

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТАКТНОГО И СИСТЕМНОГО ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОИ В ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Ю. Торопова, доктор биологических наук, профессор

И.А. Каменев, магистрант

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: 89139148962@yandex.ru

Ключевые слова: соя, семена, корневая гниль, протравливание, инокулянты, контактный протравитель, системный протравитель, биологическая эффективность, хозяйственная эффективность.

Реферат. Цель исследования заключалась в оценке биологической и хозяйственной эффективности фунгицидных протравителей сои разного механизма действия в баковой смеси с инокулянтами в лесостепи Новосибирской области. Исследования проводили в 2019–2022 гг. в условиях северной лесостепи Новосибирской области по общепринятым методикам. Для исследований были использованы: системный протравитель Баритон (протиоконазол 37,5 г/л + флуоксастробин 37,5 г/л) в норме 1,5 л/т и контактный Максим (флудиоксонил 25 г/л) в норме 2,0 л/т, инокулянт послужил ХайКоут Супер Соя (ХКСС) 1,42 л/т совместно с питательной средой ХайКоут Супер Экстендер (ХКСЭ) 1,42 л/т. В среднем за четыре года развитие корневых гнилей сои по предшественнику озимая пшеница превышало порог вредоносности в контрольном варианте по годам в 1,3–2,7 раза, максимальный показатель был отмечен в засушливом 2022 г., когда растения сои испытывали двойной стресс – гидротермический и биотический. В течение вегетации из подземных органов сои были выделены *F. oxysporum*, *F. roae*, *F. equiseti*, *F. sporotrichioides*, *F. solani* и др. В патогенный комплекс корневых гнилей сои входили также грибы родов *Pythium* и *Rhizoctonia*. Биологическая эффективность обработки семян против корневых гнилей составляла 40,2–76,4% и была выше, когда всходы сои развивались в увлажненных условиях. Хозяйственная эффективность обработки семян составила по годам 103–347% с максимумом в увлажненные годы. Лучшим вариантом предпосевной обработки семян признан контактный протравитель Максим, 2,0 л/т в баковой смеси с инокулянт-ом ХайКоут Супер Соя (ХКСС), 1,42 л/т совместно с питательной средой ХайКоут Супер Экстендер (ХКСЭ), 1,42 л/т. Оба фунгицидных протравителя показали бактерицидное действие на симбиотические азотфиксирующие бактерии, снижая число клубеньков до 43,2%, их массу – до 38,1%. Протравливание и инокуляция семян сои оказали положительное влияние на качество полученного урожая. Содержание протеина было наибольшим в варианте Баритон совместно с инокулянтами ХКСС + ХКСЭ и составило 41,4% при 36,8% в контроле. Протравители оказали достоверное положительное влияние на качество семян сои нового урожая, самое лучшее последствие выявлено в варианте Максим, 2,0 л/т + инокулянты, где распространенность всех фитопатогенов была ниже ЭПВ, а всхожесть – максимальной.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF CONTACT AND SYSTEMIC FUNGICIDES FOR TREATING SOYBEAN SEEDS IN THE FOREST-STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK REGION

E.Yu. Toropova, Doctor of Biological Sciences, Professor

I.A. Kamenev, Master's student

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: 89139148962@yandex.ru

Keywords: soybean, seeds, root rot, dressing, inoculants, contact disinfectant, systemic disinfectant, biological effectiveness, economic efficiency.

Abstract. The study aimed to evaluate the biological and economic effectiveness of fungicidal soybean disinfectants of different mechanisms of action in a tank mixture with inoculants in the forest-steppe of the Novosibirsk region. The studies were carried out in 2019–2022. Generally accepted methods are used in the conditions of the northern forest steppe of the Novosibirsk region. For the studies, we used the systemic protectant Baritone (prothioconazole 37.5 g/l + fluoxastrobin 37.5 g/l) at a rate of 1.5 l/t and contact Maxim (fludioxonil 25 g/l) at a rate of 2.0 l/t, the inoculant was HiCoat Super Soybean (HCSS) 1.42 l/t together with the nutrient

