum concentrations of active substances that completely deprive quarantine fungi of viability were established. The biological efficiency of the preparations was assessed in laboratory conditions on a solid nutrient medium of 2% potato dextrose agar (PDA) with the addition of fungicides of different active compositions in concentrations of 100, 10 and 1%. It was found that in relation to fungi

«Пионер», КС; «Клад», КС и «Депозит Суприм», МЭ показали 100% биологическую эффективность во всех протестированных концентрациях. Препарат «ТМТД», ВСК эффективно сработал против фомопсиса во всех концентрациях, о чем свидетельствует отсутствие роста колоний на чашках Петри. В отношении церкоспороза сои эффективными оказались препараты «Скарлет», МЭ; «ТМТД», ВСК; «Депозит Суприм», МЭ и «Виталон», КС в концентрациях 100 и 10%. Препараты «Клад», КС; «Оплот», ВСК и «Пионер», КС показали свою активность только в 100% концентрации, где активно подавляли рост колоний *C. kikuchii*.

Ключевые слова. Карантинный вредный организм, *Cochliobolus carbonum*, *Diaporthe helianthi*, *Cercospora kikuchii*, химические препараты, обеззараживание семян.

ВВЕДЕНИЕ



одсолнечник, кукуруза и соя – важные сельскохозяйственные культуры, которые широко выращиваются как в России, так и во многих других странах мира. Увеличение площади посева данных культур является одним из факторов, способствующих увеличению объемов производства зерновых и масличных культур и повышению продовольственной безопасности нашей страны. Благодаря своим полезным свойствам культуры широко используются как на кормовые, так и на производственные цели (Грейнрус, 2023).

Одной из ключевых проблем, препятствующих увеличению производства и снижению урожайности данных культур в нашей стране, являются грибные болезни. По оценкам специалистов, эти заболевания ежегодно приводят к потере одной пятой части мирового урожая растений (Азбукина, 1980).

Зараженные семена (как из-за рубежа, так и с внутреннего рынка) представляют собой серьезный источник риска по причине распространения вредоносных грибов. Инфекция, которая находится как на поверхности, так и внутри семени, может привести к интродукции карантинных грибов на территорию России. Такие грибы, как *Cochliobolus carbonum* Nels, *Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet. et al. и *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner, сохраняются латентно в семенах и могут распространяться с ними на новые территории (Сметник и др., 1998; El-Shafey et al., 2018; McLean K.S. et al., 1988).

Возбудитель пятнистости кукурузы *C. carbonum* является карантинным вредным организмом для России и ряда других стран, способным инфицировать не только кукурузу (*Zea mays* L.), но и такие культуры, как сорго (*Sorghum* spp.), рис посевной (*Oryza sativa* L.), ячмень обыкновенный (*Hordeum vulgare* L.), пшеница (*Triticum* spp.), рожь посевная (*Secale cereale* L.), яблоня домашняя (*Malus domestica* Borkh.), гречиха (*Paspalum* spp.) и кофейное дерево

C. carbonum and *D. helianthi*, fungicides Scarlet, ME; Pioneer, SC; Klad, SC and Deposit Supreme, ME showed 100% biological efficiency in all tested concentrations. The fungicide preparation TMTD, Water SC worked effectively against *Diaporthe helianthi* in all concentrations, as evidenced by the absence of colony growth on Petri dishes. In relation to *Cercospora kikuchii*, the following preparations were effective: Scarlet, ME; TMTD, Water SC; Deposit Supreme, ME and Vitalon, SC in concentrations of 100 and 10%. The preparations Klad, SC; Oplot, Water SC and Pioneer, SC showed their activity only in 100% concentration, where they actively suppressed the growth of the *C. kikuchii* colony.

Keywords. Quarantine pest, *Cochliobolus carbonum*, *Diaporthe helianthi*, *Cercospora kikuchii*, chemicals, seed disinfection.

INTRODUCTION

Sunflower, corn and soybeans are important agricultural crops that are widely cultivated both in Russia and in many other countries. Expanding the area under these crops is one of the factors contributing to the increase in the production of grain and oilseed crops and boosting the food security of our country. Due to their beneficial properties, these crops are widely used for both feed and production purposes (Grainrus, 2023).

One of the key problems preventing the increase in production and the decrease in the yield of these crops in Russia are fungal diseases. According to experts, these diseases annually lead to the loss of one fifth of the world's plant harvest (Azbukina, 1980).

Infected seeds (both from abroad and from the Russian market) represent a serious source of risk due to the spread of harmful fungi. The infection, which is both on the surface and inside the seed, can lead to the introduction of quarantine fungi into the territory of Russia. Such fungi as *Cochliobolus carbonum* Nels, *Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet. et al. and *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner, are preserved latently in seeds and can spread with them to new territories (Smetnik et al., 1998; El-Shafey et al., 2018; McLean K.S. et al., 1988).

C. carbonum is a quarantine pest for Russia and some other countries, capable of infecting not only corn (*Zea mays* L.), but also crops such as sorghum (*Sorghum* spp.), rice (*Oryza sativa* L.), barley (*Hordeum vulgare* L.), wheat (*Triticum* spp.), rye (*Secale cereale* L.), apple trees (*Malus domestica* Borkh.), buckwheat (*Paspalum* spp.) and coffee trees (*Coffea arabica* L.). The species affects leaves in the form of various spots and causes corn cob rot, which leads to significant yield losses (Hooker, 1974).

Among the causative agents of seed stain, the most dangerous species is the fungus *C. kikuchii*, which is a quarantine pest limitedly present in Russia. In Latin

арабийское (*Coffea arabica* L.). Вид поражает листья в виде различных пятнистостей и вызывает гниль початков кукурузы, что приводит к значительным потерям урожайности (Hooker, 1974).

