

Микобиота сои как лимитирующий фактор экспортного потенциала Российской Федерации

ЦВЕТКОВА Ю. В.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ им. М. В. Ломоносова), г. Москва, Россия, 119991
ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В работе проведен анализ динамики производства сои в России, объемов экспорта и фитосанитарных требований основных стран – импортеров российской сои. В тройку стран, импортирующих российскую сою, входит Китайская Народная Республика, Республика Беларусь и Республика Казахстан. По результатам обследования посевов данной культуры на территории Алтайского края и Приморского края представлены экспериментальные данные о выявлении микобиоты, ассоциированной с растениями сои. Эти данные дополнены обобщенными литературными сведениями о фитопатогенах, получивших широкое распространение на территории страны, в частности на Дальнем Востоке – основном соеосеющем регионе России.

В ходе фитосанитарного мониторинга было отобрано 82 образца растений сои, выделено 239 изолятов культивируемых микромицетов, определен видовой состав с помощью морфологических (макро- и микропризнаки) и генетических (определение нуклеотидных последовательностей участка ITS1-5.8S-ITS2) методов. Описана видовая структура патогенного микоценоза вегетирующих растений сои, которая представлена грибами родов *Fusarium* (43%), *Alternaria* (23%), *Diaporthe* (6,5%), *Colletotrichum* (6,5%), *Sclerotinia* (4%) и др. Впервые на растениях сои на территории страны отмечены такие виды, как *Colletotrichum lineola* и *Colletotrichum incanum*. Еще одной находкой, выявленной в ходе обследования Алтайского края, является возбудитель фомопсиса сои – *Diaporthe cf. cucurbitae*. В статье приведены иллюстрации симптомов болезней, макро- и микроскопические характеристики основных фитопатогенов. Показано, что грибные патогены сои, регулируемые странами-импортерами, широко распространены в посевах сои Российской Федерации, что может отрицательно сказываться на возможностях экспорта.

Ключевые слова. Микозы сои, фитопатогенные грибы, *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, фитосанитария.

Soybean mycobiota as a limiting factor in the export potential of the Russian Federation

YULIA V. TSVETKOVA

All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU "VNIICR"), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150 Lomonosov Moscow State University (MSU), Moscow, Russia, 119991
ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail.ru

ABSTRACT

The paper analyzes the dynamics of soybean production in Russia, export volumes and phytosanitary requirements of the main countries importing Russian soybeans. The top three countries importing Russian soybeans include the People's Republic of China, the Republic of Belarus and the Republic of Kazakhstan. Based on the results of a survey of this crop in Altai Krai and Primorsky Krai, experimental data on the detection of mycobiota associated with soybean plants are presented. These data are supplemented by generalized literary information on phytopathogens that have become widespread in the country, in particular in the Far East – the main soybean-growing region of Russia.

During the phytosanitary monitoring, 82 samples of soybean plants were selected, 239 isolates of cultivated micromycetes were isolated, and the species composition was determined using morphological (macro- and microcharacters) and genetic (determination of nucleotide sequences of the ITS1-5.8S-ITS2 region) methods. The species structure of the pathogenic mycocenosis of vegetative soybean plants, which is represented by fungi of the genera *Fusarium* (43%), *Alternaria* (23%), *Diaporthe* (6,5%), *Colletotrichum* (6,5%), *Sclerotinia* (4%) etc., is described. Such species as *Colletotrichum lineola* as *Colletotrichum incanum* have been reported for the first time on soybean plant in Russia. Another detection made during the survey of the Altai Krai is *Diaporthe cf. cucurbitae*. The article provides illustrations of the disease symptoms, macro- and microscopic characters of the main phytopathogens. It is shown that fungal pathogens of soybeans, regulated by importing countries, are widespread in soybean crops in the Russian Federation, which may negatively affect export opportunities.

Key words. Soybean mycoses, phytopathogenic fungi, *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, phytosanitary.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время соя занимает 5-е место по площади возделывания в доле посевных площадей страны, уступая лишь пшенице, ячменю, кормовым культурам и подсолнечнику. За 14 лет доля сои в посевах увеличилась в 3,57 раза, обогнав кукурузу, картофель и другие культуры, в том числе зернобобовые (см. табл. 1; см. рис. 1).

Увеличение доли сои в структуре посевных площадей связано с рядом факторов:

1. Высокая рентабельность.
2. Высокая пластичность. Ареал сои широк, культуру возделывают в 70 странах мира на пяти континентах в умеренном, субтропическом и тропическом поясах (Петибская, 2012). В Государственном реестре сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, зарегистрировано 374 сорта сои различных эко-типов, рекомендованных к возделыванию во всех регионах, кроме Северного (см. табл. 3) (Госсорт-реестр, 2025).
3. Хороший предшественник. Сою можно возвращать на поле спустя 2–3 года, она является хорошим предшественником для большинства культур (кроме бобовых, с которыми имеется много общих заболеваний и вредителей).
4. Способность к азот-фиксации. Соя относится к бобовым культурам, для которых характерно наличие симбиотических бактерий в их корневой системе, обеспечивающих ассимиляцию азота, что способствует питанию сои и накоплению азота в почве, что в итоге может снизить использование азотных удобрений.

5. Биохимический состав. Соя отличается высоким содержанием витаминов группы В, белка и масла (Поморова, 2023). Белковая фракция включает незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, триптофан), а масло содержит оптимальное соотношение жирных кислот и содержит высокую долю полиненасыщенных незаменимых жирных кислот (линоленовая и линолевая) (Петибская, 2012). Обработка семян биологическими препаратами, содержащими высокоэффективные штаммы азотфиксирующих бактерий, позволяет увеличить продуктивность и улучшить биохимические показатели состава семян, увеличивая выход белка.

INTRODUCTION

Currently, soybeans occupy 5th place in terms of cultivation area in the share of Russian sown areas, second only to wheat, barley, forage crops and sunflower. Over 14 years, the share of soybeans in crops has increased by 3.57 times, overtaking corn, potatoes and other crops, including legumes (Table 1, Fig. 1).

The increase in the share of soybeans in the structure of sown areas is associated with some factors:

1. High profitability.
2. High plasticity. The range of soybeans is wide, the crop is cultivated in 70 countries of the world, on five continents in the temperate, subtropical and tropical zones (Petibskaya, 2012). In the State Register of Varieties and Hybrids of Agricultural Plants Approved for Use, 374 soybean varieties of various ecotypes are registered, recommended for cultivation in all regions except the Northern (Table 3) (State Register, 2025).
3. Good predecessor. Soybeans can be returned to the field after 2–3 years, it is a good predecessor for most crops (except legumes, which have many common diseases and pests).
4. Nitrogen fixation ability. Soybeans are legumes characterized by the presence of symbiotic bacteria in their root system that provide nitrogen assimilation, which contributes to the nutrition of soybeans and the

Табл. 1. Площади возделывания сельскохозяйственных культур (Росстат, 2024)

Table 1. Cultivation areas of agricultural crops (Rosstat, 2024)

№ п/п	Возделываемая культура	Cultivated crop	2010 г., тыс. га thousand ha	2024 г., тыс. га thousand ha
1	пшеница озимая и яровая	winter and spring wheat	26 623	28 523
2	кормовые культуры	forage crops	18 046	12 474
3	подсолнечник на зерно	sunflower for grain	7159	9794
4	ячмень озимый и яровой	winter and spring barley	7214	6942
5	соя	soybeans	1209	4327
6	зернобобовые культуры	grain legumes	1305	3888
7	рапс (озимый и яровой)	rape (winter and spring)	857	2740
8	кукуруза на зерно	corn for grain	1410	2696
9	овес	oats	2900	1683
10	сахарная свекла	sugar beet	1159	1169
11	гречиха	buckwheat	1080	1104
12	картофель	potatoes	1948	1021
13	рожь озимая и яровая	winter and spring rye	1762	631
14	овощи	vegetables	603	473
15	плодово-ягодные насаждения	fruit and berry plantings	486	435
16	просо	millet	521	284,4
17	рис	rice	203	208,9
18	тритикале озимая и яровая	winter and spring triticale	165	96,4
19	лен-долгунец	fiber flax	51	39,8

6. Широкое использование с малым количеством отходов. Соя является как высокобелковой, так и высокомасличной культурой. Содержание белка и масла в семенах может достигать ~50 и ~27% соответственно. Продукты переработки сои (жмых, шрот) идут на кормовые цели в животноводстве. Сою также используют для косметологических и фармакологических целей (Литвиненко, 2023; Лаврентьева, 2024).

Российская Федерация является крупнейшим производителем сои и входит в десятку лидеров по возделыванию данной культуры. Несмотря на высокую потенциальную продуктивность, в среднем урожайность сои составляет 1,9 т/га, в то время как в Турции, Италии, Бразилии, США данный показатель достигает 4,2; 3,5; 3,4; 3,3 т/га соответственно (ФАО, 2023, 2024). По данным на 2023 г., валовый сбор сои в России достиг 6,6 млн тонн (см. табл. 2).

Лидерами по производству сои являются Центральный федеральный округ – 3574,3 тыс. тонн, Дальневосточный федеральный округ – 1916,5 тыс. тонн (см. табл. 3).

Важной особенностью российской сои является отсутствие генных модификаций, что делает ее наиболее востребованной на мировом рынке (№ 454-ФЗ, 2021; № 358-ФЗ, 2016).

Соесеяние является перспективным направлением, которое позволяет наращивать экспортный потенциал Российской Федерации. В последние несколько лет российская соя экспортируется в более чем 20 стран, объемы экспорта за 2022–2023 гг. составили 2547 млн тонн. В табл. 4 представлены основные страны – импортеры сои (без учета продуктов переработки – жмыха, шрота).

Основными импортерами российской сои являются КНР, Беларусь и Казахстан.

Вместе с тем каждая страна предъявляет ряд фитосанитарных требований, без исполнения которых невозможен экспорт продукции. Ниже приведены карантинные перечни видов стран-импортеров, ассоциированных с растениями сои. Страны ЕС и ЕАЭС (Казахстан, Беларусь и др.) имеют схожие

Табл. 2. Производство сои в мире (ФАО, 2023)

Table 2. Soybean production in the world (FAO, 2023)

№ п/п	Страна	Country	Площадь, тыс. га Area, thousand ha	Валовый сбор, тыс. тонн Gross harvest, thousand tons
1	Бразилия	Brazil	44 447,6	152 144,2
2	США	USA	33 348,6	113 343,4
3	Аргентина	Argentina	14 356,9	25 044,9
4	Индия	India	13 084,1	14 984,9
5	Китай	China	9984,6	19 496,3
6	Парагвай	Paraguay	3608,0	10 197,0
7	Россия	Russia	3500,0	6600,0
8	Канада	Canada	2 261 200	6980,5
9	Украина	Ukraine	1 834 000	4742,6
10	Боливия	Bolivia	1 824 029	3670,5

accumulation of nitrogen in the soil, which can ultimately reduce the use of nitrogen fertilizers.

5. Biochemical composition. Soybeans have a high content of B vitamins, protein and oil (Pomorova, 2023). The protein fraction includes essential amino acids (lysine, threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, tryptophan), and the oil contains an optimal ratio of fatty acids and contains a high proportion of polyunsaturated essential fatty acids (linolenic and linoleic) (Petibskaya, 2012). Seed treatment with biological preparations containing highly effective strains of nitrogen-fixing bacteria can increase productivity and improve the biochemical parameters of seed composition, increasing protein yield.

6. Wide use with low waste. Soybean is both a high-protein and high-oil crop. The protein and oil content in seeds can reach ~50 and ~27%, respectively. Soybean processing products (cake, meal) are used for feed purposes in animal husbandry. Soybeans are also used for cosmetic and pharmacological purposes (Litvinenko, 2023; Lavrentyeva, 2024).

The Russian Federation is the largest soybean producer and is among the top ten leaders in the cultivation of this crop. Despite the high potential productivity, the average soybean yield is 1.9 t/ha, while in Turkey, Italy, Brazil, the USA this figure reaches 4.2; 3.5; 3.4; 3.3 t/ha, respectively (FAO, 2023, 2024). According to 2023 data, the gross soybean harvest in Russia reached 6.6 million tons (Table 2).

The leaders in soybean production are the Central Federal District – 3574.3 thousand tons and the Far Eastern Federal District – 1916.5 thousand tons (Table 3).



Рис. 1. Динамика доли посевных площадей, занимаемых соей на территории РФ

Fig. 1. Dynamics of the share of sowing areas occupied by soybeans in the territory of the Russian Federation

Табл. 3. Регионы возделывания сои в России (Росстат, 2024)
Table 3. Soybean cultivation regions in Russia (Rosstat, 2024)

№ п/п	Регион	Region	Федеральный округ Federal District	Валовый сбор, тыс. тонн, 2023 г. Gross harvest, thousand tons, 2023	Валовый сбор, тыс. тонн, 2024 г. Gross harvest, thousand tons, 2024	Количество сортов, рекомендуемых Госсортреестром Number of varieties recommended by the State Register of Varieties
1	Амурская область	Amur Oblast	Дальне- восточный Far Eastern	1428,7	1398,6	135
2	Еврейская автономная область	Jewish Autono- mous Region		169,5	156,9	135
3	Приморский край	Primorsky Krai		369,3	211,5	135
4	Белгородская область	Belgorod Oblast	Центральный Central	731,3	520,3	156
5	Брянская область	Bryansk Oblast		65,5	100,6	36
6	Воронежская область	Voronezh Oblast		440,1	452,1	156
7	Курская область	Kursk Oblast		872,7	793,1	156
8	Липецкая область	Lipetsk Oblast		344,6	354,5	156
9	Орловская область	Oryol Oblast		332,6	413,6	36
10	Рязанская область	Ryazan Oblast		2085	251,9	36
11	Тамбовская область	Tambov Oblast		439	513,9	156
12	Тульская область	Tula Oblast		114	148,8	36
13	Краснодарский край	Krasnodar Krai	Южный Southern	3272,9	222,4	109
14	Алтайский край	Altai Krai	Сибирский Siberian	271,1	449,1	24
15	Саратовская область	Saratov Oblast	Приволжский Volga Federal District	92,7	125,8	58
16	Пензенская область	Penza Oblast		141,5	181,9	58

списки, и среди карантинных видов, паразитирующих на сое, отмечен единственный вид – *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner.