*medium HiCoat Super Extender (HCSE) 1.42 l/t. On average, over four years, the development of soybean root rots, according to the predecessor winter wheat, exceeded the harmfulness threshold in the control variant by 1.3–2.7 times over the years; the maximum indicator was noted in the dry year of 2022 when soybean plants experienced double stress - hydrothermal and biotic. *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. equiseti*, *F. sporotrichioides*, and *F. solani* were isolated from the underground soybean organs during the growing season. The pathogenic complex of soybean root rots also included fungi of the genera *Pythium* and *Rhizoctonia*. The biological effectiveness of seed treatment against root rot was 40.2–76.4% and was higher when soybean seedlings developed in moist conditions. The economic efficiency of seed treatment was 103–347% over the years, with a maximum in wet years. The best option for pre-sowing seed treatment is the contact disinfectant Maxim, 2.0 l/t in a tank mixture with the inoculant HiCoat Super Soya (HCSS), 1.42 l/t together with the nutrient medium HiCoat Super Extender (HCSE), 1.42 l/t. Both fungicidal disinfectants showed a bactericidal effect on symbiotic nitrogen-fixing bacteria, reducing the number of nodules to 43.2% and their weight to 38.1%. Treatment and vaccination of soybean seeds positively affected the quality of the resulting crop. The protein content was the highest in the Baritone variant together with the inoculants HCSS + HCSE and amounted to 41.4% versus 36.8% in the control. Dressing agents had a significant positive effect on the quality of soybean seeds of the new crop; the best aftereffect was found in the Maxim variant, 2.0 l/t + inoculants, where the prevalence of all phytopathogens was below the ETH (economic threshold of harmfulness), and germination was maximum.*

Соя является ценной технической культурой. В настоящее время она в мировом земледелии занимает первое место по посевным площадям среди масличных и зернобобовых культур. Соя отличается высоким содержанием белка – около 40% и масла – до 25 % [1–3]. Закономерно, что возделывание данной культуры вызывает большой интерес у сельскохозяйственных товаропроизводителей. Основные площади сои в Российской Федерации сосредоточены в Дальневосточном федеральном округе, но и другие регионы страны постепенно увеличивают масштабы возделывания культуры. Так, посевные площади под соей в Западной Сибири ежегодно растут, что связано с ее высокой маржинальностью. За последние годы площади возделывания сои в Новосибирской области, по данным территориальных органов Федеральной службы статистики, ежегодно увеличиваются и составили на 2022 г. более 20 тыс. га. В разных областях Западной Сибири урожайность культуры варьирует от 1,5 до 3,0 т/га и в значительной степени зависит от технологии возделывания [4–10].

Более 30 видов фитопатогенов могут наносить вред сое, приводя к снижению урожайности на 15–20 % и более [11–12]. В этой связи потенциальная урожайность сои в Новосибирской области не реализуется в полной мере. Многие возбудители болезней сои передаются через семена, снижая их посевные качества, изреживая всходы, угнетая развитие растений [1. 3. 12].

Среди болезней сои особой распространенностью и вредоносностью отличается фу-

зариозная корневая гниль, возбудители которой передаются через семена [1, 3, 6]. В связи с этим одним из основных приемов интегрированной защиты сои является предпосевная обработка семян, призванная не только защитить всходы от фитопатогенов, но и стимулировать формирование у растений азотфиксирующих клубеньков, определяющих продуктивность культуры [13–15].

Эффективность препаратов для предпосевного протравливания семян сои в значительной мере определяется составом действующих веществ, механизмом их действия, влиянием протравителей на азотфиксирующие бактерии, погодными условиями вегетации, а также комплексом агроэкологических факторов в период посева обработанных семян [6, 9, 11].

Несмотря на актуальность фитосанитарной оптимизации технологии возделывания сои в Западной Сибири, факторы, определяющие эффективность предпосевной подготовки семян сои, изучены недостаточно. В этой связи цель исследования заключалась в оценке биологической и хозяйственной эффективности фунгицидных протравителей сои разного механизма действия в баковой смеси с инокулянтами в лесостепи Новосибирской области.