Среди возбудителей церкоспороза наиболее опасный вид – гриб *C. kikuchii*, который является карантинным патогеном, ограниченно распространенным на территории России. В странах Латинской Америки потери урожая, вызванные пятнистостью листьев, могут достигать от 30 до 50%. Болезнь способна вызывать преждевременную дефолиацию, особенно в жарких и сухих условиях. Патоген снижает всхожесть зараженных семян на 6% и более, ухудшает качество зерна, изменяет биохимический состав масла и уменьшает его выход (Положиева и др., 2015).

Возбудитель фомопсиса подсолнечника *D. helianthi* также имеет карантинное значение для России и является ограниченно распространенным видом на данной территории. У зараженных семян уменьшается всхожесть, масса семян и их выполненность, снижаются выход и качество масла до 40%. Фомопсис стал одним из основных ограничивающих факторов для производства подсолнечника в Европе, где потери урожая составили до 50%, а потери содержания масла превысили 10% (Mathew et al., 2015).

Для предотвращения распространения карантинных вредных организмов необходимо применение комплекса защитных мероприятий, включая использование наиболее эффективных и апробированных методов, одним из которых является обеззараживание семян. В условиях интенсификации сельского хозяйства и распространения монокультур эффективные методы обработки семян становятся особенно актуальными. Обеззараживание не только повышает жизнеспособность семян, но и способствует формированию устойчивости растений к различным инфекциям, что в конечном итоге влияет на урожайность и экономическую эффективность производства (Зинченко, 2012).

Один из способов обеззараживания – это протравливание семян перед посевом с помощью химических веществ. В практике применяются фунгициды с широким спектром действия и с высокой биологической активностью. Наиболее эффективными против гельминтоспориозной гнили являются фунгициды на основе группы 1,2,4-триазолов (действующие вещества: дифеноконазол, тебуконазол, тритриконазол, флутриафол, ципроконазол), которые ингибируют синтез стерина, нарушая проницаемость липидного слоя мембран клеток грибов, способны препятствовать дальнейшему удлинению ростковых трубок, дифференциации клеток и росту мицелия гриба – этим и объясняется их фунгицидное действие (Буга, 2013). Класс триазолов наиболее токсичный для мицелия, нежели для спор гриба. Данные препараты обладают системным действием, перемещаются акропетально по ксилеме с дальнейшим проникновением из обработанных семян в проростки (вверх по растению), чем эффективно защищают растения на начальных этапах развития от патогенной микрофлоры (Тютерева, 2010; Тютерева, 2006; Свидинович и др., 2022). Также против гельминтоспориоза кукурузы применяют

American countries, crop losses caused by seed stain can reach 30 to 50%. The disease can cause premature defoliation, especially in hot and dry conditions. The pathogen reduces the germination of infected seeds by 6% or more, worsens the quality of grain, changes the biochemical composition of oil and reduces its yield (Polozhieva et al., 2015).

D. helianthi also has quarantine significance for Russia and is a limitedly present species in Russia. Infected seeds have reduced germination, seed weight and density, and oil yield and quality are reduced by up to 40%. Stem rot has become one of the main limiting factors for sunflower production in Europe, where yield losses amounted to 50% and oil content losses exceeded 10% (Mathew et al., 2015).

To prevent the spread of quarantine pests, it is necessary to use a set of protective measures, including the use of the most effective and proven methods, one of which is seed disinfection. In the context of intensification of agriculture and the spread of monocultures, effective methods of seed treatment are becoming especially relevant. Disinfection not only increases the viability of seeds, but also contributes to the formation of plant resistance to various infections, which ultimately affects the yield and economic efficiency of production (Zinchenko, 2012).

One of the disinfection methods is pre-sowing seed treatment with chemicals. In practice, fungicides with a wide spectrum of action and high biological activity are used. The most effective against helminthosporium blight are fungicides based on the 1,2,4-triazole group (active ingredients: difenconazole, tebuconazole, triticonazole, flutriafol, cyproconazole), which inhibit the synthesis of sterols, disrupting the permeability of the lipid layer of fungal cell membranes, are able to prevent further elongation of germ tubes, cell differentiation and growth of fungal mycelium – this explains their fungicidal effect (Buga, 2013). The triazole class is more toxic to the mycelium than to the fungal spores. These preparations have a systemic effect, move acropetally along the xylem with further penetration from the treated seeds into the seedlings (up the plant), which effectively protects plants at the initial stages of development from pathogenic microflora (Tyuterev, 2010; Tyuterev, 2006; Svidunovich et al., 2022). Also, seed dressings of the phenylpyrrole group are used against helminthosporiosis blight of corn, for example, such an active substance as fludioxonil, which inhibits the growth of the pathogen's mycelium, suppresses glucose phosphorylation, disrupting the functions of the cell membranes of fungi (Pesticides.ru, 2021).

Chemical control methods are one of the effective and widespread methods of suppressing the activity of *Cercospora* fungi on soybean seeds. To control *C. kikuchii*, preparations based on azoxystrobin, thiophanate-methyl, carbendazim and their combinations are widely used. These fungicides suppress the development of fungi and prevent their spread on seeds and plant leaves (Santos F.M. et al., 2022).

Табл. 1. Препараты, использованные в опытах
Table 1. Fungicide Preparations used in the experiments