Турция: *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gams.

Китай: *Diaporthe phaseolorum* (Cooke et Ell.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, *Fusarium oxysporum* (в том числе *fusarium oxysporum* f. sp. pisi (Linford) Snyder & Hansen), *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, *Diaporthe longicolla* (Hobbs) J.M. Santos, Vrandecic & A.J.L. Phillips, *Phoma exigua* Desm., *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold, *Verticillium dahlia* Kleb., *Phytophthora sojae* Kaufmann et Gerdemann, *Cylindrocylindrium parasiticum* Crous, Wingfield et Alfenas, *Didymella pinodella* (L.K. Jones), *Fusarium virguliforme* O' Donnell et T.Aoki, *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gam.

Несмотря на то что в карантинном перечне ЕС отсутствуют виды *D. longicolla* и *D. phaseolorum*, они внесены в перечень некарантинных регулируемых видов (Регламент Комиссии (ЕС) 2019/2072, 2019).

Япония: *F. oxysporum* f. sp. pisi, *Phytophthora phaseoli* Thaxt.

Чили: *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore.

Египет: *Colletotrichum dematium* (Pers.) Grove, *C. truncatum*, *D. phaseolorum*, *Sclerotinia sclerotiorum* (S. sclerotiorum (Lib.) de Bary) V. dahlia, *C. parasiticum* («Фитосанитарные требования стран-импортеров», сайт Россельхознадзора, IndexFungorum, 2025).

An important feature of Russian soybeans is the absence of genetic modifications, which makes them the most in demand on the world market (No. 454-FZ, 2021; No. 358-FZ, 2016).

Soybean cultivation is a promising area that allows increasing the export potential of the Russian Federation. In the last few years, Russian soybeans have been exported to more than 20 countries, the export volumes for 2022–2023 amounted to 2,547 million tons. Table 4 presents the main soybean importing countries (excluding processed products: cake, meal).

The main importers of Russian soybeans are China, Belarus and Kazakhstan.

At the same time, each country imposes some phytosanitary requirements, without the fulfillment of which it is impossible to export products. Below are the quarantine lists of species of importing countries associated with soybean plants. The EU and EAEU countries (Kazakhstan, Belarus, etc.) have similar lists and among the quarantine species parasitizing on soybeans, only one species is noted – *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner.

Turkey: *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gams

China: *Diaporthe phaseolorum* (Cooke et Ell.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, *Fusarium*

Табл. 4. Экспорт сои из России
Table 4. Soybean export from Russia

№ п/п	Страны-импортеры	Importing countries	Импорт, тыс. т Import, thousand tons
1	Китайская Народная Республика	People's Republic of China	1325,04
2	Республика Беларусь	Republic of Belarus	151,8
3	Республика Казахстан	Republic of Kazakhstan	87,8
4	Турецкая Республика	Republic of Turkey	21,35
5	Латвийская Республика	Republic of Latvia	8,27
6	Республика Корея	Republic of Korea	4,13
7	Королевство Нидерландов	Kingdom of the Netherlands	3,54
8	Федеративная Республика Германия	Federal Republic of Germany	3,53
9	Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	2,81
10	Королевство Швеция	Kingdom of Sweden	2,31
11	Киргизская Республика	Kyrgyz Republic	1,74
12	Япония	Japan	1,09
13	Монголия	Mongolia	0,473
14	Республика Армения	Republic of Armenia	0,26
15	Арабская Республика Египет	Arab Republic of Egypt	0,012
16	Республика Чили	Republic of Chile	0,000084

Важно отметить существующие различия в национальных требованиях к семенному материалу и продовольственной продукции. Так, виды, перечисленные выше отмечены в «Каталоге карантинных вредных организмов для растений, импортируемых в КНР» (Карантинные требования к импорту растений или растительной продукции в Китайскую Республику, 2024). Для сои, предназначенной для переработки и не предназначенной для культивации, действует другой регламент, обозначенный в «Фитосанитарных требованиях к сое, кукурузе, заливному рису и рапсу, ввозимым из Российской Федерации», куда входят *D. phaseolorum* var. *caulivora*, *P. longicolla*, *Ph. sojae*, *V. albo-atrum*, *V. dahliae*. При этом территория производства сои, а также кукурузы и заливного риса ограничивается Хабаровским, Приморским и Забайкальским краями, Амурской областью и Еврейской автономной областью («Фитосанитарные требования к сое, кукурузе, заливному рису и рапсу, ввозимым из Российской Федерации», 2016). В связи с этим оценка и прогнозирование динамики распространения патогенных видов также представляет собой значимую научно-практическую задачу.

Целью данного исследования являлось изучение видового разнообразия фитопатогенов сои, имеющих фитосанитарное значение, на территории отдельных регионов России.

Ниже будут рассмотрены основные возбудители заболеваний сои, которые были выявлены на территории Российской Федерации в результате полевых исследований и анализа литературных данных.

oxysporum (incl. *fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* (Linford) Snyder & Hansen), *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, *Diaporthe longicolla* (Hobbs) J.M. Santos, Vrandecic & A.J.L. Phillips, *Phoma exigua* Desm., *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold, *Verticillium dahlia* Kleb., *Phytophthora sojae* Kaufmann et Gerdemann, *Cylindrocladium parasiticum* Crous, Wingfield et Alfenas, *Didymella pinodella* (L.K. Jones), *Fusarium virguliforme* O' Donnell et T.Aoki, *Phialophora gregata* (Allington et Chamberlain) W.Gam.

Although the EU quarantine list does not include the species *D. longicolla* and *D. phaseolorum*, they are included in the list of non-quarantine regulated species (Commission Regulation (EU) 2019/2072, 2019).

Japan: *F. oxysporum* f. sp. *pisi*, *Phytophthora phaseoli* Thaxt.

Chile: *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore

Egypt: *Colletotrichum dematium* (Pers.) Grove, *C. truncatum*, *D. phaseolorum*, *Sclerotinia sclerotorum* (S. *sclerotiorum* (Lib.) de Bary) *V. dahlia*, *C. parasiticum* (Phytosanitary requirements of importing countries, Rosselkhoz-nadzor website, IndexFungorum, 2025).

It is important to note the existing differences in national requirements for seed material and food products. Thus, the species listed above are noted in the "Catalogue of quarantine pests for plants imported into the PRC" (Quarantine requirements for the import of plants or plant products into the Republic of China, 2024). For soybeans intended for processing and not intended for cultivation, another regulation applies, indicated in the "Phytosanitary requirements for soybeans, corn, flooded rice and rapeseed imported from the Russian Federation", which includes *D. phaseolorum* var. *caulivora*, *P. longicolla*, *Ph. sojae*, *V. albo-atrum*, *V. dahliae*. At the same time, the territory of soybean production, as well as corn and flooded rice, is limited to Khabarovsk Krai, Primorsky Krai, Zabaikalsky Krai, Amur Oblast and the Jewish Autonomous Oblast (Phytosanitary requirements for soybeans, corn, flooded rice and rapeseed imported from the Russian Federation, 2016). In this regard, assessing and forecasting the dynamics of the spread of pathogenic species is also a significant scientific and practical task.

The aim of this study was to investigate the species diversity of soybean phytopathogens of phytosanitary importance in certain regions of Russia.

Below will be considered the main pathogens of soybean diseases that were identified in the territory of the Russian Federation as a result of field research and analysis of literary data.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лабораторные исследования проводились в ФГБУ «ВНИИКР», в лаборатории микологии. В период июнь – август 2021 г. были проведены обследования полей Приморского края совместно с сотрудниками Приморского филиала ФГБУ «ВНИИКР» (Хорольский, Черниговский, Уссурийский районы, Артемовский городской округ) и Алтайского края (Первомайский, Алтайский, Петропавловский, Чарышский, Солонешенский районы) совместно с сотрудниками Алтайского филиала ЦОКЗ, в ходе которых были собраны образцы растений сои (см. рис. 2).

Выделение грибов из растительного материала проводили по стандартной методике с использованием классических биологических методов – влажной камеры и питательной среды (картофельно-глюкозный агар 2%) (Благовещенская, 2017; «Методические рекомендации...», 2022). Определение грибов проводили по культурально-морфологическим характеристикам, видовую принадлежность подтверждали определением нуклеотидных последовательностей участков внутренних транскрибируемых спейсеров ITS1-5.8S-ITS2 с универсальными праймерами ITS5/ITS4. Для возбудителей антракноза были дополнительно определены последовательности участков гена бета-тубулина (β -tub), хитин синтазы 1 (CHS1), актина (ACT), гистона (HIS3) и глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназы (GAPDH). ДНК выделяли из отобранного мицелия чистых культур набором «Фитосорб» производства ООО «НПФ Синтол» (Россия), амплификацию проводили с температурой отжига 52 °C (для ITS) на термоджеле T100 Touch Thermal Cycler (Bio-Rad, США),

MATERIALS AND METHODS

Laboratory studies were carried out in the mycology laboratory at FGBU «VNIICR». In the period June – August 2021, surveys of the fields of Primorsky Krai were carried out jointly with employees of the Primorsky branch of FGBU «VNIICR» (Khorolsky, Chernigovsky, Ussuriysky districts, Artemovsky urban district) and Altai Krai (Pervomaysky, Altaisky, Petropavlovsky, Charyshsky, Soloneshensky districts) together with employees of the Altai branch of the Central Health Center, during which samples of soybean plants were collected (Fig. 2).

Fungi were isolated from plant material using a standard technique by classical biological methods – a moist chamber and a nutrient medium (potato dextrose agar 2%) (Blagoveshchenskaya, 2017; Methodical recommendations 2022). Fungi were identified based on their cultural and morphological characters; species identity was confirmed by determining the nucleotide sequences of the internal transcribed spacers ITS1-5.8S-ITS2 with universal primers ITS5/ITS4. For anthracnose pathogens, sequences of the beta-tubulin (β -tub), chitin synthase 1 (CHS1), actin (ACT), histone (HIS3), and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (GAPDH) gene regions were additionally determined. DNA was isolated from the selected mycelium of pure cultures using the PhytoSorb kit manufactured by NPF Synthol (Russia), amplification was carried out with an annealing temperature of 52 °C (for ITS) on a T100 Touch Thermal Cycler (Bio-Rad, USA), visualization of the products was carried out by electrophoresis in 1% agarose gel using the ChemiDoc XRS+ gel-documenting system (BioRad, USA). Then, the samples were purified from the reaction mixture and sequencing was performed according to Sanger on a 3500 Applied Biosystems genetic analyzer. After determination, the

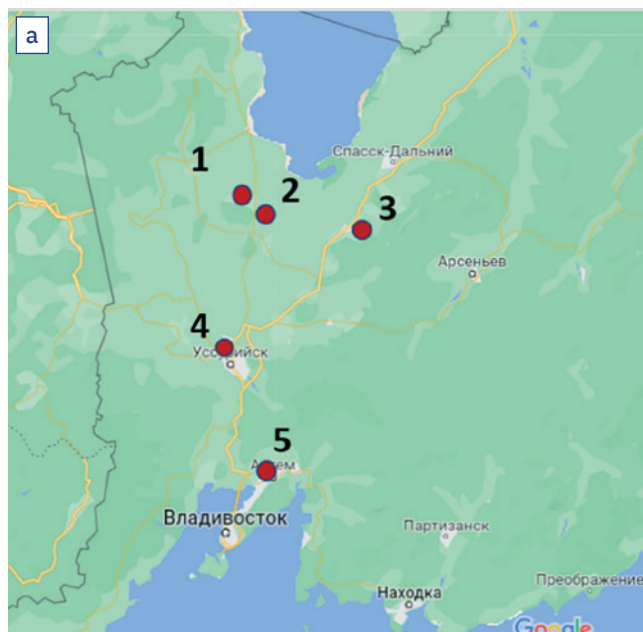


Рис. 2. Места отбора образцов в Приморском (а) и Алтайском (б) краях. 1, 2 – Хорольский район, 3 – Черниговский район, 4 – Уссурийский район, 5 – Артемовский городской округ, 6 – Первомайский район, 7 – Алтайский район, 8 – Петропавловский район, 9 – Чарышский район, 10 – Солонешенский район

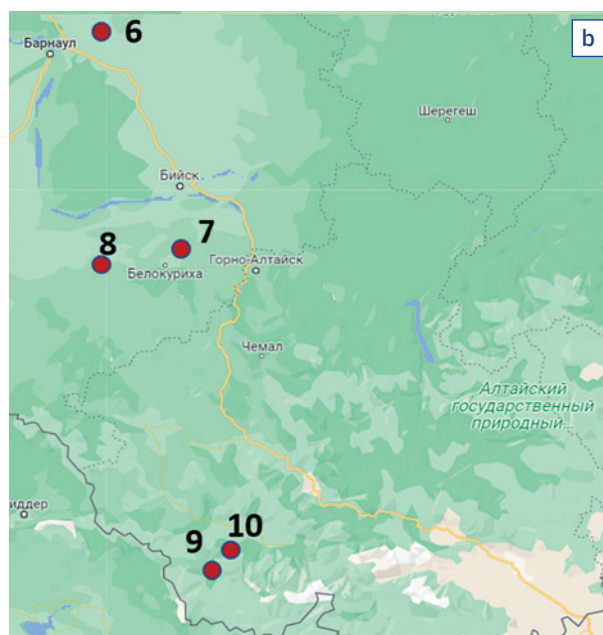


Fig. 2. Sampling locations in Primorsky Krai (a) and Altai (b) Krai. 1, 2 – Khorolsky District, 3 – Chernigov District, 4 – Ussuriysky District, 5 – Artemovsky Urban District; 6 – Pervomaysky District, 7 – Altaisky District, 8 – Petropavlovsky District, 9 – Charyshsky District, 10 – Soloneshensky District

визуализацию продуктов осуществляли методом электрофореза в 1%-м агарозном геле с использованием гель-документирующей системы ChemiDoc XRS+ (BioRad, США). Далее образцы очищали от реакционной смеси и проводили секвенирование по Сэнгеру на генетическом анализаторе 3500 Applied Biosystems. После определения полученные последовательности обрабатывали в BioEdit, сравнивали с базой данных в GenBank NCBI, анализ осуществляли в программе MEGA 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Приморском крае было отобрано 34 образца сои в виде вегетирующих растений на стадии образования бобов с симптомами поражения, в Алтайском крае – 48 образцов. После анализа образцов было выделено 239 изолятов мицелиальных культивируемых грибов: 136 изолятов из Алтайского края, 103 – из Приморского края.