В задачи исследований входило:

1. Установление влияния вариантов предпосевной обработки семян на развитие корневой гнили сои в полевых условиях.
2. Уточнение этиологии корневых гнилей сои в зоне исследования.

3. Установление влияния инокулянтов и их баковых смесей с протравителями на формирование клубеньков растений.

4. Изучение влияния обработки семян сои на количество и качество полученного урожая.

5. Изучение последствий протравителей на качество семян сои нового урожая.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили с 2019 по 2022 г. в полевых условиях колхоза им. XX съезда КПСС Тогучинского района Новосибирской области общепринятыми методами [16].

Для исследований были использованы: системный протравитель Баритон (протиоконзол 37,5 г/л + флуоксастробин 37,5 г/л) в норме 1,5 л/т и контактный Максим (флудиоксонил 25 г/л) 2,0 л/т, инокулянт послужил ХайКоут Супер Соя (ХКСС) 1,42 л/т совместно с питательной средой ХайКоут Супер Экстендер (ХКСЭ) 1,42 л/т. В опыте высевали сорт сои СибНИИК-9, предшественником была озимая пшеница. Посев осуществлялся посевным комплексом John Deere 730 при норме высева 900 тыс/га всхожих семян и внесении стартовых норм удобрений в дозе 70 кг/га сульфаммофоса.

Полевой опыт был заложен в четырехкратной повторности. Размер делянок – 1350 м². В полевых экспериментах ежегодно проводили следующие учеты и наблюдения: фитоэкспертизу семян сои по ГОСТ 12044-93, учет развития корневой гнили сои по всходам и в фазу цветения, числа и массы образовавшихся клубеньков, микологический анализ пораженных органов, определение элементов структуры урожая.

Погодные условия в годы проведения экспериментов существенно различались: 2019 и 2022 гг. были более засушливыми (ГТК<1,0), чем 2020 и 2021 гг. (ГТК 1,0). Вегетационный период 2019 г. в Тогучинском районе характеризовался умеренными температурами, приближенными к многолетней норме, и недостаточным увлажнением на протяжении всей вегетации. Погодные условия 2020 г. характеризовались высокими температурами в мае и августе (в остальные месяцы температура соответствовала среднемноголетним) и повышенным уровнем осадков в мае и июле при относительно засушливых июне и августе. В свою очередь, 2021 г. отличался высокими температурами в мае и августе, как и 2020 г. В остальные месяцы 2021 г. температура была приближена к многолетним нормам. Выпало пониженное количество осадков в мае и первой половине лета, что характерно для изучаемой зоны, исключение составили относительно дождливые август и сентябрь. В 2022 г. была отмечена аномальная засуха и высокие температуры в мае, умеренная засуха продолжалась в течение всей вегетации. Низкие температуры наблюдались в июне, в остальные месяцы температура была в пределах многолетних норм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В полевых условиях на протяжении 2019–2022 гг. растения сои подверглись существенному влиянию фитопатогенной микрофлоры почвенного происхождения, численность которой была выше допустимых параметров, судя по значительному уровню развития корневой гнили в течение вегетации (табл. 1).

Таблица 1

Биологическая эффективность обработки семян сои в лесостепи Западной Сибири (2019–2022 гг.)
Biological effectiveness of soybean seed treatment in the forest-steppe of Western Siberia (2019–2022)

Препарат, норма применения, л/т	Развитие корневой гнили, %					Биологическая эффективность, %				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя
Контроль (без обработки)	48,1	30,9	24,8	53,0	39,2	-	-	-	-	-
Максим, 2,0 + инокулянт	15,1	8,5	5,9	22,6	13,0	68,6	72,5	76,4	57,2	68,7
Баритон, 1,5 + инокулянт	20,3	10,3	8,5	31,7	17,7	57,8	66,7	65,9	40,2	57,7
НСР ₀₅	4,37	2,13	3,54	4,77	4,37					

Развитие корневых гнилей ежегодно превышало биологический порог вредоносности (ПВ) составляющий 20%, максимальный показатель (2,7 ПВ) был отмечен в засушливом 2022 г., когда растения сои испытывали двойной стресс – гидротермический и биотический.