№	Наименование п/п препарата и д. в., содержание д. в.	Name of the preparation and active ingredient, active ingredient content	Культура	Culture	Норма применения препарата, л/т Dosage rate of the drug, l/t	Расход рабочей жидкости, л/т Working fluid consumption, l/t	Концентрация д. в. в рабочем растворе, г/л Concentration of active ingredient in working solution, g/l
1	«Скарлет», МЭ имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л)	Scarlet, ME imazalil + tebuconazole (100 + 60 g/l)	Соя	Soybeans	0,4	5	8 + 4,8
			Кукуруза	Corn	0,4	10	4 + 2,4
			Подсолнечник	Sunflower	0,4	10	4 + 2,4
2	«Пионер», КС флутриафол + тиабендазол, 25 + 25 г/л	Pioneer, SC flutriafol + thiabendazole, 25 + 25 g/l	Соя	Soybeans	2	10	5 + 5
			Кукуруза	Corn	2	10	5 + 5
			Подсолнечник	Sunflower	2	10	5 + 5
3	«Клад», КС тиабендазол + тебуконазол + имазалил, 80 + 60 + 60, г/л	Klad, SC thiabendazole + tebuconazole + imazalil, 80 + 60 + 60, g/l	Соя	Soybeans	0,6	10	4,8 + 2,4 + 2,4
			Кукуруза	Corn	0,6	10	4,8 + 2,4 + 2,4
			Подсолнечник	Sunflower	0,6	10	4,8 + 2,4 + 2,4
4	«ТМТД», ВСК тирам, 400 г/л	TMTD, Water SC thiram, 400 g/l	Соя	Soybeans	6	10	240
			Кукуруза	Corn	4	10	160
			Подсолнечник	Sunflower	4	10	160
5	«Депозит Суприм», МЭ флудиоксонил + имазалил + мефеноксам, 40 + 40 + 15 г/л	Deposit Supreme, ME fludioxonil + imazalil + mefenoxam, 40 + 40 + 15 g/l	Соя	Soybeans	1	6	6,7 + 6,7 + 2,5
			Кукуруза	Corn	1	10	4 + 4 + 1,5
			Подсолнечник	Sunflower	1	10	4 + 4 + 1,5
6	«Максим», КС флудиоксонил, 25 г/л	Maxim, SC fludioxonil, 25 g/l	Соя	Soybeans	5	10	12,5
			Кукуруза	Corn	5	10	12,5
			Подсолнечник	Sunflower	5	10	12,5
7	«Оплот», ВСК дифеноконазол + тебуконазол 90 + 45 г/л	Oplot, Water SC difenoconazole + tebuconazole 90 + 45 g/l	Соя	Soybeans	0,5	8	5,6 + 2,8
			Кукуруза	Corn	-	-	-
			Подсолнечник	Sunflower	-	-	-
8	«Виталон», КС тирам + тебуконазол (400 + 14 г/л)	Vitalon, SC thiram + tebuconazole (400 + 14 g/l)	Соя	Soybeans	1,5	5	120 + 4,2
			Кукуруза	Corn	-	-	-
			Подсолнечник	Sunflower	-	-	-

протравители групп фенилпирролов, например такое действующее вещество, как флудиоксонил, которое ингибирует рост мицелия патогена, подавляет фосфорилирование глюкозы, нарушая функции клеточных мембран грибов (Пестициды.ру, 2021).

Химические методы борьбы являются одним из эффективных и массовых способов подавления активности грибов рода *Cercospora* на семенах сои. Для борьбы с пурпурным церкоспорозом широко применяются препараты на основе азоксистробина, тиабендазола, карбендазима и их комбинаций. Эти фунгициды подавляют развитие грибов и предотвращают их распространение на семенах и листьях растений (Santos F.M. et al., 2022).

Против фомопсиса подсолнечника зарегистрирован ряд препаратов с различными действующими веществами. Наиболее эффективные обработки семян препаратами на основе следующих действующих веществ: тебуконазола, тиабендазола, имазалила, флутриафола, ипродиона и флудиоксонила. Химический метод борьбы также применяется для опрыскивания вегетирующих растений при появлении первых признаков болезни (Пестициды.ру, 2021).

Some preparations with various active substances have been registered against *D. helianthi*. The most effective seed treatments are preparations based on the following active substances: tebuconazole, thiabendazole, imazalil, flutriafol, iprodione and fludioxonil. The chemical control method is also used for spraying vegetative plants when the first signs of the disease appear (Pesticides.ru, 2021).

Currently, preference is given to fungicides with several active ingredients, which helps prevent the emergence of resistant pathogen populations (Khilevsky, 2015).

Thus, in practice, fungicides with different active compositions are used for pre-sowing seed treatment against fungal diseases. However, there are no registered chemicals against quarantine species *C. carbonum*, *D. helianthi* and *C. kikuchii*, so it is necessary to search for effective fungicides for seed disinfection.

The aim of our research was to determine the biological effectiveness of the selected fungicides against

В настоящее время предпочтение отдается фунгицидам с несколькими действующими веществами, что позволяет предотвратить появление резистентных популяций патогенов (Хилевский, 2015).

Таким образом, в практике применяются фунгициды с разным действующим составом для предпосевной обработки семян против грибных болезней. Однако против карантинных видов *C. carbonum*, *D. helianthi* и *C. kikuchii* отсутствуют зарегистрированные химические препараты, поэтому необходимо проводить поиск эффективных фунгицидов для обеззараживания семян.

Целью наших исследований являлось определение биологической эффективности выбранных фунгицидов в отношении данных карантинных грибов в лабораторных условиях на чистых культурах.

these quarantine fungi in laboratory conditions on pure cultures.

MATERIALS AND METHODS

The experimental work was carried out in 2024 at the All-Russian Plant Quarantine Center (VNIIKR). The research materials were pure cultures of the VNIIKR collection fungi strains: *C. carbonum*, *D. helianthi* and *C. kikuchii*. The work tested chemical preparations of different groups of active substances approved for use in Russia and used for pre-sowing treatment of seeds on these crops against fungal phytopathogens. There were also tested 3 preparations (Pioneer, SC; Klad, SC; Maxim, SC), which are not registered for soybeans, and two preparations (Klad, SC and Maxim, SC), not registered for corn, but used as seed dressings on other crops (Pioneer, SC – on wheat, oats, barley, sunflower, corn; Klad, SC – on wheat, rye, barley, sunflower, rapeseed; Maxim, SC – on seed potatoes, sugar beets, sunflower) (Pesticide Handbook, 2025).

The biological efficiency of the preparations was determined on a solid nutrient medium of 2% PDA. Fungicides with different concentrations were added to the nutrient medium cooled to a temperature of 50 °C. The concentration was calculated in accordance with the recommended standards for the working consumption of the preparation per 1 ha, as well as with a decrease in the initial concentration by 10 and 100 times.

