

Научная статья

УДК 632.913:633.583(571.63)

EDN RXNOGO

DOI: 10.22450/199996837\_2022\_4\_19

### **Анализ фитосанитарного состояния соевых посевов в условиях Приморского края**

**Татьяна Алексеевна Выборова<sup>1</sup>, Светлана Владимировна Безмутко<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки Приморский край, Камень-Рыболов, Россия

<sup>1,2</sup> [dalniizr@mail.ru](mailto:dalniizr@mail.ru)

**Аннотация.** Исследования проводили с целью сбора и анализа данных о распространённости и степени развития грибных заболеваний сои в условиях юга Дальнего Востока. Многолетние (2002–2021 гг.) мониторинговые обследования фитосанитарного состояния соевых посевов осуществлялись в четырех агроклиматических зонах Приморского края (степной, лесостепной, южной и северной таежной). Результаты анализа свидетельствуют о неблагоприятной фитосанитарной обстановке в крае. Во всех зонах было отмечено нарастание распространённости грибных болезней. Установлено, что развитие корневых гнилей носило эпифитотийный характер и в среднем по годам было в диапазоне 7,7–40,4 %. Из листостебельных инфекций ежегодно доминировал септориоз, распространённость которого достигала 100 %, при средней интенсивности развития 25,5 %. Также каждый год отмечались церкоспороз и пероноспороз. Степень развития этих заболеваний была равна 18,1 и 25,1 %, соответственно. Результаты фитопатологической экспертизы семян сои показали значительную заражённость фузариозом (25 %) и бактериозом (3,3 %).

**Ключевые слова:** соя, мониторинг, грибные болезни, распространённость, развитие, Приморский край, фитопатологическая экспертиза

**Для цитирования:** Выборова Т. А., Безмутко С. В. Анализ фитосанитарного состояния соевых посевов в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 19–26. doi: 10.22450/199996837\_2022\_4\_19.

Original article

### **Analysis of the phytosanitary state of soybean crops in the conditions of Primorsky krai**

**Tatiana A. Vyborova<sup>1</sup>, Svetlana V. Bezmutko<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika Primorsky krai, Kamen-Rybolov, Russia

<sup>1,2</sup> [dalniizr@mail.ru](mailto:dalniizr@mail.ru)

**Abstract.** The research was carried out in order to collect and analyze data on the prevalence and degree of development of soybean fungal diseases in the conditions of the Far East south. Long-term (2002–2021) monitoring surveys of the phytosanitary state of soybean crops were carried out in four agro-climatic zones of Primorsky krai (steppe, forest-steppe, southern and northern taiga). The results of the analysis indicate an unfavorable phytosanitary situation in the region. An increase in the prevalence of fungal diseases was noted in all zones. It was found that the development of root rot had an epiphytotic character and was in the range of 7.7–40.4 % on average over the years. Among leaf-stem infections, septoria prevailed annually, the prevalence

of which reached 100 %, with an average intensity of development of 25.5 %. Cercosporosis and peronosporosis were also noted every year. The degree of development of these diseases was equal to 18.1 and 25.1 %, respectively. The results of phytopathological examination of soybean seeds showed significant infection with fusarium (25 %) and bacteriosis (3.3 %).

**Keywords:** soybean, monitoring, mushroom diseases, prevalence, development, Primorsky krai, phytopathological examination

**For citation:** Vyborova T. A., Bezmutko S. V. Analiz fitosanitarnogo sostoyaniya posevov soi v usloviyakh Primorskogo kraya [Analysis of the phytosanitary state of soybean crops in the conditions of Primorsky krai]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 19–26. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837\_2022\_4\_19.

**Введение.** В мировом земледелии соя занимает четвертое место после пшеницы, кукурузы и риса, и первое среди зернобобовых культур. Уникальный состав органических, минеральных, биологически активных веществ, их функциональные свойства обуславливают многогранность и универсальность использования сои [1]. Эта ценная культура обладает высокой продуктивностью и широко используется во многих отраслях промышленности: пищевой, кормовой, технической, текстильной и др. Также соя является хорошим сидератом, она обогащает почву азотом, тем самым повышает урожайность следующих за ней культур в севообороте.