Основными возбудителями корневых гнилей сои были грибы рода *Fusarium*. Самую большую представленность в патогенном комплексе в среднем за четыре года имел *F. oxysporum* Schltdl. (33,2%), на второй позиции был *F. roae* (Peck.) Wollenw. (20,7%), а на третьей – *F. equiseti* (Corda) Sacc. (17,2%), в меньшей степени встречались *F. sporotrichioides* Sherb., *F. solani* Koord. и др. Периодически в патокомплексах корневых гнилей сои встречались грибы родов *Pythium* и *Rhizoctonia*.

Анализ данных табл. 1 показывает, что исследуемые протравители и инокулянты достоверно сказались на фитосанитарном состоянии подземных органов сои. В вариантах с предпосевной обработкой семян во все годы исследований развитие болезни было ниже ПВ, за исключением 2022 г. Это связано с гидротермическими стрессами 2022 г., вызванными аномальной засухой в первой половине вегетации и возвратным похолоданием в начале июня, усилившими, с одной стороны, агрессивность возбудителей корневых гнилей и снизившими, с другой стороны, устойчивость растений к фитопатогенам.

Наибольшая биологическая эффективность предпосевной обработки семян в среднем за

четыре года достигла 68,7 %, что является хорошим показателем в среднем за вегетацию. Лучше всего показал себя вариант с контактным препаратом Максим + ХКСС + ХКСЭ. В варианте с системным протравителем Баритон + ХКСС + ХКСЭ эффективность против корневых гнилей сои была ниже примерно на 16 % по сравнению с препаратом Максим. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при недостатке влаги в фазу всходов предпочтительней использовать контактные протравители, которые оказывают меньшее фитотоксическое действие и не усугубляют влияние гидротермических стрессовых условий на физиологию растений сои. Эти данные совпадают с результатами аналогичных исследований по протравителям семян яровой пшеницы [11].

Дисперсионный анализ показал, что сила влияния препарата на эффективность протравливания семян сои против корневых гнилей составила 34,6%, а условий года – 59,2%.

За все годы исследования в контрольном варианте на корнях растений сои азотофиксирующие клубеньки не были обнаружены, что говорит об отсутствии в почвах нужных штаммов симбиотических бактерий, из чего следует необходимость обработки семян сои инокулянтами, особенно при посеве культуры по зерновому предшественнику, как и было в опытах (табл. 2).

Таблица 2

Влияние предпосевной обработки семян сои на формирование клубеньков (2020–2022 гг.)
Biological effectiveness of soybean seed treatment in the forest-steppe of Western Siberia (2019–2022)

Препараты, норма применения, л/т	Среднее число клубеньков на растении, шт.				Масса клубеньков с 10 растений, г			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя
Контроль (без обработки)	0	0	0	-	-	-	-	-
ХКСС + ХКСЭ	4,4	17,5	8,2	10,0	4,2	9,6	6,1	6,6
Максим, 2,0 + инокулянты	2,5	11,5	8,1	7,4	2,6	7,0	5,1	4,9
Баритон, 1,5 + инокулянты	3,8	12,7	7,6	8,0	3,1	6,9	4,4	4,8
НСР ₀₅				0,49				0,20

Депрессантами формирования клубеньков на корнях сои были засуха, кислая реакция почвы в хозяйстве (рН 4,5–5,5), а также фунгицидные протравители. Наибольшее число клубеньков сформировалось после обработки семян инокулянтами ХКСС + ХКСЭ без протравителей, что свидетельствует о бактерицидных свойствах выбранных препаратов. Больше всего клубеньков сформировалось в относительно увлажненном 2021 г., меньше – в более засушливые годы. В вариантах Максим + ХКСС + ХКСЭ и Баритон + ХКСС + ХКСЭ

число клубеньков снизилось по сравнению с вариантом без протравливания на 26 и 20 % соответственно в среднем по годам. Аналогичная зависимость была выявлена и по показателю массы клубеньков, которая снижалась после протравливания, особенно в засушливых условиях.

