

Возбудители церкоспороза сои и их диагностика

Cercospora diseases of Soybean and their diagnostics

Костин Н.К., Белошапкина О.О., Колесникова Т.П.

Аннотация

Во многих регионах России церкоспороз сои остается одним из наиболее распространенных заболеваний, обычно вызываемый двумя видами фитопатогенных грибов: *Cercospora sojina* Hara и *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardne (карантинный вид ЕАЭС). Цель работы – оценка распространенности церкоспороза в разных регионах России и уточнение видового состава грибов рода *Cercospora* в семенах и на вегетирующих растениях сои. Цель работы: обобщить двухлетние исследования и предложить практический алгоритм по описанию основных симптомов и первичной диагностики по культурально-морфологическим признакам возбудителей. Исследования были выполнены в 2024–2025 годах на базе ФГБУ «ВНИИКР». За два года было отобрано 98 растительных образцов сои (81 – вегетативные части, 17 – семена) из 7 регионов России. В процессе работы получены и выделены в чистую культуру 11 изолятов грибов рода *Cercospora* (*C. sojina* – 5 шт., *C. kikuchii* – 6 шт.). В пределах нашей выборки *C. kikuchii* был обнаружен только на территориях, где уже установлены карантинные фитосанитарные зоны; *C. sojina* встречалась шире. Молекулярную диагностику выполняли методом ПЦР с универсальными праймерами ITS4/ITS5 и последующим секвенированием по методу Сенгера полученных продуктов. Во многих образцах с симптомами церкоспороза были выявлены другие патогены сои: грибы родов *Diaporthe*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia* и др., родовая и видовая принадлежность которых была подтверждена нами методом секвенирования. В ходе исследования посевов и семенного материала сои было выделено в чистую культуру 446 изолятов грибов, которые были депонированы в коллекцию ФГБУ ВНИИКР. Предложенные морфологические признаки (форма, окраска колоний, характер роста мицелия, окраска реверса, форма и размер конидий) позволяют упростить идентификацию возбудителей церкоспороза сои и снизить риск ложных результатов при мониторинге.

Ключевые слова: соя, посевы, семена, церкоспороз, *Cercospora sojina*, *Cercospora kikuchii*, диагностика визуальная и культурально-морфологическая.

Для цитирования: Костин Н.К., Белошапкина О.О., Колесникова Т.П. Возбудители церкоспороза сои и их диагностика // Картофель и овощи. 2025. №7. С. 27-31. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.55.27.002>

Kostin N.K., Beloshapkina O.O., Kolesnikova T.P.

Abstract

In many soybean-growing regions of Russia cercosporosis remains among the most widespread diseases, typically caused by two phytopathogenic fungi: *Cercospora sojina* Hara and *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner (a quarantine pest in the EAEU). The aim of this study was to assess the regional occurrence of cercosporosis in Russia and to refine the species composition of *Cercospora* on soybean seeds and vegetative tissues. Our objectives were to synthesize two years of observations and to propose a practical, first-line diagnostic workflow based on cultural and morphological characters of the pathogens. The work was conducted in 2024–2025 at the All-Russian Plant Quarantine Center (FGBI “VNIIKR”). Over two years, 98 soybean samples were collected from seven regions of Russia (81 vegetative samples and 17 seed samples). In total 11 *Cercospora* isolates were obtained in pure culture (*C. sojina* – 5, *C. kikuchii* – 6). Within our dataset, *C. kikuchii* was detected only in territories already designated as quarantine phytosanitary zones, whereas *C. sojina* was more widespread. Molecular diagnostics employed PCR with universal primers ITS4/ITS5 followed by Sanger sequencing of the amplicons. Many samples presenting cercosporosis-like symptoms proved to be associated with other soybean pathogens (genera *Diaporthe*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, etc.), whose generic and species identities were confirmed by sequencing. In total, 446 fungal isolates obtained from soybean fields and seed lots were purified and deposited in the FGBI VNIIKR culture collection. The proposed morphological criteria (colony form and color, mycelial growth pattern, reverse pigmentation, and conidial shape and size) help streamline identification of cercosporosis agents on soybean and reduce the risk of false conclusions during monitoring.

Key words: soybean, crops, seeds, *Cercospora* blight, *Cercospora sojina*, *Cercospora kikuchii*, visual and culture-morphological diagnostics.

For citing: Kostin N.K., Beloshapkina O.O., Kolesnikova T.P. Cercospora diseases of Soybean and their diagnostics. Potato and vegetables. 2025. No7. Pp. 27-31. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.55.27.002> (In Russ.).