Уссурийский и Черниговский районы Приморского края, согласно Кеппену (Köppen–Geiger Climate Classification, 2025), относятся к территориям с теплым влажным континентальным климатом с выраженным муссонным влиянием (Dwb), Хорольский район имеет континентальный климат с теплым влажным летом (Dwc). Июль 2021 г. характеризовался аномально жаркими температурами. В среднем по ДФО аномалия температуры составила +1,99 °C (Мезенцева, 2022; Gismeteo, 2021). Температуры достигали 35–40 °C, что сочеталось с отсутствием осадков на протяжении полутора месяцев (см. табл. 5).

obtained sequences were processed in BioEdit, compared with the database in GenBank NCBI, the analysis was carried out in the MEGA 10 program.

RESULTS AND DISCUSSION

In Primorsky Krai, 34 soybean samples were collected in the form of vegetative plants at the stage of bean formation with symptoms of damage, in Altai Krai – 48 samples. After analyzing the samples, 239 isolates of mycelial cultivated fungi were isolated: 136 isolates from Altai Krai, 103 from Primorsky Krai.

According to Köppen (Köppen–Geiger Climate Classification, 2025), the Ussuri and Chernigov districts of Primorsky Krai belong to areas with a warm, humid continental climate with a pronounced monsoon influence (Dwb), the Khorol district has a continental climate with a warm, humid summer (Dwc). July 2021 was characterized by abnormally hot temperatures. On average, the temperature anomaly in the Far Eastern Federal District was +1.99 °C (Mezentseva, 2022; Gismeteo, 2021). Temperatures reached 35–40 °C, which was combined with the absence of precipitation for one and a half months (Table 5).

The steppe region of Altai Krai (Petrovskiy) is classified as dry, steppe, cold (BSk); the plain and forest-steppe regions (Pervomaysky, partially Altaisky) are continental, without a dry season with warm summers (Dfb); the foothill and mountain regions (Charyshsky, Solonshensky) are continental with warm or cold summers (Dfb/Dfc) (Table 5).

The largest share of the total number of isolates of the pathocomplex of micromycetes is occupied by

Табл. 5. Основные климатические показатели изучаемых районов

Table 5. Main climatic indicators of the studied areas

Table 5. Main climatic indicators of the studied areas			Средняя температура июнь – август 2003–2023 гг., °C Average temperature June-August 2003–2023, °C	Средняя температура июнь – август 2021 г., °C Average temperature June-August 2021, °C	Среднее количество осадков июнь – август 2003–2023 гг., мм Average precipitation June-August 2003–2023, mm	Среднее количество осадков июнь – август 2021 г., мм Average precipitation June-August 2021, mm	Источник Source
№ п/п	Район	District					
ПРИМОРСКИЙ КРАЙ PRIMORSKY KRAI							
1	Хорольский	Khorolsky	+18,5	+19,1	450	420	Примгидромет Primhydromet, Nasa Power climate data, gismeteo, Weather Spark
2	Черниговский	Chernigovsky	+19,0	+19,5	500	460	
3	Уссурийский	Ussuriysky	+19,2	+19,8	520	480	
4	Артёмовский г. о.	Artemovsky urban district	+18,0	+18,6	550	500	
АЛТАЙСКИЙ КРАЙ ALTAI KRAI							
5	Первомайский	Pervomaysky	+19,5	+20,3	250	210	Алтайский ЦГМС Altai Central Hydrometeorological Center, climate data, gismeteo, RP5, Weather Spark
6	Алтайский	Altaisky	+18,0	+18,7	350	320	
7	Петропавловский	Petrovavlovsky	+20,0	+21,0	200	180	
8	Чарышский	Charyshsky	+16,5	+17,2	400	370	
9	Солонешенский	Soloneshensky	+15,0	+15,8	450	420	

Табл. 6. Доля возбудителей заболеваний в патокмлексе агроценозов сои Алтайского и Приморского краев

Table 6. The share of pathogens in the pathocomplex of soybean agrocnoses in Altai Krai and Primorsky Krai

№ п/п	Возбудитель Pathogen	Приморский край, % Primorsky Krai, %	Алтайский край, % Altai Krai, %
1	<i>Fusarium</i> spp.	45,63	39,76
2	<i>Alternaria</i> spp.	15,5	30,82
3	<i>Diaporthe</i> spp.	11,65	1,47
4	<i>Colletotrichum</i> spp.	1,96	11,14

Табл. 7. Встречаемость различных видов рода *Fusarium* при обследовании посевов сои двух регионов России

Table 7. Occurrence of different species of the genus *Fusarium* during the survey of soybean crops in two regions of Russia

Вид возбудителя Pathogen species	Алтайский край, % Altai Krai, %	Приморский край, % Primorsky Krai, %
<i>Fusarium avenaceum</i>	11,43	20
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	31,43	13,33
<i>Fusarium oxysporum</i>	5,71	6,67
<i>Fusarium equiseti</i>	20	13,33
<i>Fusarium acuminatum</i>	29,41	30
<i>Fusarium graminearum</i>	-	16,67
<i>Fusarium tricinctum</i>	2,94	-

Степной район Алтайского края (Петропавловский) классифицируется как сухой, степной, холодный (BSk); равнинные и лесостепные районы (Первомайский, частично Алтайский) – континентальный, без сухого сезона с теплым летом (Dfb); предгорные и горные (Чарышский, Солонешенский) – континентальный с теплым или холодным летом (Dfb/Dfc) (см. табл. 5.).

Наибольшую долю от общего числа выделенных изолятов патокмлекса микромицетов занимают грибы рода *Fusarium* – 43%, далее следуют *Alternaria* – 23%, *Diaporthe* – 6,5%, *Colletotrichum* – 6,5%, *Sclerotinia* – 4%. Остальные 17% представлены видами, относящимися к р. *Septoria* spp., *Aspergillum* spp., *Penicillium* spp., *Epicoccum* spp. (в том числе *E. nigrum*), *Myrothecium* sp., *Botrytis* sp. (в том числе *B. cinerea*), *Cladosporium* spp., *Cercospora* sp., *Trichoderma* spp. и виды *Clonostachys rosea*, *Nigrospora oryzae*, *Biscogniauxia mediterranea*, *Sarocladium strictum*. (см. табл. 6; см. рис. 9–10).

Возбудители фузариоза, выявленные в ходе обследований и вызывающие поражения сои, являются доминирующими в обоих регионах (см. табл. 6; см. рис. 3). Видовой состав возбудителей фузариоза в Приморском крае представлен: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc, *F. sporotrichioides* Sherb., *F. oxysporum* Schlecht., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. acuminatum* Ellis & Everh., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. graminearum* Schwabe. В образцах Алтайского края видовой состав аналогичный, за исключением *F. graminearum*

fungi of the genus *Fusarium* – 43%, followed by – *Alternaria* – 23%, *Diaporthe* – 6,5%, *Colletotrichum* – 6,5%, *Sclerotinia* – 4%. The remaining 17% are represented by species belonging to *Septoria* spp., *Aspergillum* spp., *Penicillium* spp., *Epicoccum* spp. (including *E. nigrum*), *Myrothecium* sp., *Botrytis* sp. (including *B. cinerea*), *Cladosporium* spp., *Cercospora* sp., *Trichoderma* spp. and the species *Clonostachys rosea*, *Nigrospora oryzae*, *Biscogniauxia mediterranea*, *Sarocladium strictum*. (Table 6, Fig. 9–10).

The causative agents of fusarium wilt identified during the surveys and causing soybean lesions are dominant in both regions (Table 6, Fig. 3). The species composition of fusarium pathogens in Primorsky Krai is represented by: *F. avenaceum* (Fr.) Sacc, *F. sporotrichioides* Sherb., *F. oxysporum* Schlecht., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. acuminatum* Ellis & Everh., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. graminearum* Schwabe. In the samples of Altai Krai, the species composition is similar with the exception of *F. graminearum* (Table 7). The predominant species in both regions is *F. acuminatum*, for Altai Krai, *F. sporotrichioides* is also often detected. Isolates were obtained from the above-ground parts of soybean plants.

In different years (Gorobey, 2011; Dudchenko, 2023; Zaostrovnykh, 2018; Orina, 2019, Saenko, 2022) in the Far East were noted *F. oxysporum*, *F. semitectum* Berk. et Rav., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. avenaceum*, *F. gibbosum* App. et emend. Bilai, *F. moniliforme* Sheldon, *F. sambucinum*, Fuckel. *F. poae* (Peck)

Wollenw., *F. acuminatum*, *F. equiseti*., *F. graminearum*, *F. proliferatum* (Matsush.).

The number of detections of fungi of the genus *Alternaria* differs by region by 2 times, the species composition is represented by species: *A. alternata*, *A. tenuissima* (Fig. 9, 10).

The infestation of soybean plants with anthracnose in Primorsky Krai was ~2%, in Altai Krai – 9.56%. (Fig. 4.) Fungi isolated from samples in Altai Krai belong to the species *C. incanum* H.C. Yang, Haudensh. & G.L. Hartm. и *C. lineola* Corda. Only isolates of *C. lineola* were isolated from samples from Primorsky Krai. *C. incanum* was detected in soybean crops in Russia for the first time (Tsvetkova, 2022). Currently, the species has a limited distribution in the world; a few detections of *C. incanum* are known in the USA, Canada, and Japan (Yang, 2014). This species was detected relatively recently, in 2014. It was first isolated from Japanese daikon (*Raphanus sativus*) and was initially identified as *C. dematium* due to morphological similarities. Sequence analysis of CHS, ACT, ITS, and TUB gene regions showed that this species belongs to the *C. spaethianum* species complex. The species affects soybeans, tomatoes, beans, garden radishes, and thale cress (Jayawardena, 2016, Yang, 2014).

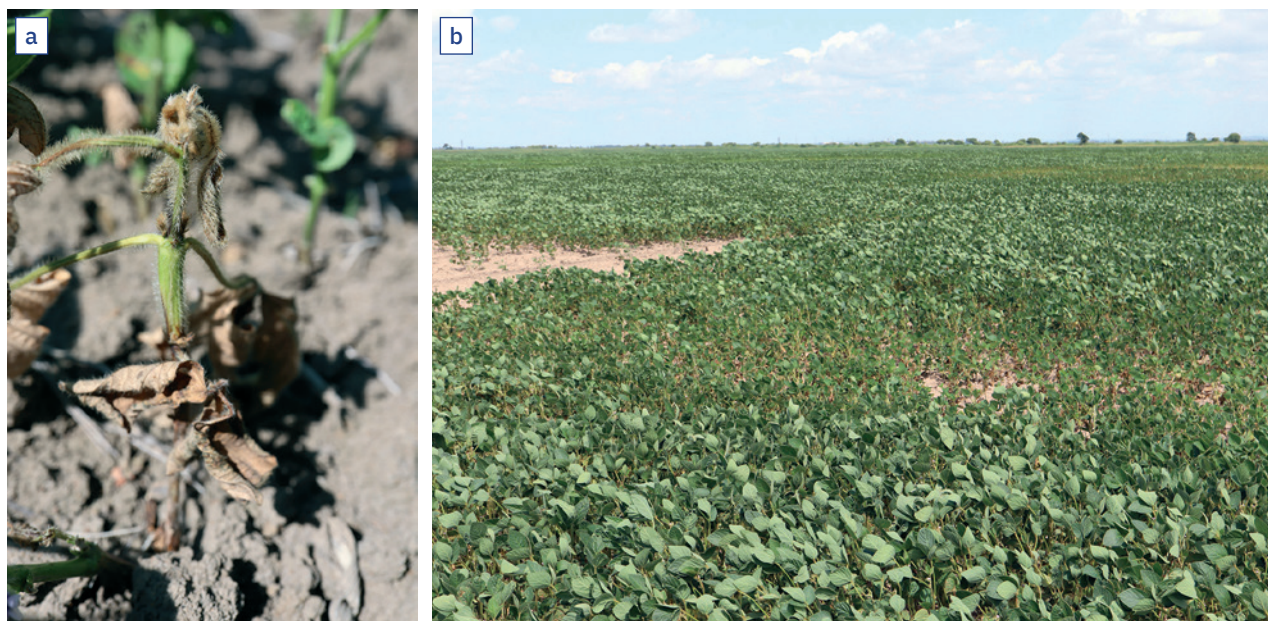


Рис. 3. а – симптомы фузариозного высыхания; б – выпадения растений, образованные вследствие поражения фузариозом (здесь и далее – фото автора, если не указано иное)

Fig. 3. Symptoms of Fusarium wilt (a). Fig. 3b shows plant wilts caused by Fusarium wilt (Photos by the author here and below, unless otherwise stated)

(см. табл. 7). Преобладающим видом в обоих регионах является *F. acuminatum*, для Алтайского края также часто отмечен *F. sporotrichioides*. Изоляты были выделены из надземных частей растений сои.

