



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-12-7>

УДК: 632.4.01/08

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И РАСПРОСТРАНЕННОСТИ БОЛЕЗНЕЙ НА СОЕ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Алабугина М.Л., (✉)Коробейников А.С., Ашмарина Л.Ф.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

(✉)e-mail: contra.boehm@gmail.com

В последние годы отмечено значительное ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах многих сельскохозяйственных культур, в том числе кормовых. Одной из ценных кормовых культур является соя, получающая все большее распространение за пределами ее природной климатической зоны. В условиях Западной Сибири посевы сои почти ежегодно поражаются комплексом болезней, существенно снижающих урожайность и качество семенного материала, что требует комплексного подхода к обеспечению минимального инфекционного фона в посевах. Развитие эпифитотий на посевах сельскохозяйственных культур подчиняется определенной зависимости. Пик заболеваемости грибных инфекций связан с повышенными температурой и влажностью. Бактериальные инфекции обладают большей толерантностью к низким температурам и могут развиваться в заключительную фазу вегетации сои. Нами проведены исследования корреляционной зависимости между показателями заболеваемости грибными и бактериальными заболеваниями сои и погодно-климатическими условиями. Исследования проведены в 2016–2022 гг. в Новосибирской области. Выбор данных годов обусловлен формированием устоявшихся популяций соевых фитопатогенов, вызывающих ежегодные эпифитотии. В качестве образца для исследования заболеваемости посевов использован сорт сои СибНИИК 315. По результатам многолетних исследований этот сорт является наиболее поражаемым из всех. В качестве учитываемых заболеваний рассматривали листостебельные инфекции пероноспороз и пустульный бактериоз. Применение корреляционного анализа для установления степени взаимосвязи основных показателей зараженности посевов сои и погодно-климатических условий вегетационного периода позволило выявить определенную взаимосвязь, в основном за счет того, что грибные инфекции во все годы исследований проявлялись по типу эпифитотий. Вместе с тем этот способ мало подходит для заболеваний малораспространенных и имеющих характер кратковременных вспышек.

Ключевые слова: соя, сорт СибНИИК 315, пероноспороз, пустульный бактериоз, гидротермический коэффициент, корреляция

FEATURES OF DEVELOPMENT AND PREVALENCE OF DISEASES ON SOYBEAN IN THE FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Alabugina M.L., (✉)Korobeinikov A.S., Ashmarina L.F.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia
(✉)e-mail: contra.boehm@gmail.com

In recent years, there has been a significant deterioration of phytosanitary situation in plantings of many agricultural crops, including fodder crops. One of the valuable forage crops is soybean, which is becoming increasingly widespread outside its natural climatic zone. Under the conditions of Western Siberia, soybean crops are almost annually affected by a complex of diseases that significantly reduce

the yield and quality of the seed material, which requires a comprehensive approach to ensure a minimum infectious background in crops. The development of epiphytotics on crops follows a certain dependence. The peak incidence of fungal infections is associated with increased temperature and humidity. Bacterial infections have a greater tolerance to low temperatures and may develop during the final phase of soybean vegetation. We investigated the correlation between the incidence rates of fungal and bacterial diseases of soybean and weather and climatic conditions of all the years of research. The research was conducted in 2016–2022 in the Novosibirsk region. The choice of the years of research is due to the formation of established populations of soybean phytopathogens that cause annual epiphytotics. SibNIK 315 soybean variety was used as a sample for the study of the disease incidence in soybean crops. Based on long-term studies, this variety is the most affected of all the varieties. The leaf-stalk infections such as false mildew and pustular bacteriosis were considered as countable diseases. The use of correlation analysis to establish the degree of interrelation between the main indicators of soybean crop infestation and weather and climatic conditions of the growing season allowed to reveal a certain relationship – mainly due to the fact that fungal infections in all the years of research were manifested by the type of the epiphytotics. However, this method is not well suited for low prevalence diseases and diseases with short-term outbreaks.