Улучшение фитосанитарного состояния и стимуляция азотфиксации растений после предпосевной обработки семян сказались на формировании элементов структуры урожая и биологической урожайности сои (табл. 3).

Таблица 3

Хозяйственная эффективность обработки семян сои в лесостепи Западной Сибири (2019–2022 гг.)
Economic efficiency of soybean seed treatment in the forest-steppe of Western Siberia (2019–2022)

Препарат, норма применения, л/т	Биологическая урожайность, ц/га					Хозяйственная эффективность, %				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя
Контроль (без обработки)	6,6	15,8	11,1	7,8	10,3	-	-	-	-	-
ХКСС + ХКСЭ	-	30,0	20,5	15,6	22,0	-	90	85	100	92
Максим, 2,0 + инокулянты	29,5	32,1	26,8	18,5	26,7	347	103	141	138	182
Баритон, 1,5 + инокулянты	21,7	34,3	23,6	19,3	24,7	228	117	113	147	151
НСР ₀₅	6,3	3,7	3,2	1,9	5,2					

Урожайность сои значительно колебалась по годам, достигнув максимума в наиболее благоприятном для растений 2020 г. За четыре года биологическая урожайность была максимальной в варианте Максим + ХКСС + ХКСЭ и составляла в среднем по годам 26,7 ц/га, что считается достаточно высоким показателем в условиях Западной Сибири. Хозяйственная

эффективность данного варианта была значительной, поскольку урожайность в вариантах с предпосевной обработкой семян во все годы исследований была более чем в 2 раза выше, чем в контрольном варианте без обработки семян.

Обработка семян сои оказала также влияние на качество полученного урожая (табл. 4).

Таблица 4

Влияние обработки семян сои на качество полученного зерна (2021–2022 гг.)
The influence of soybean seed treatment on the quality of the resulting grain (2021–2022)

Препарат, норма применения, л/т	Содержание протеина, %		
	2021 г.	2022 г.	среднее
Контроль (без обработки)	35,7	37,9	36,8
ХКСС + ХКСЭ	40,5	39,5	40,0
Максим, 2,0 + инокулянты	40,1	40,5	40,3
Баритон, 1,5 + инокулянты	40,1	42,6	41,4
НСР ₀₅	4,2	3,9	4,4

Содержание протеина было наибольшим в варианте Баритон совместно с инокулянтами ХКСС + ХКСЭ и в среднем за два года составило 41,4%, что на 4,6% выше контроля.

Исследуемые препараты оказали значительное положительное последствие на посевные качества семян сои нового урожая, как показано в табл. 5.

Таблица 5

Влияние предпосевной обработки семян сои на семенные качества нового урожая (2021-2022 гг.)
The influence of pre-sowing treatment of soybean seeds on the seed qualities of the new crop (2021-2022)

Препарат, норма применения, л/т	Лабораторная всхожесть, %	Распространенность болезней, %					Фитомасса 10 проростков, г
		корневые гнили	фузариоз	серая гниль	альтерна-риоз	бактериоз	
Контроль (без обработки)	88	35	16	6	15	12	4,9
Максим, 2,0 + инокулянты	100	8	2	0	10	5	6,9
Биологическая эффективность	12	77,1	87,5	100	33,3	58,3	+2,0
Баритон, 1,5 + инокулянты	98	25	6	3	8	8	8,8
Биологическая эффективность	10	28,6	62,5	50,0	46,7	33,3	+ 3,9
НСР ₀₅	8,1	7,2	2,7	2,1	3,3	0,8	1,27

Самое лучшее последствие оказал вариант Максим, 2,0 + инокулянты, где распространенность всех фитопатогенов была ниже ЭПВ, а всхожесть – максимально возможной и достоверно выше, чем в варианте, где маточные растения были выращены из непротравленных семян. Оба препарата оказали достоверное стимулирующее действие на развитие проростков, что свидетельствует о существенном пролонгированном влиянии предпосевного протравливания семян маточных растений на жизнеспособность семян сои нового поколения.