В разные года (Горобей, 2011; Дудченко, 2023; Заостровных, 2018; Орина, 2019, Саенко, 2022) на Дальнем Востоке отмечены *F. oxysporum*, *F. semitectum* Berk. et Rav., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. avenaceum*, *F. gibbosum* App. et emend. Bilai, *F. moniliforme* Sheldon, *F. sambucinum*, Fuckel. *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. proliferatum* (Matsush.).

Количество выявлений грибов р. *Alternaria* отличается по регионам в 2 раза, видовой состав представлен видами *A. alternata*, *A. tenuissima* (см. рис. 9, 10).

Зараженность растений сои антракнозом в Приморском крае составила ~2%, в Алтайском – 9,56% (см. рис. 4). Грибы, выделенные из образцов Алтайского края, относятся к видам *C. incanum* H.C. Yang, Haudensh. & G.L. Hartm. и *C. lineola* Corda. Из образцов Приморского края были выделены только изоляты *C. lineola*. На территории России в посевах сои *C. incanum* обнаружен впервые (Цветкова, 2022). В настоящее время вид имеет ограниченное распространение в мире: известны немногочисленные обнаружения *C. incanum* в США, Канаде и Японии (Yang, 2014). Данный вид открыт относительно недавно, в 2014 г., впервые был выделен из японского дайкона (*Raphanus sativus*) и изначально определен как *C. dematium* из-за морфологического сходства. Анализ последовательностей участков генов CHS, ACT, ITS и TUB показали, что данный вид относится к комплексу видов *C. spathianum*. Вид поражает сою, томат, фасоль, редьку посевную, резуховидку Таля (Jayawardena, 2016, Yang, 2014).

Позднее, в 2022 г. (Дудченко, 2023), данный вид был обнаружен и в Амурской области при обследовании посевов сои.

Later, in 2022 (Dudchenko, 2023), this species was also detected in the Amur region during a survey of soybean crops.

C. lineola is a widespread pathogen, but has not been previously recorded on soybean plants (Fig. 9, 10). This phenomenon may be due to the fact that the species *C. dematium* and *C. lineola* have similar morphological and genetic characters, and often isolates initially identified as *C. dematium* are *C. lineola*. The most suitable regions for differentiating these two species are the actin, histone, and glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase gene regions (Tsvetkova 2022), (Fig. 5).

The main causative agent of soybean anthracnose in the world and in the territory of the Russian Federation is considered to be *C. truncatum* (Bouffleur 2021; Tsvetkova, Saenko, 2022). During this survey, this species was not detected, but we isolated it from soybean samples in 2019, there are also repeated references to its widespread distribution in the literature in Kemerovo Oblast (Zaostrovskikh, 2018; Tsvetkova, 2022), in Krasnodar Krai (Saenko 2019), in the Far East (Amur Oblast, Primorsky Krai) (Saenko, 2021, 2022). Isolates of *C. destructivum* were isolated from soybean samples of the Far East in 2020, and in 2021, *C. sojae* Damm & Alizadeh was detected in crops of Amur Oblast (Dudchenko, 2023).

Another important group are fungi of the genus *Diaporthe* – pathogens of soybean phomopsis. For Primorsky Krai, the species *D. longicolla* and *D. caulivora* are typical (Kuzmin, 2023, Zaostrovnykh, 2018, Ruchkov, 2021, Saenko, 2022, Toropova, 2024) (current name *Diaporthe phaseolorum* (Cooke & Ellis) Sacc.), recently detections have been recorded annually (Fig. 6). In 2019, both pathogens were isolated from soybean samples of Primorsky Krai during routine laboratory diagnostics.

C. lineola – широко распространенный патоген, но на растениях сои ранее также не был зафиксирован (см. рис. 9, 10). Данный феномен может быть связан с тем, что виды *C. dematium* и *C. lineola* имеют схожие морфологические и генетические признаки и зачастую изоляты, первично идентифицированные как *C. dematium*, являются *C. lineola*. Наиболее подходящими для дифференциации этих двух видов являются участки гена актина, гистона и гена глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназы (Цветкова, 2022) (см. рис. 5).

Основным возбудителем антракноза сои в мире и на территории РФ считается *C. truncatum* (Bouffleur 2021; Цветкова, Саенко, 2022). В ходе данного обследования этот вид выявлен не был, однако был выделен нами из образцов сои 2019 г., также имеются неоднократные упоминания о его широком распространении в литературных данных в Кемеровской области (Заостровных, 2018; Цветкова, 2022), в Краснодарском крае (Саенко 2019), на Дальнем Востоке (Амурская обл., Приморский край) (Саенко, 2021, 2022). Из образцов сои Дальнего Востока 2020 г. были выделены изоляты *C. destructivum*, а в 2021 г. в посевах Амурской области был обнаружен *C. sojae* Damm & Alizadeh (Дудченко, 2023).

Другой важной группой являются грибы рода *Diaporthe* – возбудители фомопсиса сои. Для Приморского края характерными являются виды *D. longicolla* и *D. caulivora* (Кузьмин, 2023, Заостровных, 2018, Ручков, 2021, Саенко, 2022, Торопова, 2024) (актуальное название *Diaporthe phaseolorum* (Cooke & Ellis) Sacc.), в последнее время выявления фиксируют ежегодно (см. рис. 6). В 2019 г. оба патогена были выделены из образцов сои Приморского края при рутинной лабораторной диагностике.

В 2020 г. *D. longicolla* был выявлен при фитосанитарном обследовании районов Приморского края и Амурской области, доля выявлений в первом регионе выше, чем во втором, на 10% (Ручков, 2021). При обследовании 2021 г. этот вид был выделен из образцов сои Приморского края (см. рис. 10),

In 2020, *D. longicolla* was detected during a phytosanitary survey of the Primorsky Krai and Amur Oblast, with the proportion of detections in the first region being 10% higher than in the second (Ruchkov, 2021). During the 2021 survey, this species was isolated from soybean samples in Primorsky Krai (Fig. 10), and in 2022–2023, in soybean crops in Amur Oblast (Dudchenko, 2023; Kuzmin, 2023).

D. longicolla has a wide range and was reported in Krasnodar Krai in 2016 (Smolyanaya, 2017).

Previously, *D. caulivora* was reported only in Primorsky Krai, and it should be noted that its frequency of occurrence (in 2019 and 2021) is 10 times lower than that of *D. longicolla*. In 2023, the species was also noted in Amur Oblast (Kuzmin, 2023).

In the crops of Altai Krai, only 2 isolates of fungi of the genus *Diaporthe* were isolated, the pathogens belong to the species *D. eres* Nitschke and, presumably, *D. cucurbitae* (McKeen) Udayanga & Castl. The species *D. cucurbitae* and *D. novem* are difficult to differentiate by the region of the internal transcribed spacer; when constructing a dendrogram, the studied isolate (Y46) falls into the *D. cucurbitae* clade (Fig. 7). At the same time, this group also has high intraspecific differences, and the type strain DAOM 42078 differs significantly from the studied one (PI = 91). Both species are capable of parasitizing soybean plants (Slovareva, 2022; Shumilova, 2024).

During the surveys, white mould – *S. sclerotiorum* – was also detected. Infected plants quickly dry out, turn brown and thus are clearly visible in the crop (Fig. 8). *S. sclerotiorum* is detected mainly in Altai Krai, in Primorye – isolated singly. In addition to the Far East, this pathogen is widespread throughout Russia, including the forest-steppes of Western Siberia, the Kemerovo Oblast and Krasnodar Krai (Smolyanaya, 2017; Saenko, 2019, 2021, Zaostrovnykh 2017).

The quarantine lists of many countries, including the EAEU, contain the fungus *C. kikuchii*. The pathogen was not detected during this survey, but was repeatedly recorded in similar studies. In Amur Oblast, *C. kikuchii* is one of the dominant species in soybean crops (Zaostrovskikh, 2018; Kuzmin 2023).



Рис. 4. Симптомы поражения стеблей сои возбудителями антракноза р. *Colletotrichum* (b – увел. x32)



Fig. 4. Symptoms of soybean stem damage by anthracnose pathogens of the genus *Colletotrichum* (b-magn. x32)

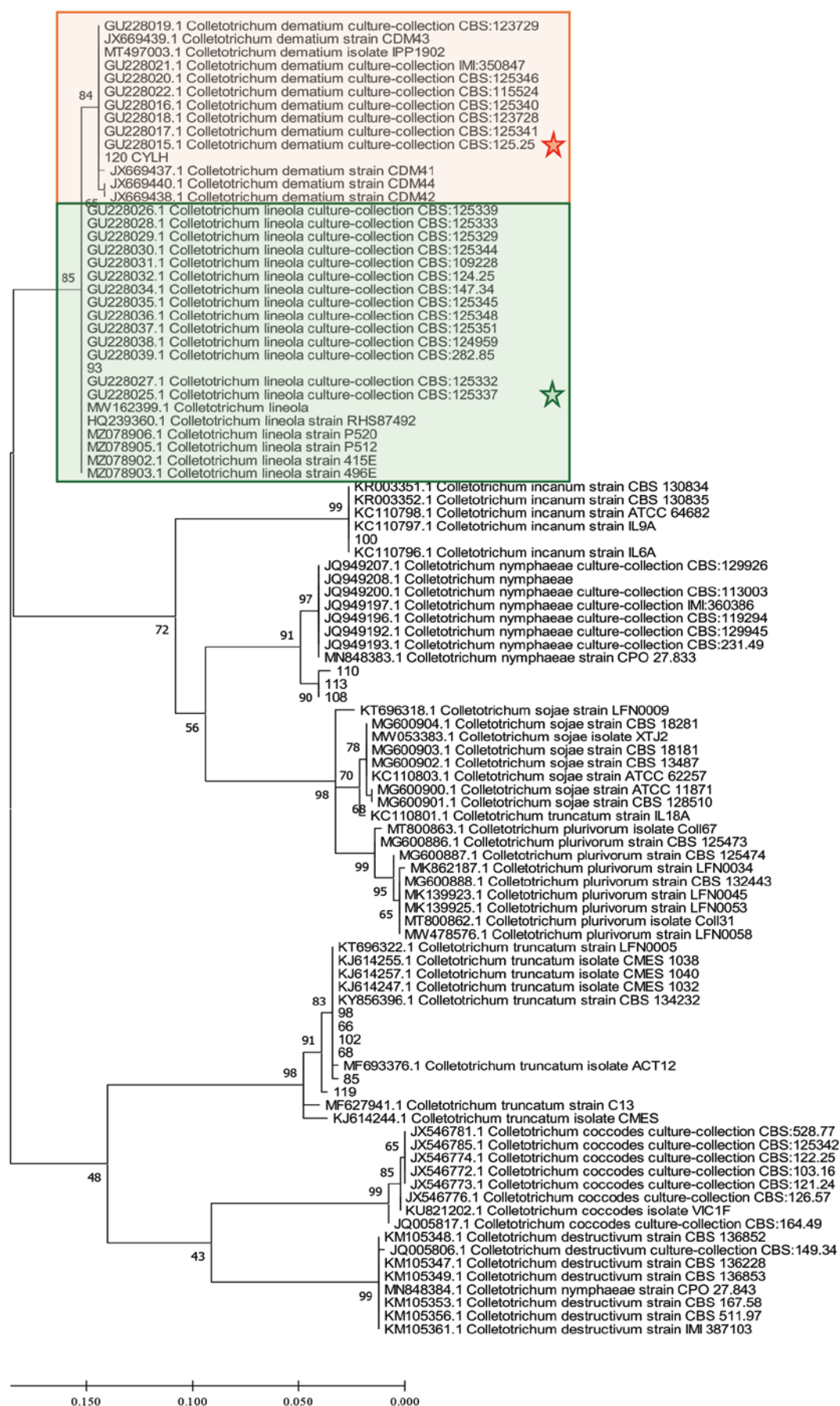


Рис. 5. Дендрограмма, построенная на основе нуклеотидных последовательностей участка HIS 3, ☆ отмечены последовательности типовых штаммов (метод Maximum Likelihood, модель TN93+G)

Fig. 5. Dendrogram constructed based on the nucleotide sequences of the HIS 3 region, ☆ sequences of type strains are marked (Maximum Likelihood method, model TN93+G)



Рис. 6. Симптомы поражения сои возбудителями фомопсиса сои **Fig. 6.** Symptoms of soybean damage caused by Phomopsis soybean pathogens

2022–2023 гг. – в посевах сои Амурской области (Дудченко, 2023; Кузьмин, 2023).

D. longicolla имеет широкий ареал и был отмечен в Краснодарском крае в 2016 г. (Смоляная, 2017).

Ранее *D. caulivora* был отмечен только в Приморском крае, при этом необходимо отметить, что частота его встречаемости (в 2019 и в 2021 гг.) в 10 раз ниже, чем *D. longicolla*. В 2023 г. вид отмечен и в Амурской области (Кузьмин, 2023).