Keywords: soybean, SibNIK 315, diseases, false mildew, pustular bacteriosis, hydrothermal coefficient, correlation

Для цитирования: Алабугина М.Л., Коробейников А.С., Ашмарина Л.Ф. Особенности развития и распространенности болезней на сое в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 12. С. 61–67. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-12-7>

For citation: Alabugina M.L., Korobeinikov A.S., Ashmarina L.F. Features of development and prevalence of diseases on soybean in the forest-steppe of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 12, pp. 61–67. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-12-7>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Важным фактором устойчивого развития сельскохозяйственного производства Сибири является предотвращение потерь урожая от комплекса вредных организмов. В последние годы отмечено значительное ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах многих сельскохозяйственных культур, в том числе кормовых¹. Проведенный нами многолетний фитосанитарный мониторинг семенного материала, почвы и посевов одно- и многолетних кормовых культур свидетельствует о значительном распространении и вредоносности обширного комплекса болезней².

Поражение кормовых культур возбудителями различных заболеваний приводит к ряду проблем [1, 2]:

- снижению общей продуктивности растений: биомассы растений, семенной продуктивности;
- уменьшению качества кормов в течение вегетации и при их хранении;
- снижению посевных качеств семенного материала;
- потерям питательных веществ, поскольку поражающие кормовое сырье возбудители используют их для своего роста и размножения. Плесневение зерна приводит к снижению содержания витаминов более чем на 25%, протеина – на 20, лизина – на 45%. Происходит ухудшение вкусовых качеств, так как заражение кормового сырья некоторыми видами грибов вызывает появление отталкивающего запаха и неприятного вкуса, снижающих потребление кормов;

¹Ашмарина Л.Ф., Горобей И.М., Коняева Н.М., Агаркова З.В. Атлас болезней кормовых культур в Западной Сибири. Новосибирск, 2010. 173 с.

²Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М., 2001. Т. 2. 708 с.

- изменению физических свойств сырья, проявляющемуся в образовании плотных комков, затрудняющих его транспортировку и приводящих к зависанию в сilosах;
- росту и размножению грибов и насекомых-паразитов, увеличению влажности, самогреванию зерна, что приводит к росту затрат на вентиляцию и необходимости регулярного перемещения в процессе хранения;
- образованию микотоксинов, что вызывает ухудшение здоровья, задержку роста животных и снижение продуктивности.

Перечисленные проблемы обусловливают необходимость разработки комплекса защитных мероприятий, снижающих вредоносность болезней на кормовых культурах.

Возделывание высокопродуктивных сортов с комплексной устойчивостью к действию абиотических и биотических стрес-соров – один из наиболее эффективных и перспективных направлений в современной защите растений, отвечающих потребностям современного адаптивного растениеводства [3]. Иммунные сорта способны обеспечить защиту урожая от потерь, получить продукцию высокого качества, обеспечить оздоровление экосистем [4]. Создание устойчивых сортов и на их основе оптимизация агротехнологии их возделывания способствуют коренным изменениям в системе защиты растений и повышению урожайности кормовых культур и сохранению экологической целостности окружающей среды [5, 6].

Одной из ценных кормовых культур является соя, получающая все большее распространение за пределами ее природной климатической зоны. Регулярно появляются ее новые перспективные сорта, в том числе направленные на получение высокопитательных кормов для нужд животноводческой отрасли³ [7].

В условиях Западной Сибири посевы сои почти ежегодно поражаются комплексом болезней, существенно снижающих урожайность и качество семенного материала, что

требует комплексного подхода к обеспечению минимального инфекционного фона в посевах [8]. В настоящее время существует большое количество разнообразных приемов и способов контроля заболеваемости посевов сои⁴ [9]. Кроме того, одним из достижений сибирских селекционеров конца XX в. стало создание сортов сибирского экотипа и введение их в культуру в экстремальных условиях Сибири [10].

Развитие эпифитотий на посевах сельскохозяйственных культур подчиняется определенной зависимости. Установлено, что пик грибных заболеваний, как правило, связан с повышенными температурой и влажностью [11, 12]. Бактериальные инфекции обладают большей толерантностью к низким температурам и могут развиваться в заключительную фазу вегетации сои.

Цель работы – установить зависимость распространенности и развития грибных и бактериальных заболеваний сои от погодно-климатических условий Западно-Сибирского региона.