ВЫВОДЫ

1. Развитие корневых гнилей сои в контроле в годы исследований превышало порог вредоносности (20%) до 2,7 раза.

2. Возбудителями корневых гнилей сои были преимущественно грибы рода *Fusarium*: в большей степени распространены *F. oxysporum* (33,2%), на второй позиции – *F. roae* (20,7%), а на третьей – *F. equiseti* (17,2%).

3. Биологическая эффективность предпосевной обработки семян против корневых гнилей в полевых условиях достигала 61,3% в варианте Максим + ХКСС + ХКСЭ.

4. Без обработки семян сои инокулянтами клубеньки не формировались, максимальное их число и масса были отмечены в варианте с

применением инокулянтов без протравителей во влажные годы.

5. У фунгицидных протравителей наблюдались бактерицидные свойства в отношении клубеньковых бактерий, снижение числа клубеньков по сравнению с вариантом чистых инокулянтов составило в среднем по годам и протравителям 23%.

6. В среднем за четыре года биологическая урожайность была максимальной в вариантах Максим + инокулянты ХК (29,6 ц/га). Это было достигнуто за счет повышения числа бобов на растении и массы 1000 семян.

7. Применение инокулянтов положительно повлияло на качество полученного урожая. Содержание протеина было наибольшим в варианте инокулянты ХК без протравителя и Баритон + инокулянты, что составило 41,4% при 36,8% в контроле.

8. Протравители оказали достоверное положительное влияние на качество семян сои нового урожая, самое лучшее последствие оказал вариант Максим, 2,0 + инокулянты, где распространенность всех фитопатогенов была ниже ЭПВ, а всхожесть – максимальной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ашмарина Л.Ф., Коняева Н.М., Горобей И.М. Болезни сои в Западной Сибири // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 1. – С. 37–39.
2. Васин А.В., Васина А.А., Рязанова Е.В. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность сои // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 4. – С. 51–55.
3. 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.
4. Дубровин А.Е., Новосадов И.Н. Проблемы использования приемов борьбы с основными вредителями и болезнями сои // Защита и карантин растений. – 2015. – № 11. – С. 32–34.
5. Каменев И.А., Торопова Е.Ю. Биологическая и хозяйственная эффективность обработки семян сои в лесостепи Новосибирской области // Теория и практика современной аграрной науки: сб. III Нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск, 2020. – С. 96–99.
6. Торопова Е.Ю., Каменев И.А. Предпосевная подготовка семян сои в лесостепи Западной Сибири // Защита и карантин растений. – 2022. – № 2. – С. 10–16.
7. Соя в Западной Сибири / Н.И. Кашеваров, В.А. Солошенко, Н.И. Васякин, А.А. Лях. – Новосибирск, 2004. – 256 с.
8. Санаров А.Г., Торопова Е.Ю. Новая шкала учета семядольного бактериоза сои и ее практическое использование // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сб. ст. по материалам Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. – Курган, 2021. – С. 196–200.
9. Санаров А.Г., Торопова Е.Ю. Эффективность препаратов против семенных фитопатогенов сои // Защита растений от вредных организмов: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Кубан. ГАУ. – Краснодар, 2021. – С. 326–329.
10. Посыпанов Г.С. Растениеводство. – М.: Колос, 2007. – 612 с.
11. Протравливание семян зерновых и зернобобовых культур / Е.Ю. Торопова, А.Ф. Захаров, Г.Я. Стецов, А.Г. Санаров // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2020. – № 1. – С. 37 (1)–72 (36).
12. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений, фитосанитарные системы и технологии / под ред. М.С. Соколова, В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2009. – 670 с.
13. Mikolaievsky V., Sergienko V., Tytova L. Diseases development and productivity of soybean at the seeds treatment by microbial formulations // Агробіологія. – 2016. – N 2 (128). – P. 96–104.
14. Gerlach W., Nirenberg H. The genus *Fusarium*—a Pictorial Atlas // Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw. – Berlin - Dahlem, 1982. – Vol. 209. – 406 p.
15. Soil properties associated with organic matter-mediated suppression of bean root rot in field soil amended with fresh and composted paper mill residuals / D. Rotenberg, A.J. Wells, E.J. Chapman [et al.] // Soil Biology and Biochemistry. – 2007. – Vol. 39, N 11. – P. 2936–2948.
16. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем: учеб.-практ. пособие / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.]; под ред. Е.Ю.Тороповой. – Барнаул, 2017. – 210 с.