В посевах Алтайского края было выделено всего два изолята грибов р. *Diaporthe*, возбудители принадлежат к видам *D. eres* Nitschke и, предположительно, *D. cucurbitae* (McKeen) Udayanga & Castl. Виды *D. cucurbitae* и *D. novem* затруднительно дифференцировать по участку внутреннего транскрибируемого спейсера, при построении

In Primorsky Krai, this species is also regularly detected on plants during the growing season and on soybean seeds (website of FGBU “VNIKR”, 2024). In addition to the Far East, the pathogen has been recorded in crops of Krasnodar Krai (Smolyanaya 2017; Saenko 2019).

Along with the causative agent of purple seed stain of soybean, *Cercospora sojina* Hara is also widespread in the Far East and other regions of the country.

Below is a list of micromycetes that are widespread (Toropova, 2024; Zaostrovnykh, 2017; Saenko 2008, 2022, IndexFungorum, 2025) in the Far East and mentioned in the literature:

- *Peronospora manshurica* Sydow;
- *Septoria glycines* T.Hemmi;
- *Ascochyta phaseolorum* Sacc. Synonym – *Phoma exigua* Desm., Annls Sci. Nat, many lists indicate

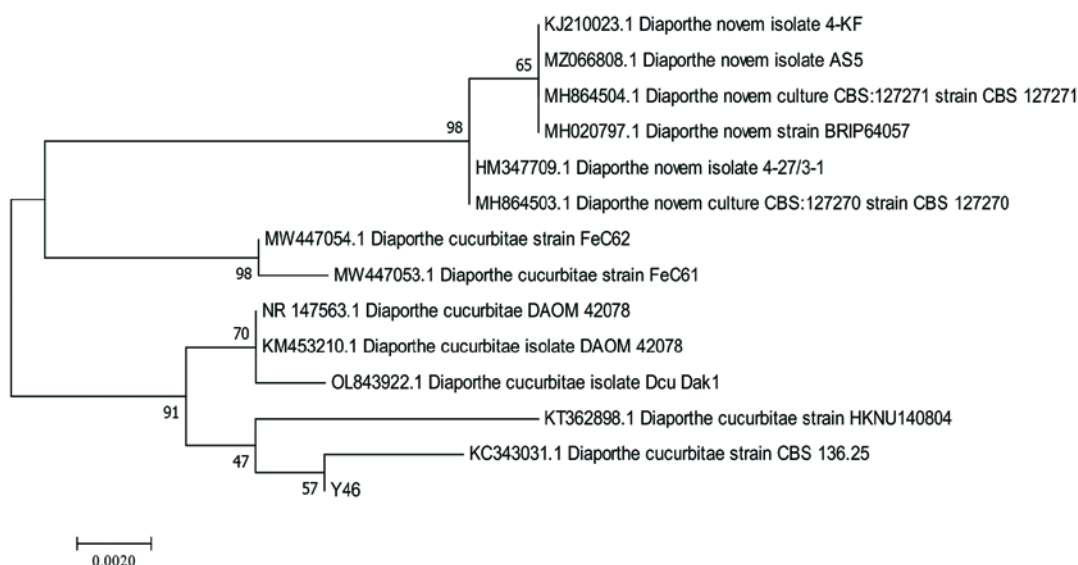


Рис. 7. Дендрогрaмма, построенная на основе нуклеотидных последовательностей участка ITS1-5,8S-ITS2 (метод Maximum Likelihood, модель K-2)

Fig. 7. Dendrogram constructed based on the nucleotide sequences of the ITS1-5.8S-ITS2 region (Maximum Likelihood method, K-2 model)

дендрограммы исследуемый изолят (Y46) попадает в кладу *D. cucurbitae* (см. рис. 7). Вместе с тем эта группа имеет и высокие внутривидовые различия, и типовой штамм DAOM 42078 значительно отличается от исследуемого (ИП = 91). Оба вида способны паразитировать на растениях сои (Словарева, 2022; Шумилова, 2024).

В ходе обследований также была выявлена белая гниль сои – *S. sclerotiorum*. Зараженные растения быстро усыхают, буреют и таким образом отчетливо выделяются в посевах (см. рис. 8). Выявление склеротинии приходится в основном на Алтайский край, в Приморье выделена единично. Помимо Дальнего Востока, этот патоген широко распространен по всей России, включая лесостепи Западной Сибири, Кемеровскую область и Краснодарский край (Смоляная, 2017; Саенко, 2019, 2021; Заостровных, 2017).

В карантинные перечни многих стран, включая ЕАЭС, входит гриб *C. kikuchii*. В ходе данного обследования патоген выявлен не был, но неоднократно был зафиксирован при аналогичных исследованиях. В Амурской области *C. kikuchii* входит в число доминирующих видов в посевах сои (Заостровных, 2018; Кузьмин 2023). В Приморском крае также происходят регулярные выявления данного вида на растениях в период вегетации и на семенах сои (сайт ФГБУ «ВНИИКР», 2024). Помимо Дальнего Востока, патоген зафиксирован в посевах Краснодарского края (Смоляная 2017; Саенко 2019).

exactly this name. Current name: *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley;

- Some sources indicate the species *Ascochyta sojaecola* Abramoff. (also *sojicola*) (Kövičs, 1999). Current name: *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Qian Chen & L. Cai;
- *Rhizoctonia solani* Kuehn;

- *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferr., Current name: *Berkeleyomyces basicola* (Berk. & Broome) W.J. Nel, Z.W. de Beer, T.A. Duong & M.J. Wingf., Synonyms: *Chalara elegans* Nag Raj & W.B. Kendr., *Trichocladium basicola* (Berk. & Broome) J.W. Carmich., *Torula basicola* Berk. & Broome, Ann. Mag. nat. Hist., Ser.;

- *Corynespora cassiicola* (Berk. et Curt.) Wei.;

- *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten., Current name: *Ilyonectria destructans* (Zinssm.) Rossman, L. Lombard & Crous;

- *Pythium ultimum* Trow Current name: *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish.;

- *Stilbum bulbicola* (Henn.) Sacc. & D. Sacc., Current name: *Stilbella bulbicola* Henn.;

- *Gliocladium roseum* (Lk.) Thom., Current name: *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams;

- *Phyllosticta sojaecola* Mass Current name: *Pleospaerulina sojicola* Miura, Bull. S. Manchur;

- *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link.;

- *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.;

- *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Purple seed stain of soybean and soybean stem cancer have been known in Russia for over 40 years:



Рис. 8. Симптомы поражения сои патогеном *S. sclerotium*

Fig. 8. Soybean damage symptoms by *S. sclerotium*

Наряду с возбудителем пурпурного церкоспороза, также широкое распространение на Дальнем Востоке и других регионах страны имеет *Cercospora sojae* Hara.

Ниже приведен список микроорганизмов, широко распространенных (Торопова, 2024; Заостровных, 2017; Саенко 2008, 2022; IndexFungorum, 2025) на территории Дальнего Востока и упоминаемых в литературных данных:

- *Peronospora manshurica* Sydow;
- *Septoria glycines* T.Hemmi;
- *Ascochyta phaseolorum* Sacc. Синоним: *Phoma exigua* Desm., Annls Sci. Nat, во многих перечнях указано именно такое название. Актуальное название: *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley;

- в некоторых источниках указан вид *Ascochyta sojaecola* Abramoff. (также *sojicola*) (Kövcis, 1999). Актуальное название: *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Qian Chen & L. Cai;

- *Rhizoctonia solani* Kuehn;
- *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferr., актуальное название: *Berkeleyomyces basicola* (Berk. & Broome) W.J. Nel, Z.W. de Beer, T.A. Duong & M.J. Wingf., Другие названия: *Chalara elegans* Nag Raj & W.B. Kendr., *Trichocladium basicola* (Berk. & Broome) J.W. Carmich., *Torula basicola* Berk. & Broome, Ann. Mag. nat. Hist., Ser.;

- *Corynespora cassiicola* (Berk. et Curt.) Wei.;

- *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten., Актуальное название: *Ilyonectria destructans* (Zinssm.) Rossman, L. Lombard & Crous;

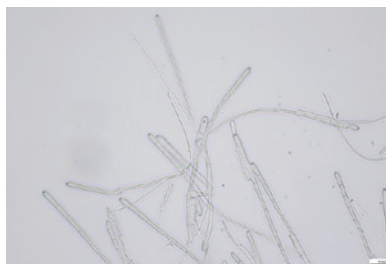
- *Pythium ultimum* Trow Актуальное название: *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish.;

- *Stilbum bulbicola* (Henn.) Sacc. & D. Sacc., Актуальное название: *Stilbella bulbicola* Henn.;

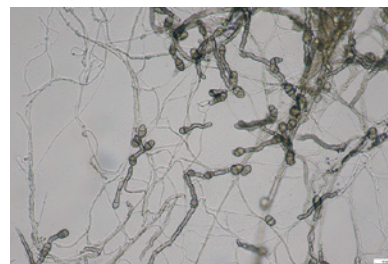
- *Gliocladium roseum* (Lk.) Thom., Актуальное название: *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams;

- *Phyllosticta sojaecola* Mass Актуальное название: *Pleosphaerulina sojicola* Miura, Bull. S. Manchur;
- *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link.;
- *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd.;
- *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

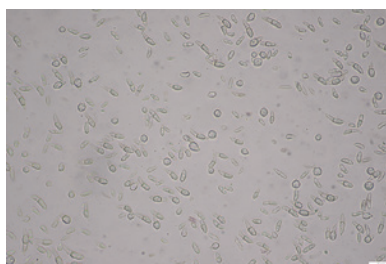
Пурпурный церкоспороз сои и рак стеблей сои известны на территории России более 40 лет: возбудители входили в III список «Экономически опасные организмы», согласно Соглашению между Правительством Союза Советских Социалистических Республик и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области карантина и защиты растений от 11.03.1987 («Соглашение...», 1987). Согласно Конвенции между Правительством Российской Федерации и Правительством



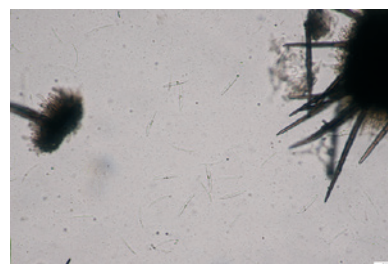
а – конидии *C. kikuchii*
a – *C. kikuchii* conidia



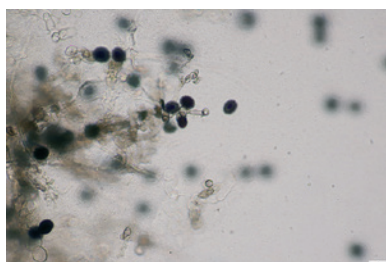
б – конидии *Alternaria* sp. Y42
b – *Alternaria* sp. Y42 conidia



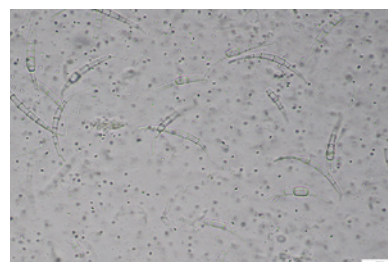
с – макро- и микроконидии *F. sporotrichioides* Y11
с – *F. sporotrichioides* Y11 macro- and microconidia



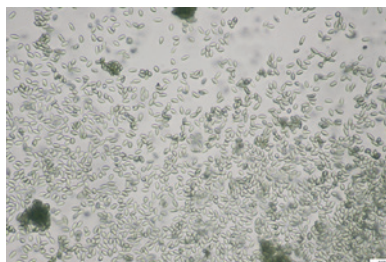
д – конидии и ацервулы с щетинками *C. lineola* Y32
d – *C. lineola* Y32 Conidia and acervuli with setae



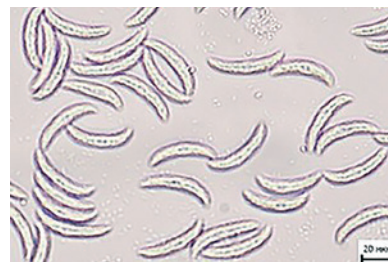
е – конидии *N. oryzae* Y47
e – *N. oryzae* Y47 conidia



ф – конидии *F. equiseti* Y78
f – *F. equiseti* Y78 conidia



г – конидии *Myrothecium* sp. Y19
г – *Myrothecium* sp. Y19 conidia



h – конидии *C. truncatum* 66
h – *C. truncatum* 66 conidia

Рис. 9. Микроскопические признаки грибов возбудителей болезней сои.
Рис. 9а – фото А. В. Камченкова

Fig. 9. Microscopic characters of fungi causing soybean diseases.
Fig. 9a – author A. V. Kamchenkov

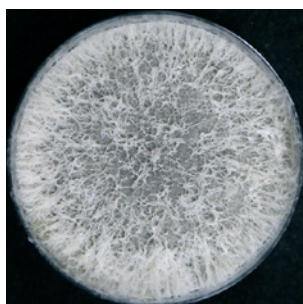
the pathogens were included in List III “Economically dangerous organisms” according to the Agreement between the Government of the Union of Soviet Socialist Republics and the Government of the French Republic on cooperation in the field of quarantine and plant protection dated 11.03.1987 (Agreement, 1987). According to the Convention between the Government of the Russian Federation and the Government of the People’s Republic of China on quarantine and plant protection dated 26.06.1995, List II. “Quarantine organisms