Сегодня в стране активно развиваются объемы производства сои, расширяются посевные площади особенно в Центральном Черноземье, где соя становится одной из стратегически важных культур, отрасль сельского хозяйства динамично развивается, создается «соевый пояс», в регионах нарабатывается опыт возделы-

вания культуры [1, 2]. Интенсивное расширение посевов неизбежно ведет к ухудшению фитосанитарной обстановки и повышает риски эпифитотий вредоносных болезней. Значительный экономический ущерб урожаю наносят грибные заболевания, среди которых особое место в агроценозах занимает церкоспороз (**рис. 1**).

Возбудители рода *Cercospora* поражают широкий ряд с.-х. культур, включая масличные, пасленовые, свеклу, кукурузу, сою и другие, приводя к снижению урожайности и ухудшению их качества [3, 4]. На сое церкоспороз вызывается комплексом видов, которые различаются по симптоматике и вредонос-

ности, создавая высокую угрозу урожаю. На территории России наиболее часто встречаются видами, поражающими сою, являются *C. sojina* и *C. kikuchii*, последний в РФ отнесен к карантинным видам, ограниченно распространенным в России. Поданным национального доклада о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2024 году, карантинные фитосанитарные зоны наложены в Приморском крае и Амурской области [5].

Церкоспороз или округлая серая пятнистость, также известная как «лягушачий глаз», вызываемая *Cercospora sojina* Hara, проявляется прежде всего на молодых листьях в виде круглых белесовато-серых пятен с резко выраженным коричневым ободком, вокруг которого заметен бледно-желтый ореол. По мере развития симптомов пятна сливаются, формируя некротические участки, ускоряя старение листьев и вызывая частичную дефолиацию. При высокой влажности на нижней стороне листа на некрозе наблюдается тонкий сероватый налет спороношения. Поражение надземных органов в дальнейшем приводит и к инфицированию семян, для которых характерны серобурые, темные пятна различной величины, мраморность и шелушение кожуры; часть семян остается латентно зараженной без внешних проявлений [6].

Церкоспорозный ожог листьев (пурпурное окрашивание семян), вызываемый *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner, чаще начинается на верхнем ярусе листьев. При этом мелкие красновато-пурпурные точки увеличиваются, быстро буреют и сливаются в межжилковые пятна с бронзовопурпурным окрашиванием, придавая пластинке лаковый, кожис-

то-глянцевый вид. Нередки подсыхание краев, пурпурные штрихи на черешках и стеблях, при сырой погоде на некрозах с нижней стороны листьев появляется спороношение. Бобы покрываются пурпурно-бурыми пятнами, а семенная кожура приобретает равномерную, либо мраморную пурпурно-фиолетовую пигментацию разной интенсивности. Такие семена теряют товарный вид, резко падают в цене и имеют пониженную всхожесть. Характерная пурпурная окраска семян – ключевой отличительный признак вида *C. kikuchii* от *C. sojina*.

Посев пораженных церкоспорозом семян приводит к появлению очагов заболевания в поле, что вызывает необходимость проведения фитосанитарного мониторинга и требует дополнительных затрат на фунгицидные обработки в период вегетации. Для экспорта семян сои в зарубежные страны требуется фитосанитарный сертификат, подтверждающий отсутствие грибов рода *Cercospora*, регулируемых страной импортером. Точная диагностика семенной инфекции и разработка эффективных методов обеззараживания семян – важные цели в системе защиты сои от церкоспороза: они позволяют прервать цикл развития болезни на самом раннем этапе и сэкономить сельхозтоваропроизводителям время и затраты на обработку.

Цель исследования – оценка распространенности церкоспороза в разных регионах России и уточнение видового состава грибов рода *Cercospora* в семенах и на вегетирующих растениях сои.

Условия, материалы и методы исследований

Исследования были выполнены в 2024–2025 годах на базе ФГБУ «Всероссийский центр

карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»). Материалом служили семена и вегетативные части растений, отобранные в ходе обследований 7 регионов России (Воронежская, Тульская и Амурская область; Хабаровский, Ставропольский и Приморский край; Еврейская автономная область). Обследования посевов проводили методом петли: от кромки поля заходили вглубь на ~200–300 м, смещались влево/вправо на ~20–40 м и возвращались к исходной стороне. От каждого сорта (площадь обследований до 100 га) отбирали один средний образец, включавший 4–8 стеблей с листьями с характерными симптомами. При осмотре семян обращали внимание на наличие признаков церкоспороза, отбирая образцы с равномерной или мраморной пурпурной окраской семенной кожуры и/или пурпурно-бурыми пятнами, а также с серо-бурыми крапинами, шелушением и микротрешинами кожуры. Средние пробы формировали из семян с симптомами из нескольких участков лота, что повышало вероятность выделения возбудителя.

