

АГРОНОМИЯ

4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Научная статья

УДК 632.9: 632.934:633.11

doi: 10.28983/asj.y2024i9pp42-48

**Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность озимой пшеницы
в лесостепи Приобья Алтайского края**

Сергей Александрович Пешков, Георгий Геннадьевич Садовников, Лидия Сергеевна Долматова
Федеральный Алтайский научный центр агроботехнологий, г. Барнаул, Россия
e-mail: aniish@mail.ru

Аннотация. Самые уязвимые факторы при возделывании озимой пшеницы – возможность вымерзания ее зимой и повреждения вредными организмами в периоды формирования основных элементов структуры урожая. В данной работе рассмотрено влияние предпосевного протравливания семян от комплекса вредных организмов из различных экологических групп, проводимого в условиях лесостепи Приобья Алтайского края, на урожайность озимой пшеницы. Засушливые условия осеннего периода в годы проведения эксперимента оказали влияние на накопление и степень повреждения культуры вредными организмами. Использование современных инсектофунгицидных протравителей семян снижало количество проволочника на 31–58 %, а повреждаемость культуры уменьшалась на 45–60 %. Системное действие препаратов также обеспечило снижение количества личинок злаковых мух на 49–77 % относительно контрольного варианта. Фунгицидный компонент, содержащийся в протравителях семян, способствовал снижению распространенности корневых гнилей по вариантам опыта в среднем на 15–21 %, при индексе распространения от 2,3 до 5 %. На контроле распространенность фитопатогенов составила 35 %, при развитии 13 %. Изучаемые препараты показали значительную биологическую эффективность против комплекса вредных организмов в осенний период вегетации озимой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири. Это позволило сохранить растения и повысить дополнительный урожай в зависимости от варианта на 6–17 %.

Ключевые слова: озимая пшеница; проволочник; личинки злаковых мух; корневые гнили; протравители семян

Для цитирования: Пешков С. А., Садовников Г. Г., Долматова Л. С. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность озимой пшеницы в лесостепи Приобья Алтайского края // Аграрный научный журнал. 2024. № 9. С. 42–48. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i9pp42-48>.

AGRONOMY

Original article

The influence of pre-sowing seed treatment on the yield of winter wheat

Sergey A. Peshkov, Georgiy G. Sadovnikov, Lidia S. Dolmatova
Federal Altay Scientific Center of Agribiotechnologies, Barnaul, Russia
e-mail: aniish@mail.ru

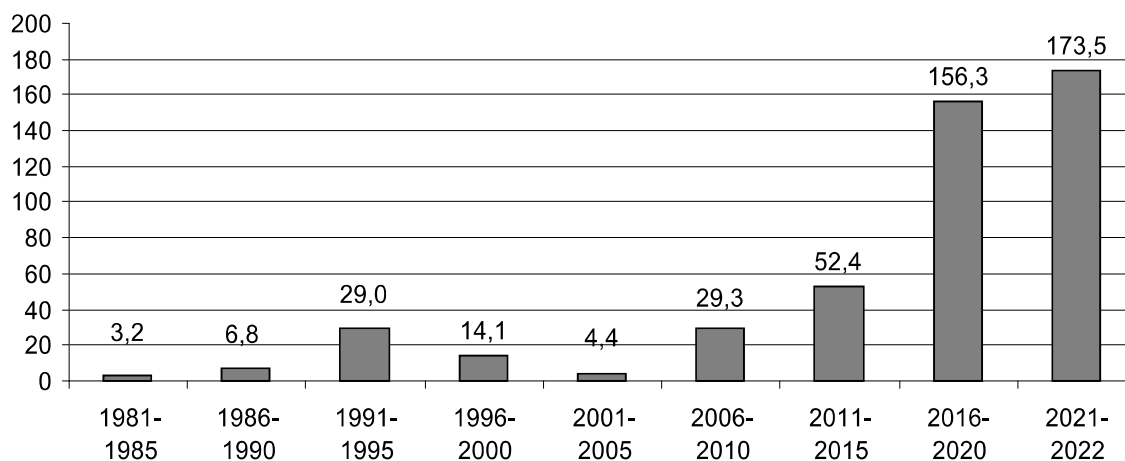
Abstract. In the cultivation of winter wheat the most sensitive factors are the possibility of freezing in winter and damage by pests during the formation of the main elements of the crop structure. The influence of pre-sowing treatment of winter wheat seeds from a complex of pests from various ecological groups on the yield of winter wheat in the forest-steppe zone of Western Siberia is considered in this article. The accumulation and degree of damage of the crop by pests was influenced by dry conditions in the autumn period during the years of the experiment. The use of modern insect-fungicide seed protectants reduced the number of wireworms by 31–58 %, and the damage to the crop decreased by 45–60 %. The systemic effect of the agrichemicals also ensured a reduction in the number of grain fly larvae by 49–77 % toward to the control variant. The fungicide component contained in seed protectants helped reduce the prevalence of root rot in the experimental variants by an average of 15–21 %, with a distribution index of 2.3 to 5%. In the control variant the prevalence of phytopathogens was 35 % with a development of 13 %. The studied agrichemicals showed significant biological effectiveness against a complex of pests during the autumn growing season of winter wheat in the forest-steppe conditions of Western Siberia. It made it possible to preserve plants and obtain an additional yield by 6–17 % depending on the different variants of the experiment.