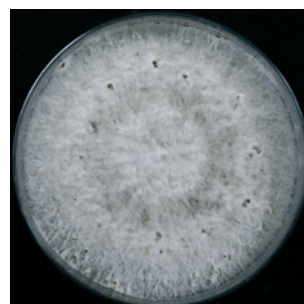
a – *D. longicolla* Y92



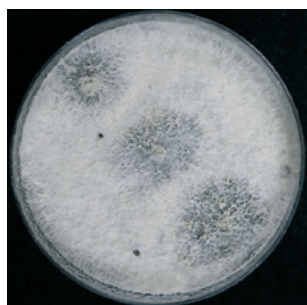
b – *D. longicolla* Y77



c – *D. cucurbitatae* Y46



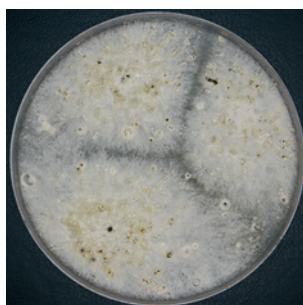
d – *D. eres* Y68



e – *D. longicolla* Y94



f – *D. phaseolorum* y113



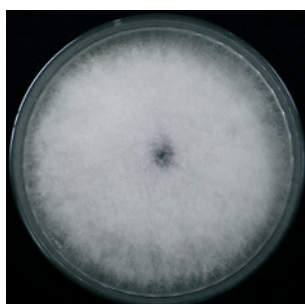
g – *D. phaseolorum*



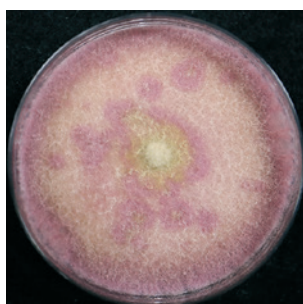
h – *D. longicolla*



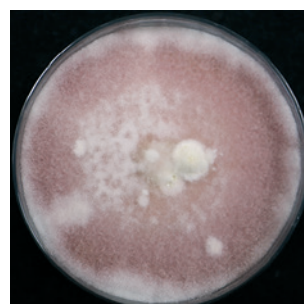
i – *F. graminearum* Y101



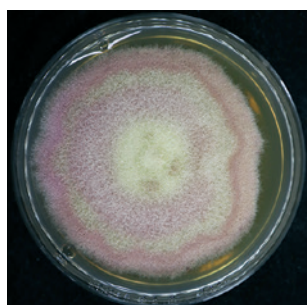
j – *F. oxysporum* Y110



k – *F. avenaceum* Y81



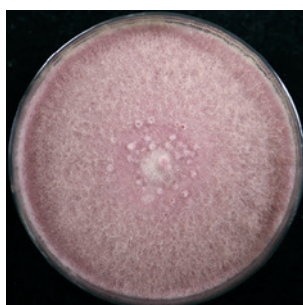
l – *F. acumintum* Y56



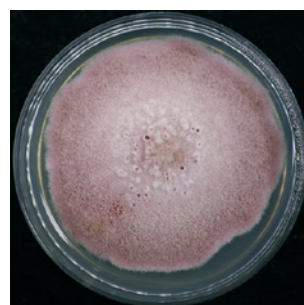
m – *F. acumintum* y49



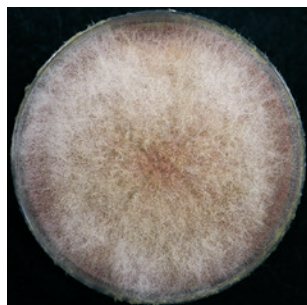
n – *F. equiseti* Y24



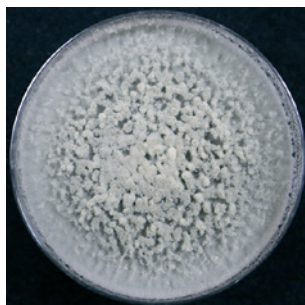
o – *F. avenaceum* Y9



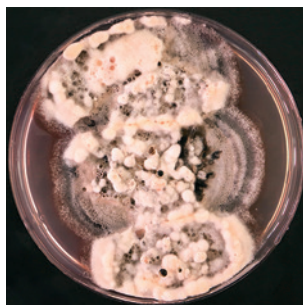
p – *F. acumintum* Y111



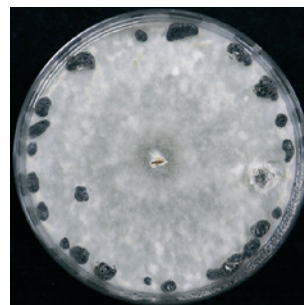
q – *F. sporotrichioides* Y11



r – *Alternaria* sp. Y70



s – *C. sojae*



t – *S. sclerotium*

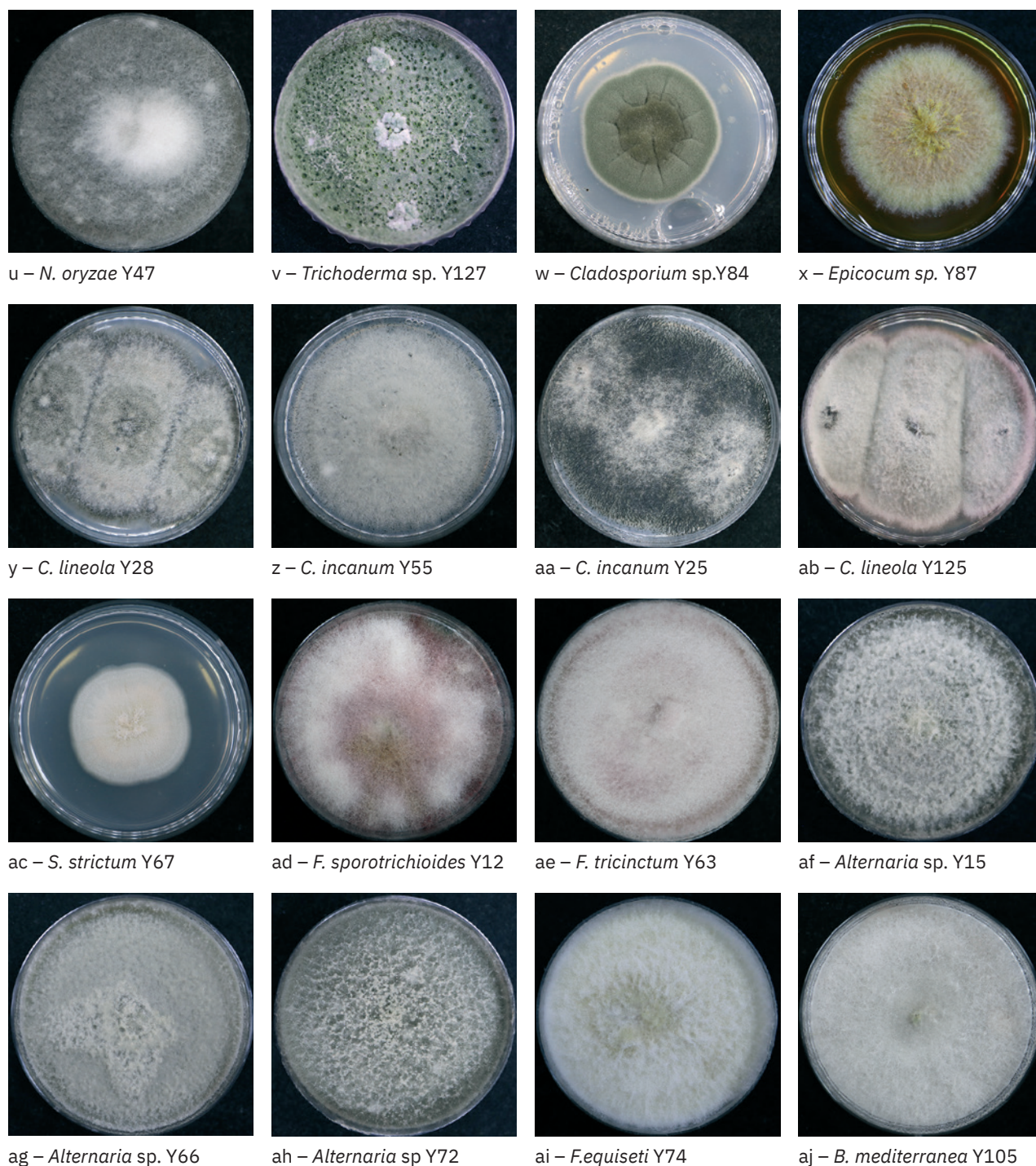


Рис. 10. Макроскопические признаки грибов возбудителей болезней сои. Рис. 10g, 10h – фото А. В. Камченкова

Fig. 10. Macroscopic characters of fungi causing soybean diseases. Fig. 10g, 10h – photos by A. V. Kamchenkov

Китайской Народной Республики по карантину и защите растений от 26.06.1995 в перечне «II. Карантинные организмы, ограниченно распространенные на территории Российской Федерации» указан *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (Athow et Cald.), а в перечне «III. Потенциально опасные организмы для Российской Федерации» значится *C. kikuchii* («Конвенция...», 1995). Наряду с этим требования Китая к поставке продукции из РФ увеличились более чем в 10 раз. В 1995 г. весь карантинный перечень включал 42 вида, в том числе 10 представителей грибов и грибоподобных организмов. Нынешние требования содержат 435 (439) позиций, 124 из которых – микологические объекты.

with limited distribution in the territory of the Russian Federation" includes *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (Athow et Cald.), and List III. "Potentially dangerous organisms for the Russian Federation" includes *C. kikuchii* (Convention, 1995). Along with this, China's requirements for the supply of products from the Russian Federation have increased more than 10 times. In 1995, the entire quarantine list included 42 species, including 10 representatives of fungi and fungus-like

Эти данные, вероятнее всего, связаны, с одной стороны, с объемами экспорта продукции: до 1998 г. поставок сои в другие страны не осуществлялось (не зафиксировано), общий объем экспорта сои из России составил ~65 тыс. тонн (КНР, КНДР, Филиппины и Узбекистан), объем экспорта в КНР составил 60 тыс. тонн (FAO). Вместе с тем с 1990 г. по настоящее время сильно развились методы выявления идентификации патогенов, количество специалистов, возможности, которые позволили более детально разбираться в проблемах фитосанитарии.

На территории Российской Федерации встречаются и другие виды, включенные в карантинные перечни стран-импортеров, зачастую они не ассоциированы с растениями сои. Так, *C. coccodes* широко представлен на картофеле в том числе и в Приморском крае (Yarmeeva, 2023). *Phoma exigua* Desm. также выявлен на клубнях картофеля в Северо-Западном, Центральном, Приволжском, Сибирском, Дальневосточном и других округах (Gannibal, 2024).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состав фитопатогенов сои на территории Российской Федерации насчитывает не менее 35 видовых таксонов, преимущественно относящихся к отделу Ascomycota, порядкам Hypocreales, Pleosporales, Glomerellales, Diaporthales, Mycosphaerellales, а также представители отдела Oomycota, порядков Peronosporales и Pythiales. Грибы и грибоподобные организмы активно заражают все части растений: листья, вызывая различные пятнистости (*Septoria*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Perenospora*, *Phakopsora*, *Ascochyta*); стебли (*Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Sclerotinia*), где образуются некрозы, язвы, развивается вторичная инфекция, болезнь, распространяясь, приводит к усыханию; прикорневые части стебля и непосредственно корни (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Corynespora*, *Cylindrocarpon*); нередко возбудители болезней поражают всходы и вызывают их гибель. Несмотря на засушливые условия 2021 г., болезни, вызываемые грибами, активно развивались во время вегетационного сезона.

Многие грибы могут переноситься с семенным материалом: *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Ascochyta Aspergillum*., *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Myrothecium*, *Nigrospora*, *Sarocladium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*.

Несмотря на увеличение объемов производства сои и наращивание экспортного потенциала, наличие в подкарантинной продукции карантинных объектов может стать ограничивающим фактором в торговых взаимодействиях стран.

Фитосанитарные мониторинги и обследования полей, включающие идентификацию не только симптомов, но и культурально-морфологическую и генетическую оценку (как минимум с использованием первичного баркодинга по участку ITS1-5,8S-ITS2) являются более надежным инструментом работы фитосанитарной службы. Такой подход позволяет определить видовой состав с большей достоверностью, в результате снижения частоты ложноположительных и ложноотрицательных результатов при выявлении грибов патоконплекса сои, что в дальнейшем положительно скажется на экспортном потенциале РФ.

organisms. Current requirements contain 435 (439) positions, 124 of which are mycological objects. These data are most likely related, on the one hand, to the volumes of product exports: until 1998, soybeans were not supplied to other countries (not recorded), the total volume of soybean exports from Russia amounted to ~65 thousand tons (China, North Korea, the Philippines and Uzbekistan), the volume of exports to China amounted to 60 thousand tons (FAO). At the same time, from the 1990s to the present, methods for identifying pathogens, the number of specialists, and opportunities have greatly developed, which made it possible to understand phytosanitary problems in more detail.

There are also other species on the territory of the Russian Federation that are included in the quarantine lists of importing countries; they are often not associated with soybean plants. Thus, *C. coccodes* is widely represented on potatoes, including in Primorsky Krai (Yarmeeva, 2023). *Phoma exigua* Desm. was also detected on potato tubers in the Northwestern, Central, Volga, Siberian, Far Eastern and other districts (Gannibal, 2024).