Сою выращивают более 94 стран мира [2]. Основные регионы выращивания сои в России – Амурская, Белгородская, Еврейская автономная области, Приморский и Краснодарский края [3].

Несмотря на то, что во всем мире были достигнуты успехи в увеличении производства сои, фермеры по-прежнему сталкиваются с большими потерями в производстве из-за неконтролируемых факторов, таких как резкие изменения температуры окружающей среды, нехватка воды и атаки фитопатогенов. Болезни растений, вызванные грибами, могут привести к большим потерям производства зерна, его качества и рентабельности [4]. Соя поражается обширным комплексом фитопатогенов, среди которых присутствуют бактерии, грибы, вирусы и микоплазмы. В целом на сое зарегистрировано порядка 60 заболеваний, вызываемых патогенными микроорганизмами [5].

Защита посевов сои строится на регулярном мониторинге вредных объектов и является составной частью техноло-

гии возделывания культуры. Назначение фитосанитарного мониторинга состоит в том, чтобы с достаточной полнотой собрать информацию о болезнях и предложить наиболее рациональные подходы к профилактическим и защитным мероприятиям [6].

**Методика исследований.** Исследования проводились на базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений. Сбор информации о видовом составе, распространенности и развитии грибных болезней сои проводили согласно общепринятым методикам с помощью маршрутных обследований хозяйственных посевов Приморского края на протяжении 2002–2021 гг.

Учет болезней выполняли в фазы полных всходов, начала цветения и налива бобов на различных вегетативных органах растений и корнях. При выездах на обследования специалисты визуально оценивали развитие болезней сои. При этом фиксировались и сопутствующие данные и параметры – возделываемый сорт, фаза развития сои, площадь посева культуры, предшественник, применение фунгицидов. В лабораторных условиях патогенные свойства возбудителей болезней изучали методами влажных камер, также проводили фитопатологическую экспертизу семян (в соответствии с требованиями ГОСТ 12044–93) [7–9].

**Результаты исследований и обсуждение.** За двадцать лет (с 2002 по 2021 гг.) проведенных исследований в хозяйственных посевах сои Приморского края были выявлены заболевания, которые чаще всего поражают культуру, а именно корневые гнили сложной этиологии, септориоз (*Septoria glycines* Hemmi.), пероноспороз

(*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd.) и церкоспороз (*Cercospora sojina* Hara.).

Анализ метеорологических данных показал, что температура воздуха в крае в период наблюдений (с июня по сентябрь) практически во все годы исследований была выше среднегодовых значений и составила 14,7–21,4 °С [10] (табл. 1).

По количеству выпавших осадков выделены наиболее увлажненные 2016, 2019 и 2020 гг. Сумма осадков в эти годы за период наблюдений составила 475,0; 489,0 и 548,3 мм, соответственно (табл. 2).

Муссонный климат Приморского края, обилие влаги в летний период способствуют мощному толчку развития грибных инфекций. Наибольший ущерб наносят заболевания корня и прикорневой части стебля. Ежегодно эта группа заболе-

ваний вызывает гибель 20–40 % всходов и взрослых растений.

На обследуемых территориях корневые гнили встречаются ежегодно и повсеместно. В ходе проведенной работы отмечено, что заболевание вызывает комплекс различных видов грибов, среди которых преобладают: *Fusarium spp.*, *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten., *Corynespora cassiicola* (Berk. et Curt.) Wei., *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferr.

Во все годы исследований развитие корневых гнилей на всходах сои носило эпифитотийный характер, и в среднем по годам достигало 7,7–40,4 %, что в 1,5–8 раз выше порога вредоносности (рис. 1).