Keywords: winter wheat; wireworms; grain fly larvae; root rots; seed protectants



For citation: Peshkov S. A., Sadovnikov G. G., Dolmatova L. S. The influence of pre-sowing seed treatment on the yield of winter wheat. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(9):42–48. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i9pp42-48>.

Введение. Озимая пшеница относится к числу наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур в мире, но в условиях Сибири ее традиционно возделывают на небольших площадях из-за вымерзания посевов. С созданием более зимостойких сортов и наметившимся потеплением климата в последнее десятилетие наблюдается увеличение посевного клина под данной культурой. С 1981 по 2022 г. посевная площадь под озимой пшеницей увеличилась с 3,2 до 173 тыс. га; в структуре посевных площадей Алтайского края под культурой занято около 3 % пашни (173,5 тыс. га), см. рисунок.



Посевные площади озимой пшеницы в Алтайском крае (1981–2022 гг.), тыс. га
Winter wheat sowing areas in Altai region (1981–2022 yrs), thd ha

Рост посевных площадей озимой пшеницы способствует ежегодному накоплению и увеличению вредных организмов выше экономического порога вредоносности, что вызывает значительное снижение ее урожая и ухудшение его качества [1, 11]. Озимую пшеницу на протяжении всего периода формирования урожая повреждают вредные организмы различных экологических групп, которые приурочены к разным фазам онтогенеза культуры [8, 10]. В осенний период существенный вред культуре причиняют возбудители корневых гнилей растений, относящиеся к группе почвенных патогенов, приспособленных в процессе эволюции передаваться также через семена, и вредители всходов, относящиеся к наземно-воздушной группе вредителей [7, 9].

В начальные фазы роста озимой пшеницы для снижения количества вредных организмов (ниже порога вредоносности) зачастую используют протравливание семян, что является наиболее экологическим приемом, а порой и единственным способом борьбы с типичными семенными болезнями и вредителями всходов [1, 3]. Использование современных системных инсектофунгицидных протравителей семян с пролонгированным действием в большинстве случаев позволяет отказаться от фолитарных обработок вегетирующих растений в осенний период и снизить при этом химическую нагрузку на окружающую среду [13, 14, 15]. Решение об использовании протравителей семян принимают на основании результатов фитоэкспертизы посевного материала и по данным мониторинга в годы с благоприятно складывающимися погодными условиями для массового развития фитопатогенов [6, 12, 16].

Цель исследований – изучить эффективность современных инсектофунгицидных протравителей семян против вредных объектов и оценить их влияние на продуктивность озимой пшеницы.

Материалы и методы. Работу выполняли в лесостепной зоне Западной Сибири на опытном поле Алтайского НИИСХ ФГБНУ ФАНЦА в 2020–2023 гг.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Почвообразующие породы представлены лессовидными карбонатными суглинками. По морфологическим признакам почва является типичной для большей части территории Приобского плато. Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,64 % (по Тюрину). Реакция почвенного раство-



ра нейтральная (рН солевой вытяжки 6,5). Содержание валового азота, по данным лаборатории агротехнологий и агрохимии ФГБНУ ФАНЦА, составило 0,23–0,25 % (по Къельдалю).