CONCLUSION

The composition of soybean phytopathogens in the Russian Federation includes at least 35 species taxa, mainly belonging to the Ascomycota phylum, the orders Hypocreales, Pleosporales, Glomerellales, Diaporthales, Mycosphaerellales, as well as representatives of the Oomycota phylum, the order Peronosporales and Pythiales. Fungi and fungus-like organisms actively infect all parts of plants: leaves, causing various spots (*Septoria*, *Cercospora*, *Fusarium*, *Perenospora*, *Phakopsora*, *Ascochyta*), stems (*Colletotrichum*, *Diaporthe*, *Fusarium*, *Sclerotinia*), where necrosis and cankers form, secondary infection develops, the disease spreads and leads to drying out; the basal parts of the stem and the roots themselves (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Corynespora*, *Cylindrocarpon*). Often pathogens damage seedlings and cause their death. Despite the dry conditions of 2021, diseases caused by fungi actively developed during the growing season.

Many fungi can be transmitted by seed: *Fusarium*, *Diaporthe*, *Colletotrichum*, *Cercospora*, *Ascochyta Aspergillum*., *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Myrothecium*, *Nigrospora*, *Sarocladium*, *Botrytis*, *Sclerotinia*.

Despite the increase in soybean production volumes and the growth of export potential, the presence of quarantine objects in quarantine products may become a limiting factor in trade interactions between countries.

Phytosanitary monitoring and field surveys, including identification of not only symptoms, but also cultural morphological and genetic assessment, at least using primary barcoding for the ITS1-5.8S-ITS2 region, are a more reliable tool for the phytosanitary service. This approach allows us to determine the species composition with greater reliability, as a result of reducing the frequency of false positive and false negative results in identifying fungal pathocomplex of soybean, which will further have a positive impact on the export potential of the Russian Federation. Data confirmed by

Подтвержденные молекулярными методами данные позволяют своевременно выявлять новые и инвазивные виды, а также проводить систематизацию накопленного материала, который может нуждаться в реклассификации ввиду неверной первичной идентификации, особенно близкородственных видов. Так, в ходе обследований было показано распространение *C. incanum* и *C. lineola*, которые явились единственными видами возбудителями антракноза, выявленными при анализе состава микромицетов соевых полей в 2021 г. Также впервые на территории страны был обнаружен вид, предварительно определенный как *D. cf. cucurbitae*.

Формирование региональных перечней фитопатогенов и сопутствующей микофлоры, выявленных в результате обследований, представляет собой важную задачу. Такой перечень является первичным документом, на основании которого могут быть проведены более точные оценка и анализ фитосанитарного риска. Такой подход позволяет не только оценивать динамику распространения микобиоты, но и своевременно разрабатывать эффективные меры контроля.

Карантинно-значимые патогены, включенные в регламентирующие перечни стран-импортеров, были неоднократно выявлены в посевах сои на территории РФ в течение последних пяти лет. Некоторые из них имели статус ограниченно распространенных и встречались в отдельных регионах, но получили широкое распространение. Отдельные виды являются основными компонентами патогенного комплекса сои, их ареал напрямую связан с расширением площадей возделывания этой культуры.

Таким образом, существует потенциальный риск, связанный с расширением экспорта, особенно по направлению семеноводства, ввиду широкого распространения патогенов сои, которые могут быть выявлены в подкарантинной продукции, – и это, как следствие, может привести к ограничительным мерам со стороны стран-импортеров.

Благодарность. Автор выражает благодарность зав. лаб. микологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР» А. В. Камченкову за помощь в отборе образцов, а также за предоставление фотографии конидий *C. kikuchii* и культур *D. phaseolorum* и *D. longicolla*. Автор благодарит рецензентов и редакторов за кропотливый труд и работу по улучшению статьи.

Научное исследование выполнено в рамках государственного задания, рег. № ЕГИСУ НИОКТР 223011600042–7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благовещенская Е. Ю. Микологические исследования: Основы лабораторной техники. М.: Ленанд, 2017. 96 с. ISBN: 978-5-9710-4375-1
2. Горобей И. М., Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М. Фузариозы зернобобовых культур в лесостепной зоне Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2011. №2. С. 14–16.
3. Дудченко И. П., Кузнецова А. А., Дудченко Г. Н., Копина М. Б., Костин Н. К. Грибные заболевания сои на Дальнем Востоке // Фитосанитария. Карантин растений. 2023. №4. С. 2–16. <https://doi.org/10.69536/r8790-8454-5124-k>

molecular methods allow for the timely identification of new and invasive species, as well as the systematization of accumulated material that may need to be reclassified due to incorrect primary identification, especially closely related species. Thus, during the surveys, the spread of *C. incanum* and *C. lineola* was shown, which were the only species of anthracnose pathogens identified during the analysis of the composition of micromycetes in soybean fields in 2021. Also, for the first time in the country, a species was discovered, preliminarily identified as *D. cf. cucurbitae*.

Formation of regional lists of phytopathogens and associated mycoflora identified as a result of surveys is an important task. Such a list is a primary document on the basis of which a more accurate assessment and analysis of phytosanitary risk can be carried out. This approach allows not only to assess the dynamics of the spread of mycobiota, but also to develop effective control measures in a timely manner.

Quarantine-significant pathogens included in the regulatory lists of importing countries have been repeatedly identified in soybean crops in the Russian Federation over the past five years. Some of them had the status of limited distribution and were found in certain regions, but have become widespread. Certain species are the main components of the soybean pathogenic complex, their range is directly related to the expansion of the cultivation area of this crop.

Thus, there is a potential risk associated with the expansion of exports, especially in the seed sector, due to the widespread distribution of soybean pathogens that may be detected in quarantine products and, as a result, may lead to restrictive measures on the part of importing countries.

Acknowledgements

The author expresses her gratitude to the head of the mycology laboratory of the Testing Laboratory Center of FGBU “VNIICR” A. V. Kamchenkov for assistance in collecting samples, as well as for providing a photograph of *C. kikuchii* conidia and *D. phaseolorum* and *D. longicolla* cultures. The author thanks the reviewers and editors for their painstaking work and work to improve the article.

The scientific research was carried out within the framework of the State assignment, reg. No. EGISU NIOKTR 223011600042–7.

REFERENCES

1. Blagoveshchenskaya E. Yu. Mycological studies: Fundamentals of laboratory technology. Moscow: Lenand, 2017. 96 p. ISBN: 978-5-9710-4375-1 (In Russ.)
2. Gorobey I. M., Ashmarina L. F., Konyaeva N. M. Fusarium diseases of grain legumes in the forest-steppe zone of Western Siberia // Plant Health and Quarantine. 2011; 2: 14–16. (In Russ.)
3. Dudchenko I. P., Kuznetsova A. A., Dudchenko G. N., Kopina M. B., Kostin N. K. Fungal diseases of soybeans in the Far East // Plant Health and Quarantine. 2023; 4: 2–16. <https://doi.org/10.69536/r8790-8454-5124-k> (In Russ.)

4. Заостровных В. И., Кадуров А. А., Дубовицкая Л. К., Рязанова О. А. Мониторинг видового состава болезней сои в различных зонах соеосеяния // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. №4 (48). С. 51–67.

5. Заостровных В. И., Рязанова О. А., Кадуров А. А. Фитосанитарный мониторинг видового состава болезней сои в различных зонах соеосеяния // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: Сборник статей. – Кемерово: Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2017. С. 21–32. EDN XGNVQY.

6. Кузьмин А. А. Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. №2. С. 31–44. DOI: 10.22450/19996837_2023_2_31

7. Лаврентьева С. И., Иваченко Л. Е. Биохимический состав семян сои Дальневосточного региона // Вестник КрасГАУ. 2024. №1 (202). С. 47–55.

8. Литвиненко О. В., Корнева Н. Ю., Кодирова Г. А., Кубанкова Г. В. Результаты сравнительного изучения сортов сои по показателям биохимического состава зерна // Агронаука. 2023. №1(4). С. 62–70.

9. Мезенцева, Л. И. Генезис необычайно жаркого лета 2021 г. на Дальнем Востоке, в том числе на акватории дальневосточных морей // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы VII Международной научно-технической конференции, Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2022. С. 269–275. – EDN NBSJAE.

10. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителей антракноза сои *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W.D. Moore и *Colletotrichum dematium* (Persoon) Grove, 2022, 61 с.

11. Орина А. С., Шипилова Н. П., Гасич Е. Л., Гагкаева Т. Ю. Действие фунгицидов на рост патогенов сои из рода *Fusarium* // Защита и карантин растений. 2019. №3. С. 17–19. – EDN PRLVPI.

12. Петибская В. С. Соя: химический состав и использование. – Краснодар: ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2012. – 432 с. – ISBN 978-5-7992-0733-5. – EDN SIXAUP.

13. Поморова Ю. Ю., Пятовский В. В., Серова Ю. М. Биохимический состав семян сортов сои, возделываемых в различных регионах России, и аспекты его биологической ценности (обзор) // Масличные культуры. 2023. № 4. С. 84–96. DOI: 10.25230/2412-608X-2023-4-196-84-96

14. Ручков Е. Р. Оценка экспортного потенциала сои Дальнего Востока России, основанная на фитосанитарных требованиях стран-импортеров // Защита растений от вредных организмов: Материалы X международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. С. 312–314. EDN MXNRUR.

15. Саенко Г. М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае // Масличные культуры. 2019. № 3 (179). С. 106–113.

16. Саенко Г. М. Фитосанитарный мониторинг сои на Дальнем Востоке // Известия НВ АУК. 2022. №4 (68). С. 120–133.

4. Zaostrovnykh V. I., Kadurov A. A., Dubovitskaya L. K., Ryazanova O. A. Monitoring the species composition of soybean diseases in different soybean growing zones // Far Eastern Agrarian Bulletin. 2018; 4 (48): 51–67. (In Russ.)

5. Zaostrovnykh V. I., Ryazanova O. A., Kadurov A. A. Phytosanitary monitoring of the species composition of soybean diseases in various soybean cultivation zones // Modern trends in agricultural production in the global economy: Collection of articles. – Kemerovo: Kemerovo State Agricultural Institute, 2017; 21–32. EDN XGNVQY. (In Russ.)

6. Kuzmin A. A. Features of the spread of soybean diseases in Amur Oblast // Far Eastern Agrarian Bulletin. 2023. No. 2. P. 31–44. DOI: 10.22450/19996837_2023_2_31 (In Russ.)

7. Lavrentyeva S. I., Ivachenko L. E. Biochemical composition of soybean seeds of the Far Eastern region // Bulletin of KrasSAU. 2024; 1 (202): 47–55. (In Russ.)

8. Litvinenko O. V., Korneva N. Yu., Kodirova G. A., Kubankova G. V. Results of a comparative study of soybean varieties by indicators of the biochemical composition of grain // Agrosience. 2023; 1 (4): 62–70. (In Russ.)

9. Mezentseva, L. I. Genesis of the unusually hot summer of 2021 in the Far East, including the waters of the Far Eastern seas // Actual problems of development of biological resources of the World Ocean: Proceedings of the VII International Scientific and Technical Conference, Vladivostok: Far Eastern State Technical Fisheries University, 2022; 269–275. – EDN NBSJAE. (In Russ.)

10. Guidelines for detection and identification of soybean anthracnose pathogens *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W.D. Moore and *Colletotrichum dematium* (Persoon) Grove, 2022, 61 p. (In Russ.)

11. Orina A. S., Shipilova N. P., Gasich E. L., Gaggakava T. Yu. Effect of fungicides on the growth of soybean pathogens of the genus *Fusarium* // Plant Health and Quarantine. 2019; 3: 17–19. – EDN PRLVPI. (In Russ.)

12. Petibskaya V. S. Soybean: chemical composition and use. – Krasnodar: All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V. S. Pustovoyt, 2012. – 432 p. – ISBN 978-5-7992-0733-5. – EDN SIXAUP. (In Russ.)

13. Pomorova Yu. Yu., Pyatovsky V. V., Serova Yu. M. Biochemical composition of seeds of soybean varieties cultivated in various regions of Russia and aspects of its biological value (review) // Oilseed crops. 2023; 4: 84–96. DOI: 10.25230/2412-608X-2023-4-196-84-96 (In Russ.)

14. Ruchkov E. R. Assessment of the export potential of soybeans in the Russian Far East based on the phytosanitary requirements of importing countries // Plant protection from pests: Proceedings of the X international scientific and practical conference. – Krasnodar, 2021; 312–314. EDN MXNRUR. (In Russ.)

15. Saenko G. M. Phytosanitary monitoring of the main diseases of soybeans in the Krasnodar Territory // Oilseed crops. 2019; 3 (179): 106–113. (In Russ.)

16. Saenko G. M. Phytosanitary monitoring of soybeans in the Far East // Izvestia NV AUK. 2022; 4 (68): 120–133. (In Russ.)