В задачи исследований входила оценка заболеваемости сои в течение нескольких лет, а также выявление корреляционной зависимости между показателями заболеваемости и погодно-климатическими условиями всех лет исследований.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2016–2022 гг. на базе опытных участков СибНИИ кормов СФНЦА РАН (Новосибирская область). Выбор годов исследований обусловлен формированием устоявшихся популяций соевых фитопатогенов, вызывающих ежегодные эпифитотии.

В качестве образца для исследования заболеваемости посевов сои использован сорт СибНИИК 315. Выведенный в 1991 г., он многие годы применяется в полевых условиях в качестве сорта-стандарта. По результатам многолетних исследований этот сорт

³Торопова Е.Ю., Шульга Т.В., Селюк М.П. Эффективность проправителя семян сои в защите от болезней // Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России: сб. статей. Омск, 2018. С. 172–175.

⁴Сидорик И.В., Зинченко А.В. Значение сои в земледелии Казахстана // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. Краснодар, 2018. № 2 (174). С. 75–78.

также является наиболее поражаемым из всех. В качестве учитываемых заболеваний рассматривали листостебельные инфекции пероноспороз и пустульный бактериоз.

Основным методом учета листостебельных инфекций была визуальная оценка в соответствии с методическими указаниями ВИЗРа, ВИКа и ВИР⁵.

Оценку проводили по следующей шкале:

Балл	Степень поражения листьев и стеблей, %
0	Симптомы отсутствуют
2	11–25
3	11–25
4	11–25
5	11–25, гибель растения.

Учеты листостебельных инфекций сои осуществляли в течение всего периода вегетации.

На основе полученных данных рассчитывали показатели распространенности и развития заболеваний. Индекс развития болезни определяли по формуле

$$R = \frac{\Sigma (a \cdot b) \cdot 100}{N \cdot K},$$

где $\Sigma (a \cdot b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество учетных растений; K – высший балл шкалы учета.

Увлажненность вегетационного периода выражали через гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), рассчитываемый по формуле⁶

$$K = \frac{R \cdot 10}{\Sigma t},$$

где R – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше 10°C ; Σt – сумма температур ($^{\circ}\text{C}$) за то же время.

Зависимость заболеваемости растений сои от ГТК определяли через коэффициент корреляции с построением диаграммы рассеяния с использованием программы Microsoft Office Excel 2021.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Климатические условия всех лет исследований существенно различались по показателям средних температур и увлажнения. Практически полным отсутствием осадков в первой половине вегетационного периода характеризовался 2016 г. В последующие месяцы (июль – август) осадки были малочисленными, что сделало условия выращивания сои в этот год близкими к условиям зон сухого земледелия. В 2017 г. наблюдали иную ситуацию: периодические обильные осадки с июня по август на фоне относительно сухого мая. Условия для возделывания сои в этот год были оптимальными. Наиболее увлажненные месяцы вегетационного периода 2018 г. – июнь и июль, отметившиеся несколькими избыточно увлажненными днями (25–30 мм осадков). В целом год оказался в той же степени благоприятен для сои, как и предыдущий. Практически такие же условия наблюдали в 2020 г. В 2019 г. единственным увлажненным днем вегетационного периода был один день июля, в который выпало 37 мм осадков. В остальном увлажненность находилась на средне-низком уровне, что позволяет отнести этот год к засушливым. В 2021 г. отмечен своего рода разрыв между двумя средне-увлажненными месяцами: июнем и августом. На фоне слабой увлажненности мая этот год также можно назвать засушливым. В 2022 г. выявлено наименьшее количество осадков на фоне повышенных средних температур вегетационного периода: по своим характеристикам он наиболее приближен к 2016 г.

На основе данных средних температур и осадков по двум месяцам вегетационного периода (июль – август) рассчитан гидротермический коэффициент Селянинова (см. рис. 1). Именно на данные месяцы вегетационного периода в условиях Западной Сибири приходится наибольшее количество осадков. Эти данные необходимы для выявления взаимосвязи между условиями вегетационного периода и развитием наиболее типичных заболеваний сои.

⁵Методические указания по изучению устойчивости зерновых бобовых культур к болезням. Л.: ВИР, 1976. 74 с.

⁶Селянинов Г.Т. Мировой агроклиматический справочник. Л.; М., 1937.