По данным АГМС Барнаул, осень 2019 г. была теплее обычного на 2,0 °С, при умеренном увлажнении, осадков выпало 89 % от нормы. Зимний период характеризовался избытком осадков – 171 % от нормы. Температура была на 3,5 °С теплее обычной. Температура февраля и первых двух декад марта была выше климатических норм на 5,1–7,6 и 6,2–6,9 °С соответственно.

Температура воздуха апреля и мая 2020 г. была выше среднегодовых значений на 6 и 4,6 °С соответственно. Осадков выпало 65 % от нормы. Лето характеризовалось недобором осадков (92 % от нормы) и неравномерным их распределением – большая часть (63 %) выпала в третьей декаде июля и в августе, что не оказало существенного влияния на формирование урожая озимой пшеницы. В осенний период 2020 г. осадков выпало 150 % от нормы. Зимний период в целом характеризовался избытком суммы осадков (146,1 мм, или 130 % к норме) и более холодной (–11,7 °С, или на 0,4 °С холоднее) погодой, чем обычно. Распределение атмосферных осадков во все зимние месяцы было достаточно равномерным, за исключением 3-й декады ноября и 2-й декады марта, когда осадков выпало лишь 10 и 58 % от климатической нормы. Зимой наблюдались резкие температурные колебания с оттепелями и температурой ниже среднегодовых значений. В 1-й и 2-й декадах февраля температура была выше нормы, а 3-я декада была холоднее.

Начало и конец марта 2021 г. были теплее обычного на 4,9 и 3,1 °С, а середина – холоднее на 1,7 °С. Также в эти месяцы отмечали избыток атмосферных осадков – 164 и 180 % от среднегодовых норм. Это способствовало плохой выживаемости озимых и провоцировало развитие инфекционного выпревания, как и в предыдущий год. Весна в целом была очень теплой, средняя температура апреля была выше обычного на 0,6 °С, а мая – на 3,5 °С при недоборе осадков (35,4 мм, или 53 % от нормы), который компенсировался хорошим осенним и зимним увлажнением. Лето в целом было теплым (18,4 °С, или +0,2 °С к климатической норме) при недоборе осадков (138,6 мм, или 87 % от нормы), большая их часть (86,4 мм, или 62 %) выпала в июне и не оказала влияния на формирование урожая озимых.

Осень 2021 г. была несколько холоднее обычного в сентябре и октябре (от –0,4 до –0,5 °С), с умеренным дефицитом осадков (82 и 71 % соответственно). Зимний период характеризовался избытком осадков (145,9 мм, или 111 % к норме). Распределение осадков по зимним месяцам было неравномерным, 194 % от нормы выпало в ноябре, в остальные зимние месяцы – ниже нормы от 59 до 91 %. Наименьшее их количество отмечали в марте – 11,2 мм (59 %), кроме того, в конце месяца вернулись холода, ниже нормы на 4,5 °С. Подобные колебания способствовали подмерзанию и выпиранию озимой пшеницы, что также сказалось на урожайности культуры.

Весна в 2022 г. была очень ранней и теплой. Апрель был теплее на 1,7 °С, а май – на 4,3 °С, чем многолетние данные. Оба месяца характеризовались недобором осадков. В апреле выпало 77 %, а в мае они почти отсутствовали – 12 % от нормы. Озимая пшеница также активно использовала зимние и весенние талые воды. Лето было теплым и увлажненным. Температурные нормы были близки к многолетним значениям, количество осадков составило 107 % от нормы, 60 % от которой выпало в июне.

Озимую пшеницу сорта Жатва Алтая высевали по пару, норма посева – 5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь опытных делянок – 50 м², повторность – четырехкратная, расположение вариантов – систематическое. Семена обрабатывали на протравочной машине ПС-10, с нормой расхода рабочей жидкости 10 л/т.