Следует отметить, что наибольшее развитие корневых гнилей отмечено в годы с избыточной влажностью – 40,4 %

**Таблица 1 – Температура воздуха в Приморском крае (2002–2021 гг.)**

**В градусах Цельсия**

Год	Месяц				Среднее за четыре месяца
	июнь	июль	август	сентябрь	
2002	16,4	20,5	19,1	14,5	17,6
2003	19,0	19,5	20,0	15,1	18,4
2004	18,9	20,7	20,0	15,5	18,8
2005	19,7	20,6	21,2	15,2	19,2
2006	16,5	21,4	22,1	15,0	18,7
2007	19,0	20,0	21,8	15,7	19,1
2008	18,3	22,0	20,6	15,1	19,0
2009	16,4	19,7	20,4	13,9	17,6
2010	21,1	21,8	22,1	15,3	20,1
2011	17,3	22,2	21,5	14,1	18,8
2012	18,2	21,6	20,6	16,5	19,2
2013	19,2	21,8	21,3	14,6	19,2
2014	19,3	21,8	20,6	14,6	19,1
2015	18,1	21,0	21,3	15,5	19,0
2016	17,0	21,4	21,6	15,7	18,9
2017	16,8	22,6	20,4	14,7	18,6
2018	17,7	23,0	20,0	14,4	18,8
2019	17,0	22,0	20,8	15,2	18,7
2020	17,1	21,5	21,4	16,1	19,0
2021	18,4	24,4	21,6	15,8	20,0
Среднее за 2002–2021 гг.	18,1	21,5	20,9	15,1	18,9
Среднегодовое значение (1980–2021 гг.)	17,8	21,4	20,9	14,7	18,7

Таблица 2 – Количество осадков в Приморском крае (2002–2021 гг.)

В миллиметрах

Год	Месяц				Сумма осадков за период наблюдений
	июнь	июль	август	сентябрь	
2002	118,5	111,8	149,5	46,3	426,0
2003	53,3	54,0	104,0	46,0	257,3
2004	48,8	127,5	38,0	70,0	284,3
2005	32,5	118,5	99,8	36,0	286,8
2006	87,8	91,5	117,3	63,8	360,3
2007	78,5	71,3	74,5	141,8	366,0
2008	52,5	153,0	68,0	25,5	299,0
2009	125,0	150,3	93,0	65,5	433,8
2010	63,8	141,5	109,8	31,0	346,0
2011	84,0	91,5	80,0	80,5	336,0
2012	53,3	111,3	133,0	147,0	444,5
2013	79,3	244,3	136,0	43,8	503,3
2014	61,5	168,5	75,0	105,5	410,5
2015	112,5	135,8	129,0	17,0	394,3
2016	72,3	116,3	207,5	79,0	475,0
2017	97,5	95,0	104,8	53,3	350,5
2018	53,0	112,8	136,8	66,0	368,5
2019	111,8	93,3	251,3	32,8	489,0
2020	163,8	59,8	218,8	106,0	548,3
2021	87,3	44,0	99,3	97,5	328,0
Среднее за 2002–2021 гг.	81,9	114,6	121,3	67,7	385,4
Среднемноголетнее значение (1980–2021 гг.)	88,3	111,5	104,1	78,5	382,4

(2016 г.) и 36,3 % (2020 г.), при этом распространение патогена было на уровне 97,5 и 94,2 %, соответственно (рис. 1).

В среднем за годы исследований, максимальное распространение заболевания зафиксировано в северной таежной зоне края – 79,5 %. Интенсивность развития инфекции при этом составляла 27,7 % (табл. 3). Нарастание болезни здесь можно объяснить тем, что культура возделывалась беспрерывно от двух до пяти лет, для посева использовались семена массовой репродукции, а предпосевная обработка семян не проводилась в полном объеме.