Для микологического анализа часть растительного материала закладывали на 2% картофельно-глюкозный агар (КГА) с добавлением антибиотиков (стрептомицин и ампициллин по 1%), часть – во влажную камеру для стимуляции спороношения. Выделение грибов на питательную среду проводили из фрагментов листьев, вырезанных по границе здоровой и некротизированной тканей, и из семян после поверхностной стерилизации 70% этиловым спиртом и промывкой стерильной дистиллированной водой. Чашки Петри инкубировали при 25 °C и 12-часовом фотoperиоде; по мере



Рис. 1. Симптомы церкоспороза на листьях сои разных сортов: а – пурпурный церкоспороз, вызываемый *Cercospora kikuchii*, характеризующийся диффузным пурпурно-бронзовым окрашиванием верхних листьев; б и в – церкоспороз, вызываемый *Cercospora sojina*, проявляющийся в виде многочисленных округлых некротических пятен со светлым центром и темным ободком



Рис. 2. Симптомы *Cercospora kikuchii*: а – «церкоспорозный ожог» на листе сои – крупные, расплывчатые пятна красновато-бронзового цвета; б – поражение боба и семени сои: некротические пятна на бобах и характерное пурпурное окрашивание на семенах, в – пурпурное окрашивание семян – типичный диагностический признак



Рис. 3. Симптомы *C. sojina*: а – на пораженных семенах – серо-бурые пятна, мраморность и шелушение, часто с ярко-буро-бордовой каймой; б и в – типичные листовые симптомы: округлые или субокруглые некротические пятна диаметром 2–8 мм со светло-серым центром и выраженной темно-буровой каймой

появления воздушного мицелия выполняли микроскопирование и проводили отсев изолятов в чистую культуру на КГА (при необходимости – моноспоровое выделение).

Идентификацию видов рода *Cercospora* осуществляли по культурально-морфологическим признакам с последующим молекулярно-генетическим подтверждением. При описании колоний учитывали форму, цвет и характер роста мицелия на КГА; методом световой микроскопии проводили оценку морфологии и измерение конидий и конидиеносцев (форма, размеры, число перегородок) с использованием классических определителей [8]. Подтверждение видовой идентификации проводили методом секвенирования участка ITS1–5.8S-ITS2 (праймеры ITS 4/ ITS 5) (White et al. 1990; Gardes, Bruns, 1993) [9]. В ходе лабораторных исследований фиксировали и дифференцировали сопутствующие грибы родов *Septoria*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phomopsis* и др.

Результаты исследований

В ходе проведения обследований в течение двух лет (2024–2025) было отобрано 98 проб, в том числе 81 образец вегетативных частей (в основном лис-

тая и стебли сои) и 17 проб семян. По итогам лабораторных исследований было выделено 11 изолятов рода *Cercospora*, из них: *C. sojina* – 5, *C. kikuchii* – 6. В пределах нашей выборки *C. kikuchii* был обнаружен только на территориях, где уже установлены карантинные фитосанитарные зоны. В процессе диагностики из листьев, бобов и семян сои было выделено в чистую культуру 446 изолятов других фитопатогенов, среди которых были виды из родов *Diaporthe*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Colletotrichum*, *Epicoccum*, *Alternaria*, *Sclerotinia*, *Botrytis* и другие грибы.

Трудности визуальной диагностики церкоспороза обусловлены сходной симптоматикой с другими патогенами сои и ме-

тодологическими трудностями выделения возбудителя в чистую культуру. Опыт показал, что ориентирование только на внешние признаки часто приводит к переоценке «церкоспорозной» природы поражений. Так, розовая или фиолетовая окраска на бобах сои в ряде случаев была вызвана поражением грибами рода *Fusarium* (*F. culmorum*), а не *C. kikuchii*, у которой более резкая пурпурная окраска; шероховатые бурые пятна на листьях и створках бобов часто принадлежали септориозу, а не листовой форме *C. sojina*. Морщинистые семена и точечные серые пятна на них были связаны с зараженностью *Alternaria* и *Diaporthe*, а вдавленные некрозы на бобах – с антракнозом (*Colletotrichum*). Физиологическая