17. Саенко Г. М., Зеленцов С. В., Ливень В. Т. Роль водного стресса в формировании микросклеротиев *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. в тканях сои // Масличные культуры. 2008. №1 (138). С. 53–56.
18. Саенко Г. М., Мустафина М. А. Фитосанитарное обследование сои в Центральном Черноземье // Известия НВ АУК. 2021. № 2(62). С. 175–185. DOI: 10.32786/2071-94852021-02-19.
19. Словарева О. Ю., Бондаренко Г. Н. Анализ фитосанитарного риска *Diaporthe cucurbitae* и *Stagonosporopsis citrulli* для семян тыквенных культур // Фитосанитария. Карантин растений. 2022. №1. С. 40–47. <https://doi.org/10.69536/e2257-1164-9169-x>
20. Смоляная Н. М. Видовое разнообразие фитопатогенов в агроценозе сои в условиях Славянского района Краснодарского края // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2017. – С. 249–250. – EDN ZAUUIB.
21. Торопова Е. Ю., Колесникова Т. П., Царькова М. Ф. Листостебельные болезни сои на сортах разных групп спелости в условиях Амурской области // Вестник НГАУ. 2024. №3. С. 104–112. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-104-112>
22. Цветкова Ю. В., Хрипко И. Г. Результаты изучения видового состава грибов рода *Colletotrichum* в посевах сои отдельных регионов России // V (XIII) Международная ботаническая конференция молодых ученых в Санкт-Петербурге: Материалы конференции, Санкт-Петербург, 25–29 апреля 2022 года. – СПб.: БИН РАН, 2022. – С. 140–141.
23. Цветкова Ю. В. Внутривидовое разнообразие *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W. S. Moore // Инновационные процессы в сельском хозяйстве: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Москва, 21–22 апреля 2022 г. / под ред. Э. А. Довлетяровой. – Москва: РУДН, 2022. – С. 166–173. – ISBN 978-5-209-11291-4.
24. Шумилова Л. П., Каботов Е. Э. Заражение сои в условиях in vivo грибами *Diaporthe eres* // Российская сельскохозяйственная наука. 2024. №3. С. 56–61. DOI: 10.31857/S2500262724030118
25. Bouffleur T. R., Ciampi-Guillardi M., Tikami Í., et al. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects // Molecular Plant Pathology. 2021. Vol. 22. P. 393–409. <https://doi.org/10.1111/mpp.13036>
26. Gannibal P., Poluektova E., Gagkaeva T., Gomzhina M., Khyutti A. Fungi associated with potato and their significance as pathogens in Russia // Plant Protection News (Vestnik Zashchity Rasteniy). 2024. №107(4). P. 148–164. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-4-16711>
27. Jayawardena R. S., Hyde K. D., Damm U., Cai L., Liu M., Li X. H., Zhang W., Zhao W. S., Yan J. Y. Notes on currently accepted species of *Colletotrichum* // Mycosphere. 2016. №7(8). P. 1192–1260. DOI: 10.5943/mycosphere/si/2c/9.
28. Kövics G. J., De Gruyter J., Van Deraa H. A. *Phoma sojicola* comb. nov. and other hyaline-spored coelomycetes pathogenic on soybean // Mycological
17. Saenko G. M., Zelentsov S. V., Liven V. T. The role of water stress in the formation of microsclerotia of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. in soybean tissues // Oilseed crops. 2008; 1 (138): 53–56. (In Russ.)
18. Saenko G. M., Mustafina M. A. Phytosanitary inspection of soybeans in the Central Black Earth Region // Izvestia NV AUK. 2021; 2 (62): 175–185. DOI: 10.32786/2071-94852021-02-19. (In Russ.)
19. Slovareva O. Yu., Bondarenko G. N. PRA of *Diaporthe cucurbitae* and *Stagonosporopsis citrulli* for pumpkin seeds // Plant Health and Quarantine. 2022; 1: 40–47. <https://doi.org/10.69536/e2257-1164-9169-x> (In Russ.)
20. Smolyanaya N. M. Species diversity of phytopathogens in the soybean agroecocenosis in the Slayansky district of Krasnodar Krai // Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2017; 249–250. – EDN ZAUUIB. (In Russ.)
21. Toropova E. Yu., Kolesnikova T. P., Tsarkova M. F. Leaf-stem diseases of soybean on varieties of different maturity groups in the conditions of Amur Oblast // Bulletin of NSAU. 2024; 3: 104–112. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-104-112> (In Russ.)
22. Tsvetkova Yu. V., Khripko I. G. Results of the study of the species composition of fungi of the genus *Colletotrichum* in soybean crops of individual regions of Russia // V (XIII) International Botanical Conference of Young Scientists in St. Petersburg: Conference Proceedings, St. Petersburg, April 25–29, 2022. – SPb.: BIN RAS, 2022; 140–141. (In Russ.)
23. Tsvetkova Yu. V. Intraspecific diversity of *Colletotrichum truncatum* (Schweinitz) Andrus & W. S. Moore // Innovative processes in agriculture: Proceedings of the XIV International scientific and practical conference. Moscow, April 21–22, 2022 / edited by E. A. Dovletyarova. – Moscow: RUDN, 2022; 166–173. – ISBN 978-5-209-11291-4. (In Russ.)
24. Shumilova L. P., Kabotov E. E. Infection of soybeans in vivo with *Diaporthe eres* fungi // Russian Agricultural Science. 2024; 3: 56–61. DOI: 10.31857/S2500262724030118 (In Russ.)
25. Bouffleur T. R., Ciampi-Guillardi M., Tikami Í., et al. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects // Molecular Plant Pathology. 2021. Vol. 22. P. 393–409. <https://doi.org/10.1111/mpp.13036>
26. Gannibal P., Poluektova E., Gagkaeva T., Gomzhina M., Khyutti A. Fungi associated with potato and their significance as pathogens in Russia // Plant Protection News (Vestnik Zashchity Rasteniy). 2024. №107(4). P. 148–164. <https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-4-16711>
27. Jayawardena R. S., Hyde K. D., Damm U., Cai L., Liu M., Li X. H., Zhang W., Zhao W. S., Yan J. Y. Notes on currently accepted species of *Colletotrichum* // Mycosphere. 2016. №7(8). P. 1192–1260. DOI: 10.5943/mycosphere/si/2c/9.
28. Kövics G. J., De Gruyter J., Van Deraa H. A. *Phoma sojicola* comb. nov. and other hyaline-spored coelomycetes pathogenic on soybean // Mycological

Research. 1999. Vol. 103(8). P. 1065–1070. <https://doi.org/10.1017/S0953756298007990>

29. Yang H. C., Haudenschild J. S., Hartman G. L. *Colletotrichum incanum* sp. nov., a curved-conidial species causing soybean anthracnose in USA // Mycologia. 2014. №106(1). P. 32–42. DOI: 10.3852/13-013.

30. Yarmeeva M., Kutuzova I., Kurchaev M., Chudinova E., Kokaeva L., Belosokhov A., Belov G., Elansky A., Pobedinskaya M., Tsindeliani A., et al. *Colletotrichum* Species on Cultivated Solanaceae Crops in Russia // Agriculture. 2023. Vol. 13. P. 511. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030511>

31. Алтайский ЦГМС [Электронный ресурс]. <https://meteo22.ru/>

32. Гисметео [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gismeteo.ru/weather-khorol-4871/archive/>

33. Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni> (дата обращения: 05.04.2025).

34. Карантинные требования к импорту растений или растительной продукции в Китайскую Республику [Электронный ресурс]. URL <https://fsvps.gov.ru/files/karantinnye-trebovaniya-k-importu-rastenij-ili-rastitelnoj-produkcii-v-kitajskuju-respubliku/>

35. Климат: Приморский край [Электронный ресурс]. URL <https://ru.climate-data.org>

36. Конвенция между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики по карантину и защите растений [Электронный ресурс]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bi-64483.pdf> (дата обращения: 08.04.2025).

37. Примгидромет [Электронный ресурс]. URL: <https://www.primgidromet.ru/weather/>

38. Регламент Комиссии (ЕС) 2019/2072 от 28 ноября 2019 года [Электронный ресурс]. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/2072/oj#d1e32-216-1 (дата обращения: 08.04.2025).

39. Россельхознадзор. Экспорт/импорт [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/>

40. Россельхознадзор. Экспорт/импорт_Китай [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/kitay/>

41. Росстат (официальный сайт) [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata> (дата обращения: 05.02.2025).

42. Соглашение между Правительством Союза Советских Социалистических Республик и Правительством Французской Республики о сотрудничестве в области карантина и защиты растений (Париж, 11 марта 1987 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/texts/bi-61856.doc> (дата обращения: 08.04.2025).

43. ФГБУ «ВНИИКР» [Электронный ресурс]. URL: <https://vniikr.ru/search/?q=%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9+%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7&how=r>

Research. 1999. Vol. 103(8). P. 1065–1070. <https://doi.org/10.1017/S0953756298007990>

29. Yang H. C., Haudenschild J. S., Hartman G. L. *Colletotrichum incanum* sp. nov., a curved-conidial species causing soybean anthracnose in USA // Mycologia. 2014. №106(1). P. 32–42. DOI: 10.3852/13-013.

30. Yarmeeva M., Kutuzova I., Kurchaev M., Chudinova E., Kokaeva L., Belosokhov A., Belov G., Elansky A., Pobedinskaya M., Tsindeliani A., et al. *Colletotrichum* Species on Cultivated Solanaceae Crops in Russia // Agriculture. 2023. Vol. 13. P. 511. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030511>

31. Altai Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring [Electronic resource]. <https://meteo22.ru/>

32. Gismeteo [Electronic resource]. URL: <https://www.gismeteo.ru/weather-khorol-4871/archive/>

33. State register of varieties and hybrids of agricultural plants approved for use [Electronic resource]. URL: <https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionnykh-dostizheniy-dopushchennykh-k-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni> (дата обращения: 05.04.2025).

34. Quarantine requirements for the import of plants or plant products into the Republic of China [Electronic resource]. URL <https://fsvps.gov.ru/files/karantinnye-trebovaniya-k-importu-rastenij-ili-rastitelnoj-produkcii-v-kitajskuju-respubliku/>

35. Climate: Primorsky Krai [Electronic resource]. URL <https://ru.climate-data.org>

36. Convention between the Government of the Russian Federation and the Government of the People's Republic of China on Plant Quarantine and Protection [Electronic resource]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bi-64483.pdf> (last accessed: 08.04.2025).

37. Primgidromet [Electronic resource]. URL: <https://www.primgidromet.ru/weather/>

38. Commission Regulation (EU) 2019/2072 of 28 November 2019 [Electronic resource]. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/2072/oj#d1e32-216-1 (last accessed: 08.04.2025).

39. Rosselkhoznadzor. Export/import [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/>

40. Rosselkhoznadzor. Export/import_China [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru/importexport/kitay/>

41. Rosstat (official website) [Electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata> (last accessed: 05.02.2025).

42. Agreement between the Government of the Union of Soviet Socialist Republics and the Government of the French Republic on cooperation in the field of quarantine and plant protection (Paris, March 11, 1987) [Electronic resource]. URL: <https://faolex.fao.org/docs/texts/bi-61856.doc> (last accessed: 08.04.2025).

43. FGBU “VNIIR” [Electronic resource]. URL: <https://vniikr.ru/search/?q=%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BF%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9+%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7&how=r>

44. Федеральный закон от 30.12.2021 № 454-ФЗ «О семеноводстве» [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-30-12-2021-454-fz-o-semeno/>

45. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. N 358-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности» [Электронный ресурс]. URL: <https://64.fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-3-ijulja-2016-g-n-358-fz-o-vnesenii-izmenenij-v-otdelnye-zakonodatelnye-akty-rossijskoj-federacii-v-chasti-sovershenstvovaniya-gosudarstvennogo-regulirovaniya-v-oblasti-genno-inzh/>

46. Фитосанитарные требования к сое, кукурузе, заливному рису и рапсу, ввозимым из Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/china/files/china_soya_grain2016.pdf

47. FAOSTAT (официальная база данных ФАО) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (дата обращения: 05.04.2025).

48. IndexFungorum [Электронный ресурс]. URL: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

49. Köppen–Geiger Climate Classification [Электронный ресурс]. URL <https://www.koppen-map.com/>

50. Nasa Power [Электронный ресурс]. URL: <https://power.larc.nasa.gov/>

51. NCBI *Diaporthe cucurbitae* DAOM 42078 [Электронный ресурс]. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/NR_147563.1

52. RP5 архив погоды [Электронный ресурс]. URL: https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5

53. Weather Spark [Электронный ресурс]. URL <https://ru.weatherspark.com/>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Цветкова Юлия Владиславовна, научный сотрудник лаборатории микологии ИЛИЦ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия; аспирант кафедры микологии и альгологии, МГУ им. М. В. Ломоносова, Биологический факультет, г. Москва, Россия; ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail

44. Federal Law of 30.12.2021 No. 454-FZ “On Seed Production” [Electronic resource]. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-30-12-2021-454-fz-o-semeno/>

45. Federal Law of July 3, 2016 N 358-FZ “On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation in Terms of Improving State Regulation in the Field of Genetic Engineering Activities” [Electronic resource] URL: <https://64.fsvps.gov.ru/files/federalnyj-zakon-ot-3-ijulja-2016-g-n-358-fz-o-vnesenii-izmenenij-v-otdelnye-zakonodatelnye-akty-rossijskoj-federacii-v-chasti-sovershenstvovaniya-gosudarstvennogo-regulirovaniya-v-oblasti-genno-inzh/>

46. Phytosanitary requirements for soybeans, corn, paddy rice and rapeseed imported from the Russian Federation [Electronic resource]. URL: https://fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/importExport/china/files/china_soya_grain2016.pdf

47. FAOSTAT (official FAO database) [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (last accessed: 05.04.2025).

48. IndexFungorum [Electronic resource]. URL: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

49. Köppen–Geiger Climate Classification [Electronic resource]. URL <https://www.koppen-map.com/>

50. Nasa Power [Electronic resource]. URL: <https://power.larc.nasa.gov/>

51. NCBI *Diaporthe cucurbitae* DAOM 42078 [Electronic resource]. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/NR_147563.1

52. RP5 weather archive [Electronic resource]. URL: https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5

53. Weather Spark [Electronic resource]. URL <https://ru.weatherspark.com/>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yulia Tsvetkova, Researcher, Laboratory of Mycology, Testing Laboratory Center, FGBU “VNIIEKR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; Postgraduate student, Department of Mycology and Algology, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia; ORCID ID: 0000-0002-4334-9224, e-mail: yutska@mail