The resulting medium with a known concentration of active ingredients of the preparations was poured into Petri dishes in 20 ml portions. The experiment was carried out in 5-fold repetition of each variant of the preparation and concentration (Popov et al., 2003).

The concentration of active ingredient in the working solution was calculated using the formula: $K = A \times B / V$, where K is the concentration of active ingredient in the working solution, g/l; A is the initial content of active ingredient in the preparation, g/l; B is the application rate of the preparation, l/t; V is the consumption of working fluid, l/t.

The preparations used in the experiments, with subsequent calculations of the concentration of active substances in the working solution, are given in Table 1.

Влияние препаратов на <i>C. carbonum</i> в различных концентрациях Effect of preparations on <i>C. carbonum</i> at different concentrations				
№ п/п	Патоген Pathogen	100%	10%	1%
1	«Скарлет», МЭ (имазалил + тебуконазол, 100 + 60 г/л) Scarlet, ME (imazalil + tebuconazole, 100 + 60 g/l)			
2	«Пионер», КС (флутриафол + тиabendазол, 25 + 25 г/л) Pioneer, SC (flutriafol + thiabendazole, 25 + 25 g/l)			
3	«Клад», КС (тиabendазол + тебуконазол + имазалил, 80 + 60 + 60 г/л) Klad, SC (thiabendazole + tebuconazole + imazalil, 80 + 60 + 60 g/l)			
4	«ТМТД», ВСК (тирам, 400 г/л) TMTD, Water SC (thiram, 400 g/l)			
5	«Депозит Суприм», МЭ (флудиоксонил + имазалил + мефеноксам, 40 + 40 + 15 г/л) Deposit Suprime, ME (fludioxonil + imazalil + mefenoxam, 40 + 40 + 15 g/l)			
6	«Максим», КС (флудиоксонил, 25 г/л) Maxim, SC (fludioxonil, 25 g/l)			

Рис. 1. Влияние на гриб *C. carbonum* препаратов различных концентраций при культивировании на 2% КГА на 21-й день

Fig. 1. Effect of preparations at different concentrations on the fungus *C. carbonum* cultured on 2% PDA on day 21

МАТЕРИАЛЫ
И МЕТОДЫ

Экспериментальная работа была выполнена в 2024 г. на базе ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»). Материалами исследований являлись чистые культуры коллекционных штаммов грибов ФГБУ «ВНИИКР»: *C. carbonum*, *D. helianthi* и *C. kikuchii*. В работе тестировали химические препараты разных групп действующих веществ (д. в.), разрешенных к применению в России и используемых для предпосевной обработки семян на данных культурах против грибных фитопатогенов. Также были протестированы 3 препарата («Пионер», КС; «Клад», КС; «Максим», КС), которые не зарегистрированы на сое, и два препарата («Клад», КС и «Максим», КС), не зарегистрированные на кукурузе, но используемые как протравители семян на других культурах («Пионер», КС – на пшенице, овсе, ячмене, подсолнечнике, кукурузе; «Клад», КС – на пшенице, ржи, ячмене, подсолнечнике, рапсе; «Максим», КС – на картофеле семенном, свекле сахарной, подсолнечнике) (Справочник пестицидов, 2025).

Определение биологической эффективности препаратов проводили на твердой питательной среде 2% КГА. Фунгициды с различной концентрацией добавляли в питательную среду, охлажденную до температуры 50 °С. Концентрацию рассчитывали в соответствии с рекомендуемыми нормами рабочего расхода препарата на 1 га, а также с уменьшением исходной концентрации в 10 и 100 раз.

Полученную среду с известной концентрацией д. в. препаратов разливали по 20 мл в чашки Петри. Опыт проводили в 5-кратной повторности каждого варианта препарата и концентрации (Попов и др., 2003).

Концентрация д. в. в рабочем растворе рассчитывали по формуле: $K = A \times B / V$, где К – концентрация д. в. в рабочем растворе, г/л; А – исходное содержание д. в. в препарате, г/л; В – норма применения препарата, л/т; В – расход рабочей жидкости, л/т.

Препараты, использованные при проведении опытов, с последующими расчетами концентрации д. в. в рабочем растворе приведены в табл. 1.

В дальнейшем вырезали круглые высежки 14-дневной чистой культуры с питательной среды КГА диаметром 1 см. Высежки помещали в центр

Влияние препаратов на <i>D. helianthi</i> в различных концентрациях				
Effect of preparations on <i>D. helianthi</i> at different concentrations				
№ п/п	Патоген Pathogen	100%	10%	1%
1	«Скарлет», МЭ (имазалил + тебуконазол, 100 + 60 г/л) Scarlet, ME (imazalil + tebuconazole, 100 + 60 g/l)			
2	«Пионер», КС (флутриафол + тиабендазол, 25 + 25 г/л) Pioneer, SC (flutriafol + thiabendazole, 25 + 25 g/l)			
3	«Клад», КС (тиабендазол + тебуконазол + имазалил, 80 + 60 + 60 г/л) Klad, SC (thiabendazole + tebuconazole + imazalil, 80 + 60 + 60 g/l)			
4	«ТМТД», ВСК (тирам, 400 г/л) TMTD, Water SC (thiram, 400 g/l)			
5	«Депозит Суприм», МЭ (флудиоксонил + имазалил + мефеноксам, 40 + 40 + 15 г/л) Deposit Supreme, ME (fludioxonil + imazalil + mefenoxam, 40 + 40 + 15 g/l)			
6	«Максим», КС (флудиоксонил, 25 г/лг/л) Maxim, SC (fludioxonil, 25 g/l)			

Рис. 2. Влияние на гриб *D. helianthi* препаратов различных концентрациях при культивировании на 2% КГА на 21-й день

Fig. 2. Effect of preparations at different concentrations on the fungus *D. helianthi* during cultivation on 2% PDA on the 21st day

Subsequently, round cuttings of a 14-day pure culture from the PDA nutrient medium with a diameter of 1 cm were cut out. The cuttings were placed in the center of prepared Petri dishes with a diameter of 90 mm with preparations. A number of controls were used in the experiment – the PDA nutrient medium without the introduction of the preparation.