REFERENCES

1. Ashmarina L.F., Gorobej I.M., Koronyaeva N.M., *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 2008, pp. 94–98. (In Russ.)
2. Vasin A.V., Vasina A.A., Ryazanova E.V., *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii*, 2010, No. 4, S. 51–55. (In Russ.)
3. Gorobej I.M., Ashmarina L.F., Konyaeva N.M., *Zashhita i karantin rastenij*, 2011, No. 2, pp. 14–16. (In Russ.)
4. Dubrovin A.E., Novosadov I.N., *Zashhita i karantin rastenij*, 2015, No. 11, pp. 32–34. (In Russ.)
5. Kamenev I.A., Toropova E.Yu., *Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki*, Sbornik III nacional'noj (vserossijskoj) nauchnoj konferencii s mezhdunarodny'm uchastiem, 2020, pp. 96–99. (In Russ.)
6. Toropova E.Yu., Kamenev I.A., *Zashhita i karantin rastenij*, 2022, No. 2, pp. 10–16. (In Russ.)
7. Kashevarov N.I., Soloshenko V.A., Vasyakin N.I., Lyax A.A., *Soya v Zapadnoj Sibiri* (Soya v Zapadnoy Sibiri), Novosibirsk, 2004, 256 p. (In Russ.)

8. Sanarov A.G., Toropova E.Yu., *Innovacionny'e texnologii v APK: teoriya i praktika* (Innovative technologies in the agro-industrial complex: theory and practice), Sbornik statej po materialam Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, Kurgan, 2021, pp. 196–200.
9. Sanarov A.G., Toropova E.Yu., *Zashhita rastenij ot vredny'x organizmov* (Plant protection from pests). Materialy' X mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 100-letiyu Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Krasnodar, 2021, pp. 326–329. (In Russ.)
10. Posy'panov G.S., *Rastenievodstvo* (Crop production), Moscow: Kolos, 2007, 612 p.
11. Toropova E.Yu. Zaxarov A.F., Steczov G.Ya., Sanarov A.G., *Prilozhenie k zhurnalu Zashhita i karantin rastenij*, 2020, No. 1, pp. 37 (1)–72 (36). (In Russ.)
12. Chulkina V.A. Toropova E.Yu., Steczov G.Ya., *Integrirovannaya zashhita rastenij, fitosanitarny'e sistemy' i texnologii* (Integrated plant protection, phytosanitary systems and technologies), Pod red. Sokolova M.S., Chulkinoj V.A. Moscow: Kolos. 2009. 670 p.
13. Mikolaievsky V., Sergienko V., Tytova L., *Agrobiologiya*, 2016, No. 2 (128), pp. 96–104. (In Russ.)
14. Gerlach W., Nirenberg H. The genus *Fusarium*—a Pictorial Atlas, *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw.*, Berlin – Dahlem, 1982, Vol. 209, 406 p.
15. Rotenberg D., Wells A.J., Chapman E.J. [et al.], Soil properties associated with organic matter-mediated suppression of bean root rot in field soil amended with fresh and composted paper mill residuals, *Soil Biology and Biochemistry*, 2007, Vol. 39, No. 11, pp. 2936–2948.
16. Chulkina V.A., Toropova G.Ya. Stecov [i dr.], *Fitosanitarnaya diagnostika agroekosistem* (Phytosanitary diagnostics of agroecosystems), Barnaul, 2017, 210 p.