Многолетние наблюдения за развитием грибных заболеваний сои в Приморском крае подтвердили наличие в хозяйственных посевах большого количества растений, инфицированных пероноспо-

розом (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd.), церкоспорозом (*Cercospora sojae* Nara.) и септориозом (*Septoria glycines* Hemmi.). Эта группа вредоносных для культуры заболеваний сформировалась, благодаря теплому и влажному климату региона. Патогены активно поражают не только листья, но и все органы растения. При посеве зараженных семян присутствует большой риск быстрого инфицирования всходов, что провоцирует угнетение роста и последующую гибель растений. Листовые пятнистости могут привести к потерям до 20 % урожая в зависимости от метеорологических условий и восприимчивости сортов.

Ежегодные обследования показывают, что повсеместно по краю доминирует септориоз. Степень развития заболевания

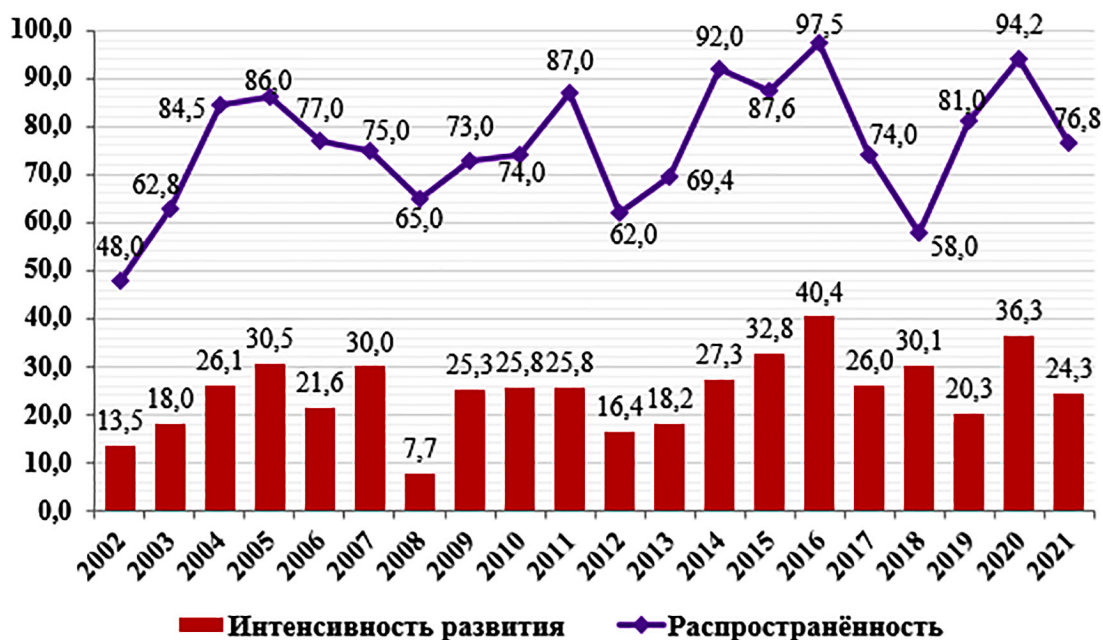


Рисунок 1 – Динамика развития корневых гнилей в Приморском крае за период 2002–2021 гг., %

Таблица 3 – Распространенность (P) и интенсивность развития (r) болезней сои в различных агроклиматических зонах Приморского края (средние показатели за 2002–2021 годы)

В процентах

Зоны края	Корневые гнили		Пероноспороз				Септориоз				Церкоспороз			
	I		II		III		II		III		II		III	
	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r
Степная	75,4	23,2	79,8	15,7	88,1	26,7	70,0	13,6	82,4	22,4	27,2	4,0	72,4	15,6
Лесостепная	75,4	23,2	74,7	15,7	88,5	26,0	71,7	13,6	82,7	28,0	32,6	5,1	73,0	20,0
Южная таежная	73,8	22,1	68,0	16,0	84,6	28,0	61,2	8,3	83,9	23,1	36,2	4,3	73,8	19,4
Северная таежная	79,5	27,7	68,2	16,7	86,3	27,7	65,5	10,0	90,7	29,2	35,8	6,2	76,1	23,6

Примечания: 1. I – первый срок проведения учетов (фаза полных всходов).  
 2. II – второй срок проведения учетов (фаза цветения).  
 3. III – третий срок проведения учетов (фаза налива семян).