В опыте применяли современные комбинированные препараты системного действия, обладающие фунгицидным и инсектицидным действием, по схеме, представленной в таблице 1.

Посев культуры в годы исследований проводили 5 сентября. Весной, после выхода из зимовки, вносили минеральные удобрения (NH₄NO₃ – 100 кг/га физической массы) под ранневесеннее боронование (боронование БЗСС-1). Уход за посевами включал в себя фоновые обработки гербицидами против сорняков весной в фазу кущения культуры (Пума Супер 100 – 0,6 л/га + Калибр – 30 г/га + Эстет – 0,4 л/га). Защитные мероприятия против вредителей (Децис Эксперт – 0,75 л/га) и болезней (Солигор – 0,6 л/га) проводили в фазу флагового листа. Учет урожая осуществляли комбайном «Сампо-130».



Таблица 1 – Схема опыта

Table 1 – Experimental design

Вариант опыта	Действующее вещество	Норма расхода, л/т
Контроль (без обработки)		
Гаучо Эво + Баритон Супер	Имидаклоприд 175 г/л + клотианидин 100 г/л	1,0 + 1,8
Селест Макс	Тебуконазол 15 г/л + тиаметоксам 125 г/л + флудиоксонил 25 г/л	1,8
Кинг Комби	Ацетамеприд 100 г/л + флудиоксонил 34 г/л + ципроконазол 8,3 г/л	1,2
Хет-Трик	Дифеноконазол 67 г/л + имидаклоприд 333 г/л + тебуконазол 17 г/л	1,5
Сценик Комби	Клотианидин 250 г/л + протиоконазол 37,5 г/л + тебуконазол 5 г/л + флуоксастробин 37,5 г/л	1,5
Вайбранс Интеграл	Седакса 25 г/л, тебуконазол 10 г/л, тиаметоксам 175 г/л, флудиоксонил 25 г/л	1,5

Статистическую обработку результатов, учет численности и распространенности фитофагов проводили по общепринятым методикам [2, 4, 5].

Результаты исследований. В годы исследований на всходах озимой пшеницы отмечали комплекс вредителей. Основными из них являлись злаковые мухи и проволочники. Численность хлебных блошек и цикадок в этот период была невысокой и не представляла существенной угрозы всходам культуры.

На 14-е сутки после появления всходов учитывали численность проволочников в верхнем корнеобитаемом слое почвы. В вариантах применения протравителей семян количество проволочника снижалось на 31–58 %, а повреждаемость им растений до 45–60 % относительно контроля (таблица 2). В первую очередь погибали личинки проволочника младших возрастов. Максимальное снижение повреждаемости растений (от 56 до 60 %) относительно контрольного варианта отмечали при применении препаратов Вайбранс Интеграл – 1,5 л/т, Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т и Сценик Комби – 1,5 л/т. Снижение численности личинок на 1 м² по вариантам варьировало от 31 до 58 % при максимальном снижении на 58 % в варианте применения препаратов Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т.

Таблица 2 – Эффективность протравителей семян в борьбе с проволочником на озимой пшенице (2020–2022 гг.)

Table 2 – Effectiveness of seed protectants against wireworms on winter wheat in 2020–2022 yrs.

Вариант опыта	Среднее число личинок на 1 м ² через 14 суток после появления всходов, шт.	Среднее число поврежденных растений на 1 м погонной длины через 14 суток после появления всходов, шт.	Снижение относительно контроля, %	
			численность личинок	поврежденность растений
Контроль	3,8	7,8	–	–
Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т	1,6	3,2	58	59
Селест Макс – 1,8 л/т	2,2	3,5	42	46
Кинг Комби – 1,2 л/т	2,5	4,3	34	45
Хет-Трик – 1,5 л/т	2,6	4,3	31	45
Сценик Комби – 1,5 л/т	2,0	3,1	47	60
Вайбранс Интеграл – 1,5 л/т	2,5	3,4	34	56
НСР ₀₅	1,21	2,16	–	–

Особенность вредоносности злаковых мух заключается в том, что личинка проникает внутрь стебля растения на ранней стадии развития культуры, при этом повреждает тканевые структуры конуса нарастания, что вызывает гибель главного стебля или боковых побегов и соответственно значительно снижает урожай. Используемые в исследованиях препараты для обработки семян



обладают способностью перемещаться в наземные органы растений, что приводит к их токсикации, вызывая гибель личинок злаковых мух и существенно снижая поврежденность растений.