The dishes were incubated in a thermostat at 25 °C with alternating light and darkness (12 h / 12 h). For the experiment with the species *C. kikuchii*, from the third day onwards, they were illuminated with daylight lamps (1200 lux) for 12 h. The growth and development of the colonies was recorded on the 3rd, 7th, 14th, and 21st days.

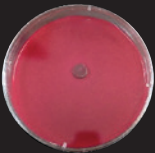
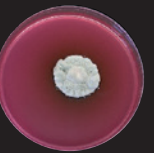
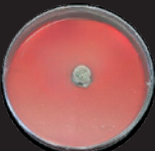
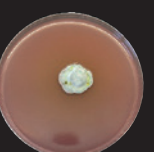
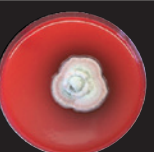
Влияние препаратов на <i>C. kikuchii</i> в различных концентрациях Effect of preparations on <i>D. helianthi</i> at different concentrations				
№ п/п	Патоген Pathogen	100%	10%	1%
1	«Скарлет», МЭ (имазалил + тебуконазол, 100 + 60 г/л) Scarlet, ME (imazalil + tebuconazole, 100 + 60 g/l)			
2	«Пионер», КС (флутриафол + тиабендазол, 25 + 25 г/л) Pioneer, SC (flutriafol + thiabendazole, 25 + 25 g/l)			
3	«Клад», КС (тиабендазол + тебуконазол + имазалил, 80 + 60 + 60 г/л) Klad, SC (thiabendazole + tebuconazole + imazalil, 80 + 60 + 60 g/l)			
4	«ТМТД», ВСК (тирам, 400 г/л) TMTD, Water SC (thiram, 400 g/l)			
5	«Депозит Суприм», МЭ (флудиоксонил + имазалил + мефеноксам, 40 + 40 + 15 г/л) Deposit Supreme, ME (fludioxonil + imazalil + mefenoxam, 40 + 40 + 15 g/l)			
6	«Максим», КС (флудиоксонил, 25 г/лг/л) Maxim, SC (fludioxonil, 25 g/l)			
7	«Оплот», ВСК (дифеноконазол + тебуконазол, 90 + 45 г/л) Oplot, Water SC (difenoconazole + tebuconazole, 90 + 45 g/l)			
8	«Виталон», КС (тирам + тебуконазол, 400 + 14 г/л) Vitalon, SC (thiram + tebuconazole, 400 + 14 g/l)			

Рис. 3. Влияние на гриб *C. kikuchii* препаратов различных концентраций при культивировании на 2% КГА на 21-й день

Fig. 3. Effect of preparations at different concentrations on the fungus *C. kikuchii* during cultivation on 2% PDA on the 21st day

приготовленных чашек Петри диаметром 90 мм с препаратами. В опыте использовали ряд контролей – питательную среду КГА без внесения препарата.

Чашки инкубировали в термостате при 25 °С с чередованием света и темноты (12 ч / 12 ч). Учет роста и развития колоний проводили на 3, 7, 14, 21-е сутки.

Biological effectiveness was calculated using the formula: $BE = (K - B) / K \times 100$, where BE is the biological effectiveness, %; K is the diameter of the fungal colony in the control, mm; B is the diameter of the fungal colony in the variant, mm (Popov et al., 2003). A biological effectiveness exceeding 95% was considered a positive result for the preparations.

RESULTS AND DISCUSSIONS

As a result of the experiment, the biological effectiveness of 6 preparations against *C. carbonum*, 6 preparations against *D. helianthi* and 10 preparations against *C. kikuchii* with different compositions and concentrations of active substances was assessed.

During the studies, the following preparations demonstrated the greatest efficiency against the *C. carbonum* species: Scarlett, ME; Pioneer, SC; Klad, SC; Deposit Supreme, ME. It was noted that even when the active ingredient was diluted 100 times, the growth of the *C. carbonum* colony was completely inhibited. The biological efficiency of these preparations in all concentrations was high – 100%. The active ingredients thiram and fludioxonil of the preparations TMTD, Water SC and Maxim, SC weakly suppressed the growth and development of the *C. carbonum* species; the growth of the fungal mycelium increased with a decrease in the active ingredient in the nutrient medium. The preparation TMTD, Water SC inhibited the fungal colony only at a concentration of 100%. And the preparation Maxim, SC was ineffective against *C. carbonum*: fungal growth was observed at all concentrations. Visualization of the growth of colonies of the fungus *C. carbonum* on a nutrient medium of 2% PDA on the 21st day with the addition of active ingredients of various concentrations to the medium is shown in Fig. 1.

In relation to the *D. helianthi* species, almost all recommended preparations, such as Scarlett, ME; Pioneer, SC; Klad, SC; Deposit Supreme, ME and TMTD, Water SC, had a suppressive effect on *D. helianthi*, as evidenced by the absence of colony growth on Petri

Биологическую эффективность считали по формуле: $БЭ = (K - B) / K \times 100$, где БЭ – биологическая эффективность, %; K – диаметр колонии гриба в контроле, мм; B – диаметр колонии гриба в варианте, мм (Попов и др., 2003). За положительный результат препаратов принимали биологическую эффективность, превышающую 95%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В результате опыта проведена оценка биологической эффективности 6 препаратов против *C. carbonum*, 6 препаратов против *D. helianthi* и 8 препаратов против *C. kikuchii* с разным составом и концентрацией действующих веществ.

В ходе исследований наибольшую эффективность в отношении вида *C. carbonum* показали препараты: «Скарлет», МЭ; «Пионер», КС; «Клад», КС; «Депозит Суприм», МЭ. Отмечено, что даже при разведении д. в. в 100 раз рост колонии *C. carbonum* полностью ингибировался. Биологическая эффективность данных препаратов во всех концентрациях была высокой – 100%. Действующие вещества тирам и флудиоксонил препаратов «ТМТД», ВСК и «Максим», КС слабо подавляли рост и развитие вида *C. carbonum*, рост мицелия гриба увеличивался с уменьшением д. в. в питательной среде. Препарат «ТМТД», ВСК ингибировал колонию гриба только в концентрации 100%. А препарат «Максим», КС оказался неэффективным в отношении *C. carbonum*: при всех концентрациях наблюдался рост гриба. Визуализация роста колоний гриба *C. carbonum* на питательной среде 2% КГА на 21-й день с добавлением в среду д. в. различной концентрации приведена на рис. 1.