с 2006 по 2021 гг. находилась примерно на одинаково высоком уровне, и в среднем за годы исследований составила 25,5 % (рис. 2).

По результатам многолетних мониторинговых обследований, анализ собранных данных показал, что наиболее интенсивное развитие патогена наблюдается в северной таежной зоне – 29,2 % (табл. 3).

В период 2002–2012 гг. пероноспороз находился выше порога вредоносности, а в последующие 9 лет исследования

показали, что патоген не является столь актуальным и представляющим большую вредоносность для сои. Вероятнее всего, снижению уровня развития заболевания, в течение вегетационного периода, способствовала высокая температура воздуха, которая была выше среднееголетних значений на 0,3 °C (2020 г.) и 1,3 °C (2021 г.) (табл. 1). В зависимости от погодных условий года распространенность болезней в агроценозах сои заметно варьировала, наблюдались возрастания и

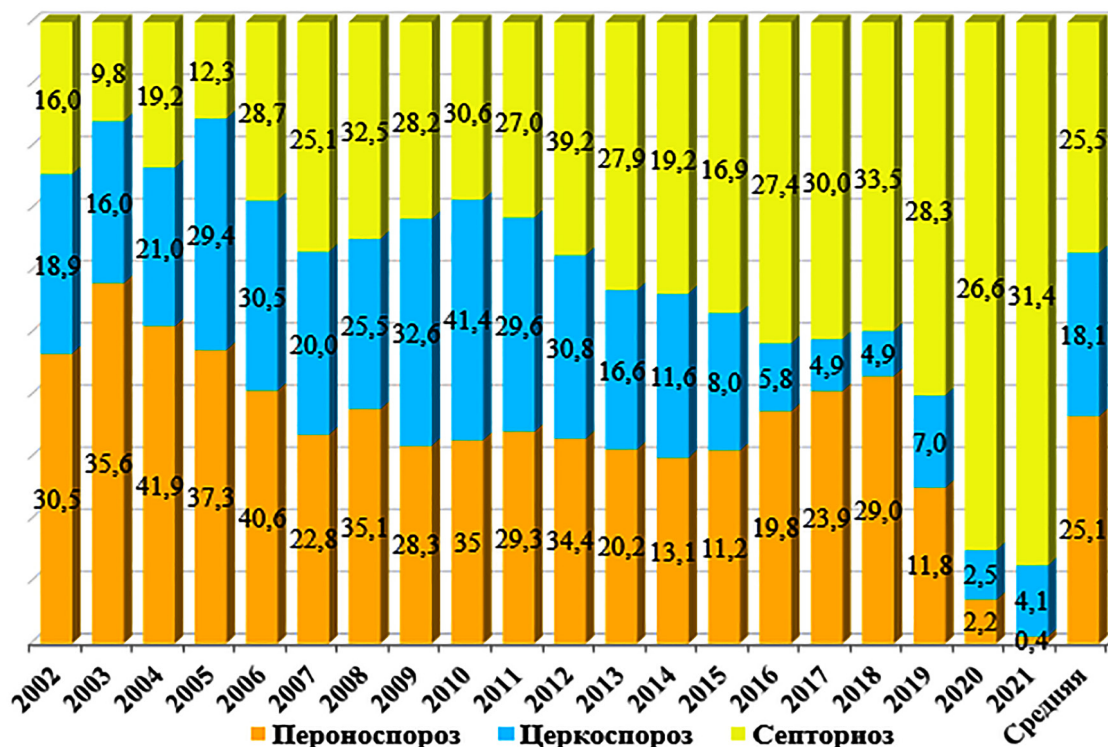


Рисунок 2 – Динамика интенсивности развития листостебельных болезней сои в Приморском крае за период 2002–2021 гг., %

спады. Снижение температуры воздуха в период 2016–2018 гг. (табл. 1) способствовало повышению интенсивности развития пероноспороза до 19,8–29,0 % (рис. 2).