Биологическая эффективность препаратов, используемых в опыте, на 14-й день варьировала от 49 до 77 %. Максимальную гибель личинок вредителя отмечали на 7-й день после появления всходов озимой пшеницы – от 67 до 81% по вариантам. Наибольший эффект отмечали на варианте применения комбинации препаратов Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т (81 %); минимальный (67 %) – на варианте применения препарата Хет-Трик – 1,5 л/т (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность протравителей в борьбе с личинками злаковых мух на озимой пшенице (2020–2022 гг.)

Table 3 – Effectiveness of seed protectants against grain fly larvae on winter wheat in 2020–2022 yrs.

Вариант опыта	Число личинок на 1 м погонной длины рядка после появления личинок в контроле по дням учетов, шт.			Снижение численности относительно контроля по дням учетов, %		
	3-й	7-й	14-й	3-й	7-й	14-й
Контроль	5,8	12,2	14,4	–	–	–
Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т	2,1	2,3	3,3	64	81	77
Селест Макс – 1,8 л/т	2,7	3,0	3,8	53	75	74
Кинг Комби – 1,2 л/т	3,4	3,6	6,7	41	70	54
Хет-Трик – 1,5 л/т	3,9	4,2	7,4	33	67	49
Сценик Комби – 1,5 л/т	2,4	2,9	3,3	59	76	77
Вайбранс Интеграл – 1,5 л/т	2,4	2,9	3,6	59	76	75
НСР ₀₅	2,93	4,87	6,23	–	–	–

Вредные организмы в агроэкосистемах взаимодействуют друг с другом, усиливая вредоносность. Установлено, что повреждение корней провололочником способствует их заражению корневыми гнилями, которые, в свою очередь, угнетают ростовые процессы в растениях и создают условия для массовой откладки яиц внутрисклебовыми фитофагами в фазу 2–3 листьев. Влияние изучаемых протравителей семян на корневые гнили разной этиологии учитывали на 14-й день после появления всходов озимой пшеницы. Распространенность корневых гнилей по вариантам опыта в среднем составляла от 15 до 21 %; индекс развития болезни (ИРБ) R от 2,3 до 5 %. В контроле распространенность фитопатогенами составила 35 % при ИРБ 13 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние препаратов на поражение растений озимой пшеницы корневыми гнилями в полевых условиях (2020–2022 гг.)

Table 4 – Agrichemical influence to infection of root rots in winter wheat fields in 2020–2022 yrs.

Вариант опыта	Распространенность, %	R, %	Эффективность, %
Контроль	35	13,0	–
Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т	15	2,3	83
Селест Макс – 1,8 л/т	19	2,9	77
Кинг Комби – 1,2 л/т	21	4,8	65
Хет-Трик – 1,5 л/т	19	5,0	57
Сценик Комби – 1,5 л/т	15	2,6	78
Вайбранс Интеграл – 1,5 л/т	18	2,6	79

В целом все препараты показали высокую эффективность против корневых гнилей (от 57 до 83 %). Кроме того, оказали комплексное угнетающее действие на вредителей всходов культуры, эффективность – до 81% (см. таблицу 3). Это положительно повлияло на сохранность растений к уборке и увеличение урожайности, которая варьировала в среднем за три года исследований в зависимости от варианта от 2,41 до 2,67 т/га, при урожайности в контроле 2,28 т/га (таблица 5).



Таблица 5 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от варианта предпосевной обработки семян (2020–2022 гг.)