Рис. 4. Культуральные признаки возбудителей церкоспороза сои на среде КГА (10-е сутки роста): а – колония *Cercospora sojina*, характеризующаяся серо-оливковой бархатистой поверхностью и отсутствием пигментации в среде; б – колония *Cercospora kikuchii* с типичной розовато-винной каймой и выраженным красноватым пигментом, диффундирующем в агар

Культурально-морфологические признаки для *C. sojina* и *C. kikuchii* (на КГА, ~25 °C)

Признак	<i>Cercospora sojina</i>	<i>Cercospora kikuchii</i>	Комментарий для идентификации
Рост (динамика роста)	Динамика роста средняя, не достигает края чашки к 10 суткам	Динамика роста средняя, не достигает края чашки к 10 суткам	Рост схож у обоих видов
Форма и строение колонии	Колонии округлые, бархатистые, приподняты	Колонии округлые, бархатистые, приподняты, часто с «красноватой» каймой по краям	Края колонии <i>C. kikuchii</i> , могут иметь красноватый оттенок, в отличии от <i>C. sojina</i>
Окраска колонии на 10-е сутки	Мицелий от серовато-белого до оливково-серого, часто с розоватыми или пурпурными участками из-за выделения пигмента	Мицелий бело-розовый, красный, с возможным образованием бело-зеленоватые, розовые колонии	Контраст между сдержанной, землистой гаммой (серой, оливковой) у <i>C. sojina</i> и наличием ярких, «винных» оттенков в колонии <i>C. kikuchii</i>
Пигмент в среде (церкоспорин) и реверс колонии	Пигмент отсутствует; реверс темно-оливковый или черный	Выраженный красновато-пурпурный, желтый пигмент, иногда диффундирует в агар; реверс от красно-бурого до алого, реже бордового или фиолетового	Присутствие яркого пигмента – признак <i>C. kikuchii</i> ; его отсутствие признак в пользу <i>C. sojina</i>
Конидиеносцы	Светлые или в темно-бурых тонах, пучками	Аналогично иногда бывают бордового цвета	Признак вспомогательный (совпадает у многих <i>Cercospora</i>)
Форма и цвет конидий	Конидии гиалиновые (бесцветные), гладкие; по форме узкоцилиндрические (веретеновидные), часто слегка изогнутые; вершина заострена, основание усеченное с утолщенным хилумом	гиалиновые (бесцветные), гладкие; по форме очень узкие, нитевидно-игловидные (ацилярные), прямые или чуть изогнутые; основание усеченное, рубчик выражен. Легко можно спутать с мицелием	Нитиевидно-игловидная (ацилярная) форма конидий у <i>C. kikuchii</i> в противовес более широкой, веретеновидной или узкоцилиндрической у <i>C. sojina</i>
Конидии: размеры	Ширина 4–8 µm, длина 35–90 µm; перегородок 3–10 (иногда до 14)	Ширина 2–4.5 µm, длина 60–250 µm; перегородок 10–30 (часто указывают 0–22, но большее число тоже встречается)	У <i>C. kikuchii</i> конидии заметно «длиннее и тоньше»
Споруляция в культуре	Может быть обильной при подходящих условиях света/питания	Нестабильная	Споруляцию <i>C. sojina</i> в культуре, как правило, индуцировать легче, чем у <i>C. kikuchii</i> , который спорулирует слабо и непредсказуемо

мраморность, незрелость и механические повреждения также имитировали симптомы церкоспороза. В целом это объясняет, почему при отборе растительного материала с акцентом на церкоспороз параллельно был получен комплекс других возбудителей, что определяет необходимость крайне осторожной интерпретации полевых симптомов (**рис. 2, 3**).

По итогам исследований подготовлена справочная информация для первичного разграничения видов *C. sojina* и *C. kikuchii*, которая фокусируется на двух группах признаков: 1) культуральные признаки на картофельно-глюкозном агаре (КГА) (цвет колонии/реверса, наличие/интенсивность диффузного пигмента) (**рис. 4**), 2) морфология конидий (форма,

длина/ширина, число перегородок) (**рис. 5**). Использование данных характеристик позволяет систематизировать осмотр, быстро отсеять «визуальных двойников» (*Septoria*, *Diaporthe/Phomopsis*, *Colletotrichum* и др.) и оставлять молекулярное подтверждение для сложных случаев (**табл.**).