В отношении вида *D. helianthi* практически все рекомендованные препараты, такие как «Скарлет», МЭ; «Пионер», КС; «Клад», КС; «Депозит Суприм», МЭ и «ТМТД», ВСК, оказывали подавляющее действие на фомопсис, о чем свидетельствует отсутствие роста колоний на чашках Петри. Биологическая эффективность данных препаратов составила 100%. Только препарат «Максим», КС с д. в. «флудиоксонил» (25 г/л) в концентрации 1% не подавлял рост патогена. Визуализация роста колоний гриба *D. helianthi* на питательной среде 2% КГА на 21-й день с добавлением в среду д. в. различной концентрации приведена на рис. 2.

В оценке эффективности препаратов против *C. kikuchii* также были получены положительные результаты. Все зарегистрированные и рекомендованные препараты на сое: «Скарлет», МЭ в концентрации 100 и 10%, «Депозит Суприм», МЭ в концентрации 100 и 10%, «Виталон», КС в концентрации 100 и 10% и «Оплот», ВСК в концентрации 100% – продемонстрировали высокую эффективность в борьбе против патогена. Также стоит отметить эффективность препаратов против пурпурного церкоспороза, которые рекомендованы для протравливания семян

дисков. Биологическая эффективность этих препаратов была 100%. Только препарат Maxim, SC с активным ингредиентом «флудиоксонил» (25 г/л) в концентрации 1% не подавил рост патогена. Визуализация роста колоний гриба *D. helianthi* на питательной среде 2% КГА на 21-й день с добавлением активного ингредиента в различные концентрации в среду приведена на рис. 2.

Положительные результаты были также получены при оценке эффективности препаратов против *C. kikuchii*. Все зарегистрированные и рекомендованные препараты на сое: «Скарлет», МЭ в концентрации 100 и 10%, «Депозит Суприм», МЭ в концентрации 100 и 10%, «Виталон», КС в концентрации 100 и 10% и «Оплот», ВСК в концентрации 100% – продемонстрировали высокую эффективность в контроле патогена. Также стоит отметить эффективность препаратов против пурпурного церкоспороза, которые рекомендованы для протравливания семян

Визуализация роста колоний гриба *C. kikuchii* на питательной среде 2% КГА на 21-й день с добавлением в среду д. в. различной концентрации приведена на рис. 3.

Визуализация роста колоний грибов *C. kikuchii*, *C. carbonum* и *D. helianthi* на питательной среде 2% КГА на 21-й день без добавления препаратов приведена на рис. 4.

Итоговые расчеты роста колоний грибов *C. carbonum*, *D. helianthi* и *C. kikuchii* на питательной среде 2% КГА на 21-й день с добавлением в среду д. в. различной концентрации приведены в таблице 2.

CONCLUSION

As a result of the conducted study, it was established that the highest biological efficiency against



Рис. 4. Рост контролей *C. kikuchii*, *C. carbonum* и *D. helianthi* при культивировании на 2% КГА на 21-й день

Fig. 4. Growth of *C. kikuchii*, *C. carbonum* and *D. helianthi* controls when cultured on 2% PDA on day 21

Табл. 2. Учет роста колоний грибов на питательной среде КГА на 21-й день с д. в. различной концентрации

Table 2. Calculating for the growth of fungal colonies on the PDA nutrient medium on day 21 with active ingredients of different concentrations

№ п/п	Фунгицид, препаративная форма	Fungicide preparation, formulation	Концент-рация д. в., % Active ingredients concentration of, %	<i>C. kikuchii</i>		<i>D. helianthi</i>		<i>C. carbonum</i>	
				Диаметр колонии, см Colony diameter, cm	БЭ,% BE,%	Диаметр колонии, см Colony diameter, cm	БЭ,% BE,%	Диаметр колонии, см Colony diameter, cm	БЭ,% BE,%
1	«Скарлет», МЭ имазалил + тебуконазол (100 + 60 г/л)	Scarlet, ME imazalil + tebuconazole (100 + 60 g/l)	100	0	100	0	100	0	100
			10	0,2 ± 0,2	96,3	0	100	0	100
			1	1,7 ± 0,2	73,2	0	100	0	100
2	«Пионер», КС флутриафол + тиабендазол, 25 + 25 г/л	Pioneer, SC flutriafol + thiabendazole, 25 + 25 g/l	100	0,8	100	0	100	0	100
			10	0,7 ± 0,1	88,6	0	100	0	100
			1	1,2 ± 0,1	81,5	0	100	0	100
3	«Клад», КС тиабендазол + тебуконазол + имазалил, 80 + 60 + 60, г/л	Klad, SC thiabendazole + tebuconazole + imazalil, 80 + 60 + 60, g/l	100	0	100	0	100	0	100
			10	0,5 ± 0,1	92,9	0	100	0	100
			1	1,4 ± 0,1	78,8	0	100	0	100
4	«ТМТД», ВСК тирам, 400 г/л	TMTD, Water SC thiram, 400 g/l	100	0	100	0	100	0	83
			10	0,2	97,5	0	100	2,4 ± 0,9	73
			1	0,5	92	0	100	2,4 ± 0,1	81
5	«Депозит Суприм», МЭ флудиоксонил + имазалил + мепеноксам, 40 + 40 + 15 г/л	Deposit Supreme, ME fludioxonil + imazalil + mepenoxam, 40 + 40 + 15 g/l	100	0	100	0	100	0	100
			10	0,2	95,7	0	100	0	100
			1	0,6 ± 0,1	90,8	0	100	0	100
6	«Максим», КС флудиоксонил, 25 г/л	Maxim, SC fludioxonil, 25 g/l	100	0,5 ± 0,2	92	0	100	1,9 ± 1,3	79
			10	1,4 ± 0,2	79,1	0	100	5,3 ± 1,0	42
			1	1,7 ± 0,1	74,5	2,8 ± 1,7	69,1	5,3 ± 1,8	41
7	«Оплот», ВСК дифеноконазол + тебуконазол 90 + 45 г/л	Oplot, Water SC difenoconazole + tebuconazole 90 + 45 g/l	100	0,1 ± 0,1	97,8	-	-	-	-
			10	0,4 ± 0,1	93,1	-	-	-	-
			1	0,5 ± 0,1	92,6	-	-	-	-
8	«Виталон», КС тирам + тебуконазол (400 + 14 г/л)	Vitalon, SC Thiram + Tebuconazole (400 + 14 g/l)	100	0	99,7	-	-	-	-
			10	0,3 ± 0,1	95,4	-	-	-	-
			1	0,8	93,5	-	-	-	-
9	«Контроль»	Control	-	7,3 ± 0,1	-	9	-	9	-