Table 5 – Winter wheat yield depending of pre-seed treatment variants (2020–2022 yrs)

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка +/- к контролю, т/га
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	
Контроль	2,04	2,75	1,95	2,28	–
Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т	2,25	3,40	2,32	2,66	0,38
Селест Макс – 1,8 л/т	2,19	3,15	2,22	2,52	0,24
Кинг Комби – 1,2 л/т	2,25	2,93	2,05	2,41	0,13
Хет-Трик – 1,5 л/т	2,29	2,95	2,08	2,44	0,16
Сценик Комби – 1,5 л/т	2,30	3,34	2,36	2,67	0,39
Вайбранс Интеграл – 1,5 л/т	2,32	3,25	2,30	2,62	0,34
Среднее	2,23	3,11	2,18	2,51	–
НСР ₀₅	0,12	0,09	0,06	0,10	–

В зависимости от года исследований урожайность составляла от 2,18 до 3,11 т/га. Это связано в первую очередь с агроклиматическими условиями отдельного года, но общая тенденция по вариантам применения исследуемых препаратов не менялась. В среднем за три года прибавки от предпосевной обработки семян составили от 0,13 до 0,39 т/га.

Заключение. Современные инсектофунгицидные протравители семян показали значительную биологическую эффективность против комплекса вредных организмов в осенний период вегетации озимой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири. В ходе исследований отмечали снижение повреждаемости растений озимой пшеницы от проволочника до 60 %, максимальную гибель личинок злаковой мухи до 81 % на 7-й день после появления всходов культуры. Кроме того, все препараты показали высокую эффективность против корневых гнилей – от 57 до 83 %.

Применение препаратов позволило получить дополнительный урожай в зависимости от варианта от 6 до 17 %. Максимальные прибавки 0,38; 0,39 и 0,34 т/га получены на вариантах обработки семян Гаучо Эво – 1 л/т + Баритон Супер – 0,8 л/т, Сценик Комби – 1,5 л/т и Вайбранс Интеграл – 1,5 л/т соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптивно-интегрированная защита растений / Ю. Я. Спиридонов [и др.]. М., 2019. 628 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М., 1986. 416 с.
3. Илларионов А. И. Токсическое действие инсектицидов на насекомых-опылителей и принципы защиты их от интоксикации. Воронеж, 2015. 274 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / В. И. Долженко [и др.]. СПб.: ВИЗР, 2008. 394 с.
5. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве / В. И. Долженко [и др.]. СПб.: ВИЗР, 2009. 371 с.
6. Протравливание семян зерновых культур / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. 2020. № 1. С. 70.
7. Развитие почвенных инфекций у яровой пшеницы и ячменя под влиянием гидротермических стрессов в условиях лесостепи Западной Сибири и Зауралья / Е. Ю. Торопова [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 2. С. 25–29.
8. Торопова Е. Ю., Кириченко А. А., Стецов Г. Я. Защита всходов яровой пшеницы в Сибири // Защита и карантин растений. 2023. № 2. С. 20–28. DOI: 10.47528/1026-8634_2023_2_20.
9. Фитосанитарный мониторинг и контроль фитопатогенов яровой пшеницы / Е. Ю. Торопова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 6. С. 25–32. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10605.
10. Фитосанитарная оптимизация растениеводства в Сибири / В. А. Чулкина [и др.] // Технические культуры. 2001. Т. III. 190 с.
11. Чулкина В. А. Биологические основы эпифитотиологии. М.: Агропромиздат, 1991. 288 с.



12. Экологические ниши фитофагов, их мониторинг и ограничение / В. А. Чулкина [и др.]. Барнаул, 2019. 639 с.

13. Action specificity of chemical treatment and inoculation with *Azospirillum brasilense* in wheat seed on the crop initial growth / R. L. Ludwig et al. // *Revista Ceres*. 2018. Vol. 65. No. 5. P. 407–414.

14. Glinushkin A. P. Fungicidal activity of seed disinfectants against root rot of wheat in various types of soils // *Entomology and Applied Science Letters*. 2018. Т. 5. No. 2. P. 101–107.

15. Development of Soil-Borne Infections in Spring Wheat and Barley as Influenced by Hydrothermal Stress in the Forest-Steppe Conditions of Western Siberia and the Urals / E. Yu. Toropova, A. P. Glinushkin, M. P. Selyuk, O. A. Kazakova, A.V. Ovsyankina // *Russian Agricultural Sciences*. 2018. No. 44 (3). P. 241–244.