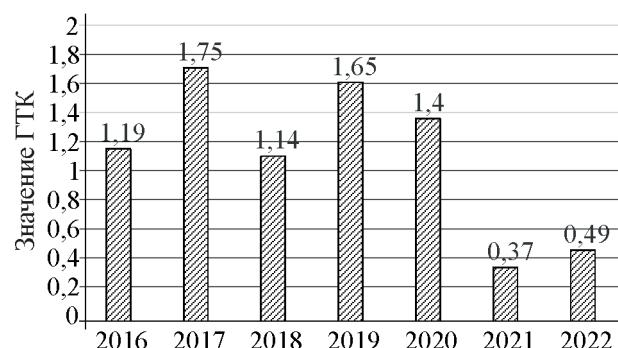


Рис. 1. Гидротермический коэффициент Селянина по всем годам исследований

Fig 1. Selyaninov's hydrothermal coefficient for all the years of research

Распространенность и развитие болезней сои по годам исследований были неравномерными. Распространенность и развитие переноносороза в 2017 г. оказались крайне незначительными, в 2022 г. заболевание полностью отсутствовало (см. рис. 2).

Пустульный бактериоз на сое только в отдельные годы развивался по типу эпифитотии: таким годом был 2022. В остальные годы он проявлял себя как сопутствующее заболевание, в большую часть лет отсутствовал (см. рис. 3).

В 2023 г. проведен корреляционный анализ распространенности и развития заболеваний с ГТК. Результаты представлены на рис. 4 и 5.

По результатам исследований наиболее выраженную корреляцию индекса развития переноносороза и погодно-климатических условий вегетационных периодов наблюда-



Рис. 2. Распространенность и развитие переноносороза в 2016–2022 гг.

Fig 2. Prevalence and development of false mildew in 2016–2022



Рис. 3. Распространенность и развитие пустульного бактериоза в 2016–2022 гг.

Fig. 3. Prevalence and development of pustular bacteriosis in 2016–2022

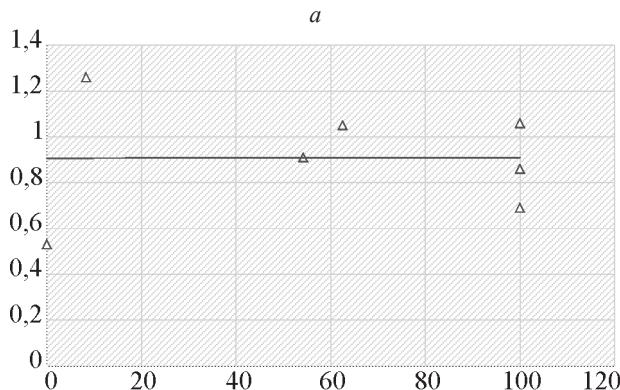
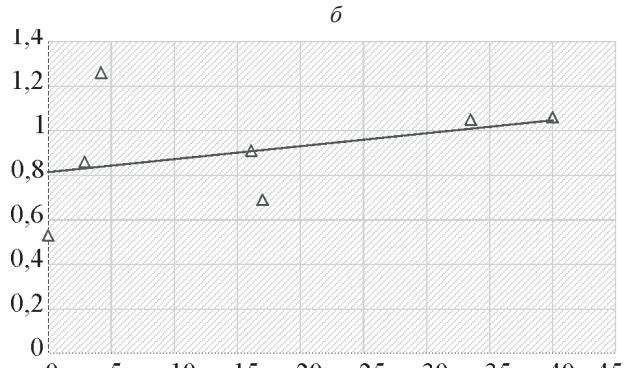


Рис. 4. Корреляция распространенности и развития переноносороза с ГТК:
а – $r = 0,14$; б – $r = 0,29$

Fig. 4. Correlation of the prevalence and development of false mildew with HTC:
а – $r = 0,14$; б – $r = 0,29$