на других культурах: «Пионер», КС и «Клад», КС, кроме препарата «Максим», КС. Следует отметить, что концентрация препаратов в 1% против *C. kikuchii* не показала своей эффективности ни в одном из случаев по сравнению с другими карантинными объектами.

Визуализация роста колоний гриба *C. kikuchii* на питательной среде 2% КГА на 21-й день с добавлением в среду д. в. различной концентрации приведена на рис. 3.

Визуализация роста колоний грибов *C. kikuchii*, *C. carbonum* и *D. helianthi* на питательной среде 2% КГА на 21-й день без внесения препаратов приведена на рис. 4.

Итоговый учет роста колоний грибов *C. carbonum*, *D. helianthi* и *C. kikuchii* на питательной среде 2% КГА на 21-й день с добавлением в среду д. в. различной концентрации, а также контролей без внесения препаратов и расчет биологической эффективности приведен в табл. 2.

C. carbonum and *D. helianthi* was demonstrated by: Scarlet, ME; Pioneer, SC; Klad, SC; Deposit Supreme, ME, as well as TMTD, Water SC for *D. helianthi*.

All recommended preparations for soybeans: Scarlet, ME; Deposit Supreme, ME; Vitalon, SC in concentrations of 100 and 10% and Oplot, Water SC in a concentration of 100% – showed high efficiency against *C. kikuchii*. Preparations Pioneer, SC and Klad, SC, with the exception of Maxim, SC, when applied in all variants the biological efficiency was less than 95%, also showed positive results in a concentration of 100%.

Thus, at the first stage of work in laboratory conditions, the most effective fungicides with different active substances that completely inhibit the development of

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлено, что наиболее высокую биологическую эффективность против *C. carbonum* и *D. helianthi* показали: «Скарлет», МЭ; «Пионер», КС; «Клад», КС; «Депозит Суприм», МЭ, а также «ТМТД», ВСК для *D. helianthi*.

Все рекомендованные препараты на сое: «Скарлет», МЭ; «Депозит Суприм», МЭ; «Виталон», КС в концентрациях 100 и 10% и «Оплот», ВСК в концентрации 100% – показали высокую эффективность против *C. kikuchii*. Препараты «Пионер», КС и «Клад», КС, за исключением «Максим», КС, при внесении которого во всех вариантах биологическая эффективность была меньше 95%, также показали положительные результаты в концентрации 100%.

Таким образом, на первом этапе работы в лабораторных условиях определены наиболее эффективные фунгициды с разными действующими веществами, которые полностью ингибируют развитие колоний патогенов. В дальнейшем планируется проведение опытов с определенными фунгицидами на зараженном семенном материале кукурузы, подсолнечника и сои.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азбукина З.М. Возбудители болезней сельскохозяйственных растений Дальнего Востока / З.М. Азбукина. – М.: Наука, 1980. – 371 с.
2. Буга С.Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси // Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного. – 2013. – С. 37.
3. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность. – М.: КолосС, 2012. – 247 с.
4. Положиева Ю.В., Дубовицкая Л.К., Семенова Е.А. и др. Морфология возбудителя пурпурного церкоспороза сои и пути снижения его вредности // Защита и карантин растений. – 2015. – № 8. – С. 47–49.
5. Попов С.Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений //М.: Арт-Лин. – 2003. – 208 с.
6. Сметник А.И. и др. Семена подсолнечника как форма сохранения инфекции фомопсиса // Защита и карантин растений. – 1998. – №. 1. – С. 35–36.
7. Тютюрев С.Л. Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы / С.Л. Тютюрев. – СПб.: Нива, 2010. – 172 с.
8. Тютюрев С.Л. Обработка фунгицидами и другими средствами оптимизации жизни растений / С.Л. Тютюрев. – СПб., 2006. – 248 с.
9. Свидунувич Н.Л., Жуковский А.Г. Эффективность протравителей в защите кукурузы от болезней // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 1. – С. 38–42.
10. Хилевский В.А. Фитозащита и протравливание семян озимой пшеницы в Ростовской области // Наука и образование. – 2015. – С. 102–107.
11. El-Shafey R.A.S. et al. Incidence and molecular identification of *Cochliobolus carbonum* as causal organism of rice seedling blight // Beni-Suef University journal of basic and applied sciences. – 2018. – Т. 7. – №. 4. – С. 652–662.

pathogen colonies were determined. In the future, it is planned to conduct experiments with certain fungicides on infected seed material of corn, sunflower and soybeans.