На картофельно-декстрозном агаре (КГА) при периодическом освещении (12/12) и температуре 25 °C изолятами, отнесенные к *C. kikuchii*, чаще формируют колонии с розово-красноватым реверсом и диффузным алым пигментом в агаре; конидии – очень узкие, игловидные, часто заметно вытянутые и длинные. Для *C. sojina* типичны серо-оливковые бархатистые колонии на питательной среде без пигмента в питательную

среду и веретеновидные конидии средней длины.

Точная видовая идентификация возбудителей церкоспороза имеет не только научное, но и практическое значение для агрономов и селекционеров. Диагностика присутствующего вида необходима в продукции, при ее экспорте, а также для селекционной работы по выведению устойчивых сортов. Хотя базовыми элементами защиты остаются агротехнические приемы, такие, как удаление растительных остатков и соблюдение севооборота, решающую роль в контроле заболевания играет применение химических средств. При выборе фунгицидов точная диагностика становится критически важной. По нашим предварительным данным выяснено, что спектр фунгицидов, эффективно подавляющих *C. kikuchii*, значительно уже, чем для *C. sojina*. Однако в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов» нет деления на виды, и рекомендации по применению препаратов даются для рода *Cercospora* в целом, без уточнений по видовой эффективности. Такая ситуация создает высокий риск выбора агрономом фунгицида, который не окажет должного действия против присутс-



Рис. 5. Морфология конидиального спороношения двух видов рода *Cercospora*, выделенных с семян сои: а – пучки конидиеносцев и ацилярные (игловидные) конидии *C. kikuchii*; б – веретеновидные (булавовидные) конидии *C. sojina*, отличающиеся большей шириной и меньшей длиной

твующего на поле вида, что приведет к непредвиденным затратам и потере урожая [10].

Выводы

Во многих регионах России, выращивающих сою, церкоспороз остается одним из наиболее распространенных заболеваний. Чаще всего болезнь связана с двумя возбудителями – *Cercospora sojina* и *Cercospora kikuchii*. Важно учитывать, что *C. kikuchii* относится к карантинным организмам, что повышает требования к точности диагностики и обращению с семенным ма-

териалом. Опора только на внешние признаки проявления заболевания нередко ведет к переоценке доли видов *Cercospora*: значимая часть «подозрительных» образцов связана с другими патогенами, что подчеркивает необходимость обязательной лабораторной диагностики. Предложенная справочная таблица с описанием признаков двух видов позволяет надежнее определить наличие церкоспороза: для *C. kikuchii* типичен красновато-бордовый пигмент в питательной среде и очень длинные игловидные конидии, а для

C. sojina – серо-оливковые бархатистые колонии без выраженного пигмента в среде и конидии средней длины. Представленный материал – практический гид по определению симптомов заражения грибами рода *Cercospora*. В дальнейшем планируется расширить географию обследований и провести более точный молекулярный анализ, с использованием мультилокусной типализацией по другим генам (напр., TEF1-α, ACT, GAPDH, RPB2).