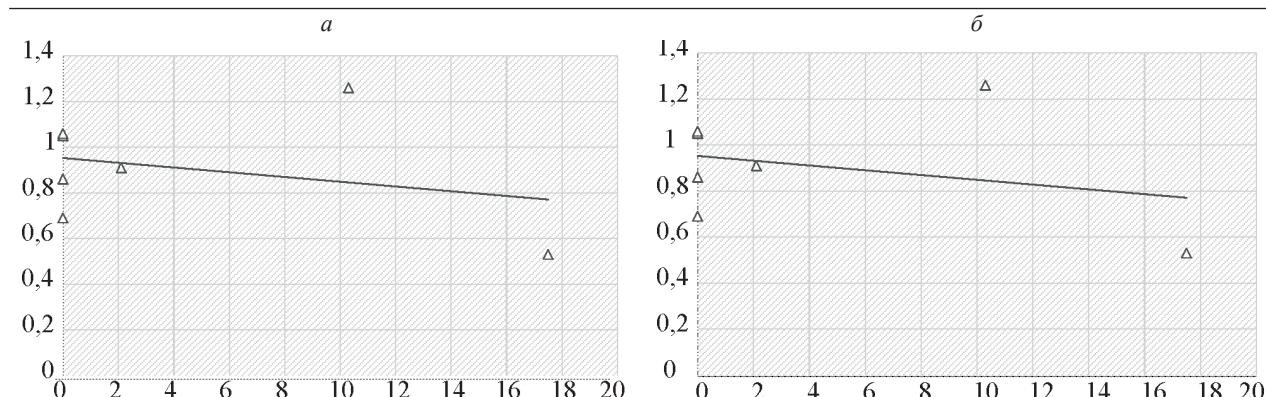


Рис. 5. Корреляция распространенности и развития пустульного бактериоза с ГТК:
а – $r = -0,49$; б – $r = -0,24$

Fig. 5. Correlation of the prevalence and development of pustular bacteriosis with HTK:
a – $r = -0.49$; б – $r = -0.24$

ли в 2016, 2018, 2019 и 2021 гг. В случае с распространенностью переноносороза такая взаимосвязь отмечена в 2018 и 2019 гг. Отрицательная корреляция между ГТК, распространенностью и развитием бактериозов в большей степени обусловлена неравномерностью проявления данных патогенов, что, возможно, потребует дальнейших исследований с использованием искусственного инфекционного фона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение корреляционного анализа для установления степени взаимосвязи основных показателей зараженности посевов сои и погодно-климатических условий вегетационного периода позволило выявить определенную взаимосвязь основных показателей поражаемости растений грибными заболеваниями с ГТК, в основном за счет того, что переноносороз во все годы исследований (исключая 2022) проявлялся по типу эпифитотий. Вместе с тем этот способ мало подходит для малораспространенных заболеваний, а также заболеваний, имеющих характер кратковременных вспышек. Очевидно, что, помимо влияния на распространенность и развитие заболеваний погодно-климатических условий, следует учитывать и такие факторы, как фитосанитарное состояние почвы и семенного материала, которые в данной работе не фигурировали. Это может послужить материалом для дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дега Л.А., Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М. Соя: болезни и вредители: монография. М., 2022. 127 с.
2. Резвицкий Т.Х., Тикиджсан Р.А., Позднякова А.В., Митлаш А.В., Калаиник В.Ю. Основные болезни на посевах сои // The Scientific Heritage. 2021. № 59-2 (59). Р. 6–8.
3. Цукин Н.Н. Адаптивность и хозяйствственно-биологическая оценка сортов зернофуражных культур на дерново-подзолистых почвах Нечерноземья // Инновации и продовольственная безопасность. 2018. № 3 (21). С. 126–137. DOI: 10.31677/2311-0651-2018-0-3-127-137.
4. Асеева Т.А., Трифунтова И.Б., Зенкина К.В. Скрининг мировой коллекции зерновых культур в Среднем Приамурье с целью создания сортов, толерантных к инфекционным заболеваниям // Аграрная наука. 2019. № 1. С. 17–21. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-17-21.
5. Полухин А.А., Цуканова З.Р., Гусева А.А., Молошонок А.А., Латынцева Е.В. Организация первичного семеноводства новых сортов зерновых, зернобобовых, крупяных культур и сои // Земледелие. 2022. № 5. С. 28–31. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-5-28-31.
6. Чубис В.В. Особенности формирования полевых севооборотов для органического земледелия в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5 (182). С. 51–57.
7. Афонин Н.М., Леонов А.А., Федотова Е.А. Повышение эффективности приемов защиты посевов сои от сорняков и болезней // Наука и образование. 2022. Т. 5. № 1.
8. Тишкова А.Г. Биологические приемы защиты сои от болезней // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 2 (58). С. 35–42.
9. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Фитопатоген-