Учет патогена в агроклиматических зонах края показал наивысшую интенсивность развития (28 %) заболевания на листьях растений сои в фазу образования бобов, в южной таежной зоне (табл. 3).

В целом по краю, с 2016 г. наблюдается тенденция к снижению степени развития ( $\geq 10$  %) церкоспороза. Минимальное значение отмечено в 2020 г. – 2,5 % (рис. 2). Это можно объяснить тем, что в хозяйствах стали применять прогрессивные технологии возделывания сои и внедрять в производство новые сорта.

Фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур напрямую зависит от качества семенного материала. Посев зараженными семенами приводит к распространению заболеваний на вегетирующих растениях, что в свою очередь создает и поддерживает очаги инфекции.

Анализ результатов фитопатологической экспертизы показал ежегодную значительную зараженность семенного материала грибными инфекциями и бак-

териями. Всего за период 2002–2021 гг. проанализировано 786 партий семян сои, предоставленных контрольно-семенными лабораториями шести районов Приморья (табл. 4).

За многолетний период исследования уровень зараженности семян фузариозом варьировал от 9,2 до 56,0 %, что в 1,8–11,2 раза превышает порог вредности. Заражение семян бактериозом было в диапазоне от 0,1 до 14,1 %. Следует отметить, что с 2010 г. наблюдается тенденция к снижению процента общей зараженности семян, что может быть связано с использованием эффективных комплексных защитных мероприятий.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что в условиях Дальнего Востока соя поражается большим комплексом вредоносных болезней, развитие которых в отдельные годы носит эпифитотийный характер, что свидетельствует о необходимости выведения устойчивых сортов, а также разработки системы защитных мероприятий с учетом структуры патогенных комплексов для увеличения продуктивности культуры.

**Таблица 4 – Результаты фитопатологической экспертизы семян сои Приморского края в 2002–2021 гг.**

**В процентах**

Год	Поражено – всего	Зараженность	
		<i>Fusarium spp.</i>	бактерии
2002	57,7	56,0	1,7
2003	37,8	35,4	2,4
2004	33,1	31,6	1,5
2005	19,2	18,2	1,0
2006	18,6	15,9	2,7
2007	11,0	10,9	0,1
2008	39,5	35,0	4,5
2009	51,0	48,0	3,0
2010	47,4	45,0	2,4
2011	44,5	30,4	14,1
2012	38,5	28,3	10,2
2013	36,9	35,6	1,3
2014	12,9	9,2	3,7
2015	15,6	10,0	5,6
2016	25,1	20,3	4,8
2017	14,4	12,9	1,5
2018	13,7	13,4	0,3
2019	23,0	21,1	1,9
2020	13,3	12,2	1,1
2021	13,8	10,7	3,1
Средняя за период 2002–2021 гг.	28,4	25,0	3,3

**Список источников**

1. Резвякова С. В., Еремин Л. П. Повышение урожайности сои на основе защиты от грибных болезней // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 77–83.
2. Синеговский М. О., Кузьмин А. А. Состояние, перспективы и фитосанитарные риски производства сои // Защита и карантин растений. 2020. № 10. С. 7–12.
3. Кривошлыков К. М., Рощина Е. Ю., Козлова С. А. Анализ состояния и развития производства сои в мире и в России // Масличные культуры. 2016. Вып. 3 (167). С. 64–69.
4. Identification of SNPs in RNA-seq data of two cultivars of *Glycine max* (soybean) differing in drought resistance / R. O. Vidal, L. C. do Nascimento, J. M. C. Mondego [et al.] // Genetics and Molecular Biology. 2012. Vol. 35. P. 331–334.
5. Коробейников А. С., Ашмарина Л. Ф. Оценка селекционного материала сои на комплексную устойчивость к фитопатогенам // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 9 (203). С. 5–9.
6. Саенко Г. М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае // Масличные культуры. 2019. Вып. 3 (179). С. 106–113.
7. Корсаков Н. И., Овчинникова А. Н., Мизева В. И. Изучение устойчивости сои к грибным болезням : методические указания. Л. : ВИР, 1979. 46 с.
8. Чумаков А. Е. Основные методы фитопатологических исследований. Л. : Колос, 1974. 8 с.
9. Compendium of Soubean Diseases. Illinois : American Phytopathological Society, 1982. 104 p.