Библиографический список

- Щегорец О.В., Адаменко С.В. Амурской области 165 лет: три эпохи земледелия, перспективы инновационного развития отрасли растениеводства // АПК России. 2024. Т. 31. №4. С. 515–526. DOI 10.55934/2587-8824-2024-31-4-515-526. EDN PLXMSW.
- Соя в мире и России: производство, внутреннее потребление, внешняя торговля: [Электронный ресурс]. ФАНУ «Востокгосплан», 2022. URL : <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/soja-v-mire-i-rossii-proizvodstvo-vnutrennee-potreblenie-vneshnjaja-torgovlia.pdf> Дата обращения: 8.10.2025.
- Spanner R., Neubauer J., Grusak M.A. [et al.]. Seedborne *Cercospora beticola* Can Initiate *Cercospora* Leaf Spot from Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Fruit Tissue. Phytopathology. 2022. Vol. 112. No5. Pp. 1016–1028. DOI 10.1094/PHYTO-03-21-0113-R. EDN HXUFWM.
- Survey of *Cercospora* leaf spot of spinach caused by *Cercospora beticola* in South Gujarat. Mm. Senta, Jr. Pandya, Rp. Pandya, Sh. Joshi. International Journal of Farm Sciences. 2023. Vol. 13. No2. Pp. 30–33. – DOI 10.5958/2250-0499.2023.00027.7. – EDN JWUGJT.
- Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2024 году. Фитосанитария. Карантин растений. 2025. №2(23). С. 2–16. – EDN OXZRWV.
- Barro J.P. et al. Frogeye leaf spot caused by *Cercospora sojina*: A review. Tropical plant pathology. 2023. Vol. 48. No4. Pp. 363–374.
- Turner R. E. et al. Effects of purple seed stain on seed quality and composition in soybean. Plants. 2020. Vol. 9. No8. P. 993.
- Поликсенова В. Д., Храмцов А. К., Пискус С. Г. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология» // Методы экспериментального изучения микроскопических грибов. Мин.: БГУ, 2004. 36 с.
- White T. J. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics // PCR protocols: a guide to methods and applications. 1990. Vol. 18. No1. Pp. 315–322.
- Кузнецова А.А., Сурина Т.А., Костин Н.К. Определение биологической эффективности fungицидов против карантинных возбудителей болезней зерновых, бобовых и масличных культур в лабораторных условиях // Фитосанитария. Карантин растений. 2025. №1(22). С. 15–25. DOI 10.69536/FKR.2025.42.94.002. EDN ZALFOG.
- Shchegorets O.V., Adamenko S.V. Amur Region is 165 years old: three periods of agriculture, prospects for innovative development of the crop production sector. AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA. 2024. No4. Pp. 515–526 (In Russ.).
- Soy in the World and in Russia: Production, Domestic Consumption, Foreign Trade [Electronic resource]. FANO "Vostokgospalan", 2022. [Web resource]. URL: <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/soja-v-mire-i-rossii-proizvodstvo-vnutrennee-potreblenie-vneshnjaja-torgovlia.pdf> Access date: 8.10.2025 (In Russ.).
- Spanner R., Neubauer J., Grusak M.A. [et al.]. Seedborne *Cercospora beticola* Can Initiate *Cercospora* Leaf Spot from Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Fruit Tissue. Phytopathology. 2022. Vol. 112. No5. Pp. 1016–1028. DOI 10.1094/PHYTO-03-21-0113-R. EDN HXUFWM.
- Survey of *Cercospora* leaf spot of spinach caused by *Cercospora beticola* in South Gujarat. Mm. Senta, Jr. Pandya, Rp. Pandya, Sh. Joshi. International Journal of Farm Sciences. 2023. Vol. 13. No2. Pp. 30–33. DOI 10.5958/2250-0499.2023.00027.7. EDN JWUGJT.
- National report on the quarantine phytosanitary state of the territory of the Russian Federation in 2024. Plant Health and Quarantine. 2025. No2. Pp. 2–16. (In Russ.)
- Barro J.P. et al. Frogeye leaf spot caused by *Cercospora sojina*: A review. Tropical plant pathology. 2023. Vol. 48. No4. Pp. 363–374.
- Turner R. E. et al. Effects of purple seed stain on seed quality and composition in soybean. Plants. 2020. Vol. 9. No8. P. 993.
- Poliksenova V.D., Khramtsov A.K., Piskun S.G. Methodological Guidelines for the Mycology Practicum. Methods of Experimental Study of Microscopic Fungi. Minsk. Belarusian State University. 2004. 36 p. (In Russ.).
- White T. J. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics // PCR protocols: a guide to methods and applications. 1990. Vol. 18. No1. Pp. 315–322.
- Kuznetsova A.A., Surina T.A., Kostin N.K. Determination of biological efficiency of fungicides against quarantine pests of grain, legume and oil crops in laboratory conditions. Plant Health and Quarantine. 2025. No1. Pp. 15–25. (In Russ.). <https://doi.org/10.69536/FKR.2025.42.94.002>

References

Об авторах

Костин Никита Константинович, аспирант, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, м.н.с., ФГБУ ВНИИКР. E-mail: kostinwork1@gmail.com. ORCID: 0009-0003-8066-0753

Белошапкина Ольга Олеговна, доктор с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. E-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru. ORCID: 0000-0002-8564-8142

Колесникова Татьяна Павловна, канд. биол. наук, в.н.с., Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: ktp227@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-3029-8621

Author details

Kostin N.K., postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, also Junior Researcher, All-Russian Plant Quarantine Center (VNIIKР). E-mail: kostinwork1@gmail.com. ORCID: 0009-0003-8066-0753

Beloshapkina O.O., D.Sci.(Agr.), professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (RSAU-MTAA). E-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru. ORCID: 0000-0002-8564-8142

Kolesnikova T.P., Cand. Sci. (Biol.), leading research fellow, Far Eastern State Agrarian University. E-mail: ktp227@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-3029-8621