- ная биота в условиях потепления климата (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 6–13.
10. Безмутко С.В., Кожевникова И.А., Черепанова Т.А. Анализ распространенности и развития основных грибных болезней сои в Приморском крае // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 4 (52). С. 9–15.
11. Щучка Р.В. Требования к десикации отдельных культур в условиях ЦЧР // Modern Science. 2021. № 3-1. С. 22–23.
12. Тараканов Р.И. Оценка устойчивости сортов сои к бактериальным болезням на искусственном инфекционном фоне // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 5. С. 92–107. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-5-92-107.

REFERENCES

1. Degas L.A., Butovets E.S., Lukyanchuk L.M. *Soybean: diseases and pests*. Moscow, 2022, 127 p. (In Russian).
2. Rezvitsky T.Kh., Tikidzhan R.A., Pozdnyakova A.V., Mitlash A.V., Kalashnik V.Yu. Main diseases in soybean crops. *The Scientific Heritage*, 2021, no. 59-2 (59), pp. 6–8. (In Russian).
3. Shchukin N.N. Adaptability and economic-biological evaluation of intensive varieties of grain crops on sod-podzolic soils of Non-Black Earth region. *Innovatsii i prodrovol'stvennaya bezopasnost' = Innovations and / Food safety*, 2018, no. 3 (21), pp. 126–137. (In Russian). DOI: 10.31677/2311-0651-2018-0-3-127-137.
4. Aseeva T.A., Trifuntova I.B., Zenkina K.V. Screening of world collection of grain crops in middle Priamurie to create tolerant varieties for infectious diseases. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*, 2019, no. 1, pp. 17–21. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-17-21.
5. Polukhin A.A., Tsukanova Z.R., Guseva A.A., Moloshonok A.A., Latytseva E.V. Organization of primary seed breeding of new varieties of grain, leguminous, cereal crops and soybeans. *Zemledelie = Zemledelie*, 2022, no. 5, pp. 28–31. (In Russian). DOI: 10.24412/0044-3913-2022-5-28-31.
6. Chibis V.V. The field crop rotations formation features for organic farming in the Western Siberia forest-steppe conditions. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasSAU*, 2022, no. 5 (182), pp. 51–57. (In Russian).
7. Afonin N.M., Leonov A.A., Fedotova E.A. Improving the effectiveness of protection techniques soybean crops from weeds and diseases. *Nauka i obrazovanie = Science and Education*, 2022, vol. 5, no. 1. (In Russian).
8. Tishkova A.G. Biological methods of protecting soybeans from diseases. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik = Far East Agrarian Herald*, 2021, no. 2 (58), pp. 35–42. (In Russian).
9. Sheshegova T.K., Shchekleina L.M. Phytopathogenic biota in the conditions of climate warming (review). *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology*, 2022, no. 3, pp. 6–13. (In Russian).
10. Bezmutko S.V., Kozhevnikova I.A., Cherepanova T.A. Analysis of the prevalence and development of the main fungal diseases of soybean in the Primorsky Krai. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik = Far East Agrarian Herald*, 2019, no. 4 (52), pp. 9–15. (In Russian).
11. Shchuchka R.V. Requirements for desiccation of individual crops in the conditions of the Central Chernobyl Region. *Modern Science*, 2021, no. 3-1, pp. 22–23. (In Russian).
12. Tarakanov R.I. Evaluation of the resistance of soybean cultivars to bacterial diseases on an artificial inoculation background. *Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2022, no. 5, pp. 92–107. (In Russian). DOI: 10.26897/0021-342X-2022-5-92-107.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алабугина М.Л., младший научный сотрудник
(✉) **Коробейников А.С.**, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; **e-mail:** contra.boehm@gmail.com

Ашмарина Л.Ф., главный научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Maria L. Alabugina, Junior Researcher
(✉) **Alexander S. Korobeinikov**, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; **e-mail:** contra.boehm@gmail.com

Ludmila F. Ashmarina, Head Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 07.09.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 12.11.2023
Дата публикации / Published 25.12.2023