16. Wildermuth G. B. Effect of cropping history on soil populations of *Bipolaris sorokiniana* and common root rot of wheat // *Aust. J. Agric. Res.* 1991. No. 6. P. 779–790.

REFERENCES

1. Adaptive-integrated plant protection / Yu.Ya. Spiridonov, M. S. Sokolov, A. P. Glinushkin, S. D. Karakotov, A. V. Korshunov, E. Yu. Toropova, P. V. Saraev, A. M. Semenov, V. M. Semenov, N. V. Nikitin, V. P. Kalinichenko, Yu. N. Lysenko. Moscow; 2019. 628 p. (In Russ.).

2. Dospheov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Ed. 5th, revised and additional. Moscow; 1986. 416 p. (In Russ.).

3. Illarionov A. I. Toxic effect of insecticides on pollinating insects and principles of protecting them from intoxication. Voronezh; 2015. 274 p. (In Russ.).

4. Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture / V. I. Dolzhenko et al. St. Petersburg: ARIPP; 2008. 394 p. (In Russ.).

5. Guidelines for registration testing of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture / V. I. Dolzhenko et al. St. Petersburg: ARIPP; 2009. 371 p. (In Russ.).

6. Treating grain seeds / E. Yu. Toropova, A. F. Zakharov, G. Ya. Stetsov, A.G. Sanarov. *Protection and Quarantine of Plants*. 2020;(1):70. (In Russ.).

7. Development of soil infections in spring wheat and barley under the influence of hydrothermal stress in the forest-steppe conditions of Western Siberia and Trans-Urals / E. Yu. Toropova, A. P. Glinushkin, M. P. Selyuk, O. A. Kazakova, A.V. Ovsyankina. *Russian Agricultural Science*. 2018;(2):25–29. (In Russ.).

8. Toropova E. Yu., Kirichenko A. A., Stetsov G. Ya. Protection of spring wheat seedlings in Siberia. *Protection and Quarantine of Plants*. 2023;(2):20–28. (In Russ.). DOI: 10.47528/1026-8634_2023_2_20.

9. Phytosanitary monitoring and control of phytopathogens of spring wheat / E. Yu. Toropova, I. G. Vorobyova, G. Ya. Stetsov, O. A. Kazakova, A. A. Kirichenko. *Achievements of Science and Technology of the Agro-industrial Complex*. 2021;35(6):25–32. (In Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10605.

10. Phytosanitary optimization of crop production in Siberia / V. A. Chulkin, M. V. Medvedchikov, E. Yu. Toropova, G. Ya. Stetsov, V.I. Vorobyov. *Industrial Crops*. 2001;III:190. (In Russ.).

11. Chulkin V. A. Biological foundations of epiphytology. Moscow: Agropromizdat; 1991. 288 p. (In Russ.).

12. Ecological niches of phytophages, their monitoring and limitation / V. A. Chulkin, G. Ya. Stetsov, E. Yu. Toropova, V. M. Grishin, E. Yu. Marmuleva, G. G. Sadovnikov. Barnaul; 2019. 639 p. (In Russ.).

13. Action specificity of chemical treatment and inoculation with *Azospirillum brasilense* in wheat seed on the crop initial growth / R. L. Ludwig et al. *Revista Ceres*. 2018;65(5):407–414.

14. Glinushkin A. P. Fungicidal activity of seed disinfectants against root rot of wheat in various types of soils. *Entomology and Applied Science Letters*. 2018;5(2):101–107.

15. Development of Soil-Borne Infections in Spring Wheat and Barley as Influenced by Hydrothermal Stress in the Forest-Steppe Conditions of Western Siberia and the Urals / E. Yu. Toropova, A. P. Glinushkin, M. P. Selyuk, O. A. Kazakova, A.V. Ovsyankina. *Russian Agricultural Sciences*. 2018;44(3):241–244.

16. Wildermuth G. B. Effect of cropping history on soil populations of *Bipolaris sorokiniana* and common root rot of wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 1991;(6):779–790.

Статья поступила в редакцию 13.05.2024; одобрена после рецензирования 14.06.2024; принята к публикации 17.06.2024.
The article was submitted 13.05.2024; approved after reviewing 14.06.2024; accepted for publication 17.06.2024.