10. Справочно-информационный портал «Погода и климат» : сайт. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (дата обращения: 11.07.2022.).

### References

1. Rezvjakova S. V., Eremin L. P. Povyshenie urozhajnosti soi na osnove zashhity ot gribnyh boleznej [Increasing of soybean yield based on protection against fungal diseases]. *Vestnik agrarnoj nauki. – Bulletin of Agrarian Science*, 2021; 3: 77–83 (in Russ.).
2. Sinegovskij M. O., Kuzmin A. A. Sostojanie, perspektivy i fitosanitarnye riski proizvodstva soi [State, prospects and phytosanitary risks of soybean production]. *Zashhita i karantin rastenij. – Plant Protection and Quarantine*, 2020; 10: 7–12 (in Russ.).
3. Krivoshlykov K. M., Roshhina E. Ju., Kozlova S. A. Analiz sostojanija i razvitija proizvodstva soi v mire i v Rossii [Analysis of state and development of soybean production in the world and Russia]. *Maslichnye kul'tury – Oilcrops*, 2016; 3: 64–69 (in Russ.).
4. Vidal R. O., do Nascimento L. C., Mondego J. M. C., Pereira G. A. G., Carazzolle M. F. Identification of SNPs in RNA-seq data of two cultivars of *Glycine max* (soybean) differing in drought resistance // *Genetics and Molecular Biology*, 2012; 35: 331–334.
5. Korobejnikov A. S., Ashmarina L. F. Ocenka selekcionnogo materiala soi na kompleksnuju ustojchivost' k fitopatogenam [Evaluation of soybean breeding material for complex resistance to phytopathogens]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2021; 9: 5–9 (in Russ.).
6. Saenko G. M. Fitosanitarnyj monitoring osnovnyh boleznej soi v Krasnodarskom krae [Phytosanitary monitoring of the basic diseases on soybean in the Krasnodar region]. *Maslichnye kul'tury. – Oilcrops*, 2019; 3: 106–113 (in Russ.).
7. Korsakov N. I., Ovchinnikova, A. N., Mizeva, V. I. *Izucheniye ustoychivosti soi k gribnym boleznyam [The study of soybean resistance to fungal diseases]*, Leningrad, VIR, 1979, 46 p. (in Russ.).
8. Chumakov A. E. *Osnovnyye metody fitopatologicheskikh issledovaniy [The main methods of phytopathological studies]*, Leningrad, Kolos, 1974, 8 p. (in Russ.).
9. Compendium of Soubean Diseases, Illinois, American Phytopathological Society, 1982, 104 p.
10. Spravochno-informacionnyj portal "Pogoda i klimat" [Reference and information portal "Weather and Climate"]. *Pogodaiklimat.ru* Retrieved from <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (Accessed 11 July 2022). (in Russ.).

© Выборова Т. А., Безмутко С. В., 2022

Статья поступила в редакцию 08.10.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 08.10.2022; approved after reviewing 29.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.

### Информация об авторах

**Выборова Татьяна Алексеевна**, младший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений, [dalniizr@mail.ru](mailto:dalniizr@mail.ru);

**Безмутко Светлана Владимировна**, научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений, [dalniizr@mail.ru](mailto:dalniizr@mail.ru)

### Information about authors

**Tatiana A. Vyborova**, Junior Researcher, Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection, [dalniizr@mail.ru](mailto:dalniizr@mail.ru);

**Svetlana V. Bezmutko**, Researcher, Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection, [dalniizr@mail.ru](mailto:dalniizr@mail.ru)