REFERENCES

1. Azbukina Z.M. Pathogens of agricultural plants in the Far East [Vozbuditeli bolezney selskokhozyaystvennykh rasteniy Dalnego Vostoka] / Z.M. Azbukina. – M.: Nauka, 1980. – 371 p. (In Russ.)
2. Buga S.F. Theoretical and practical foundations of chemical protection of grain crops from diseases in Belarus [Teoreticheskiye i prakticheskiye osnovy khimicheskoy zashchity zernovykh kultur ot bolezney v Belarusi] // Nesvizh: Nesvizh. enlarged. type. named after S. Budny. 2013; 37. (In Russ.)
3. Zinchenko V.A. Chemical plant protection: means, technology and environmental safety [Khimicheskaya zashchita rasteniy: sredstva, tekhnologiya i ekologicheskaya bezopasnost]. – M.: KolosS, 2012. – 247 p. (In Russ.)
4. Polozhieva Yu.V., Dubovitskaya L.K., Semenova E.A. et al. Morphology of soybeans purple cercosporosis pathogen and ways to reduce its harmfulness [Morfologiya vozbuditelya purpurnogo tserkosporoza soi i puti snizheniya yego vreditel'nosti] // Plant Health and Quarantine. – 2015; 8: 47–49. (In Russ.)
5. Popov S.Ya., Dorozhkina L.A., Kalinin V.A. Fundamentals of chemical plant protection [Osnovy khimicheskoy zashchity rasteniy] //M.: Art-Lion. – 2003. – 208 p. (In Russ.)
6. Smetnik A.I. et al. The sunflower seeds as the source of preservation and spreading of Phomopsis [Semena podsolnechnika kak forma sokhraneniya infektsii fomopsis] // Plant Health and Quarantine. 1998; 1: 35–36. (In Russ.)
7. Tyuterev S.L. Mechanisms of action of fungicides on phytopathogenic fungi [Mekhanizmy deystviya fungitsidov na fitopatogennyye griby] / S.L. Tyuterev. – St. Petersburg: Niva, 2010. – 172 p. (In Russ.)
8. Tyuterev S.L. Treatment with fungicides and other means of optimizing plant life [Obrabotka fungitsidami i drugimi sredstvami optimizatsii zhizni rasteni] / S.L. Tyuterev. – St. Petersburg, 2006. – 248 p. (In Russ.)
9. Svidunovich N.L., Zhukovsky A.G. Efficiency of seed dressings in protecting corn from diseases [Effektivnost protравiteley v zashchite kukuruzy ot bolezney] // Agriculture and plant growing. 2022; 1: 38–42. (In Russ.)
10. Khilevsky V.A. Phytoexpertise and seed treatment of winter wheat in the Rostov Oblast [Fitoekspertiza i protравlivaniye semyan ozimoy pshenitsy v Rostovskoy oblasti] // Science and education. 2015; 102–107. (In Russ.)
11. El-Shafey R.A.S. et al. Incidence and molecular identification of *Cochliobolus carbonum* as causal organism of rice seedling blight // Beni-Suef University journal of basic and applied sciences. – 2018; 7(4): 652–662.

12. Hooker A.L. Reaction of corn inbreds to Helminthosporium leaf spot in the greenhouse //Plant Dis. Repr. – 1974. – Т. 58. – С. 399–400.

13. Mathew F.M. et al. Phomopsis stem canker: A reemerging threat to sunflower (Helianthus annuus) in the United States //Phytopathology. – 2015. – Т. 105. – №. 7. – С. 990–997.

14. McLean K.S., Roy K.W. Purple seed stain of soybean caused by isolates of Cercospora kikuchii from weeds //Canadian Journal of Plant Pathology. – 1988. – Т. 10. – №. 2. – С. 166–171.

15. Santos F. M. et al. Integrating a Bacillus-based product with fungicides by foliar application to protect soybean: a sustainable approach to avoid exclusive use of chemicals //Pest Management Science. – 2022. – Т. 78. – №. 11. – С. 4832–4840.

16. Грейнрус. Самые перспективные сельскохозяйственные культуры в 2023 году: [Электронный ресурс]. URL: <https://grainrus.com/novosti-kompanii/articles/samye-perspektivnye-selskokhozyaystvennye-kultury-v-2023-godu/>.

17. Пестициды.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.pesticidy.ru>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузнецова Анна Александровна, старший научный сотрудник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyyznec@bk.ru

Сурина Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научно-методического отдела микологии и гельминтологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; ORCID 0000-0002-0463-5762, e-mail: t.a.surina@yandex.ru

Костин Никита Константинович, младший научный сотрудник научно-методического отдела микологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; аспирант ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; ORCID 0009-0003-8066-075, e-mail: kostinwork1@gmail.com

12. Hooker A.L. Reaction of corn inbreds to Helminthosporium leaf spot in the greenhouse //Plant Dis. Repr. – 1974; 58: 399–400.

13. Mathew F.M. et al. Phomopsis stem canker: A reemerging threat to sunflower (Helianthus annuus) in the United States //Phytopathology. 2015; 105(7): 990–997.

14. McLean K.S., Roy K.W. Purple seed stain of soybean caused by isolates of Cercospora kikuchii from weeds //Canadian Journal of Plant Pathology. 1988; 10(2): 166–171.

15. Santos F. M. et al. Integrating a Bacillus-based product with fungicides by foliar application to protect soybean: a sustainable approach to avoid exclusive use of chemicals //Pest Management Science. 2022; 78(11): 4832–4840.

16. Grainrus. The most promising agricultural crops in 2023: [Electronic resource].URL: <https://grainrus.com/novosti-kompanii/articles/samye-perspektivnye-selskokhozyaystvennye-kultury-v-2023-godu/>.

17. Pesticides.ru [Electronic resource]. – URL: <https://www.pesticidy.ru>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna Kuznetsova, Senior Researcher, Mycology and Helminthology Research and Methodology Department, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0001-8443-2641, e-mail: kyyznec@bk.ru

Tatiana Surina, PhD in Biology, Leading Researcher, Mycology and Helminthology Research and Methodology Department, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-0463-5762, e-mail: t.a.surina@yandex.ru

Nikita Kostin, Junior Researcher, Mycology and Helminthology Research and Methodology Department, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; Post-Graduate Student at Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia; ORCID 0009-0003-8066-075, e-mail: kostinwork1@gmail.com