

УДК 632.4.01/.08

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123

М.Н. Кинчарова ✉
 А.И. Кинчаров
 М.Р. Абдраев

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Самара, Россия

✉ potatolab@mail.ru

Поступила в редакцию:
 31.08.2023

Одобрена после рецензирования:
 13.02.2024

Принята к публикации:
 29.02.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123

Marina N. Kincharova ✉
 Aleksander I. Kincharov
 Miansur R. Abdryaev

Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov — Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Samara, Russia

✉ potatolab@mail.ru

Received by the editorial office:
 31.08.2023

Accepted in revised:
 13.02.2024

Accepted for publication:
 29.02.2024

Источники заражения зерна озимой пшеницы грибной инфекцией в лесостепи Самарской области

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Среди патогенной микрофлоры зерновых семенная инфекция занимает наиболее важное место, в связи с этим поиски любых способов ее снижения являются весьма актуальными.

Методы. Исследования проводили в Поволжском НИИСС — филиале СамНЦ РАН на семенах трех сортов озимой мягкой пшеницы урожая 2020 года, отобранных на разных этапах уборки и послеуборочной обработки зерна: из колосьев перед уборкой, из убранных урожая из-под комбайна и после подработки зерна на сеяноочистительной машине Petkus K-531. Зараженность семян устанавливали по ГОСТ 12044-93. После идентификации фитопатогенных грибов рассчитывали их процентную частоту появления и относительную распространенность

Результаты. Зараженность семян после комбайновой уборки увеличивалась по всем сортам в среднем на 9,2%, а после подработки зерна на Petkus — на 6,2% по сравнению с семенами, отобранными с колосьев. Насыщение севооборотов зерновыми культурами от 30 до 50% приводит к снижению количества здоровых семян в образцах на 8,7% (с 37,0 до 28,3%). Семена чаще всего были инфицированы грибами, вызывающими плесневение с частотой встречаемости от 32,9 до 39,1% и относительной распространенностью от 40,8 до 55,2% в зависимости от стадии уборки. Причем содержание этой группы грибов снижалось в процессе уборки урожая (по сравнению с зерном с колосьев) на 6,2% после уборки комбайном и на 3,4% после подработки зерна. При комбайновой уборке частота встречаемости грибов *Fusarium sp.* и *Alternaria sp.* на семенах увеличивалась на 4,7–4,8%, а после очистки снова снижалась, но всё же была на 1,5–2,4% выше, чем на семенах с колосьев.

Ключевые слова: озимая пшеница, семена, сорт, грибная инфекция, колосья, частота встречаемости, относительная распространенность

Для цитирования: Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., Абдраев М.Р. Источники заражения зерна озимой пшеницы грибной инфекцией в лесостепи Самарской области. *Аграрная наука.* 2024; 380(3): 119–123.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123>

© Кинчарова М.Н., Кинчаров А.И., Абдраев М.Р.

Sources of fungal infection of winter wheat grain in the forest-steppe of Samara region

ABSTRACT

Relevance. Among the pathogenic microflora of cereals, seed infection occupies the most important place, in this regard, the search for any ways to reduce it is very relevant.

Methods. The research was conducted at the VSRISG — Branch of SamSC RAS on seeds of 3 varieties of winter soft wheat of 2020 harvest, selected at different stages of harvesting and post-harvest grain processing: from ears before harvesting, from the harvested crop from under the combine and after grain processing on the seed cleaning machine Petkus K-531. Seed infestation was determined according to GOST 12044-93. After identification of phytopathogenic fungi, their percentage frequency of occurrence and relative abundance were calculated.

Results. Seed infestation after combine harvesting increased for all varieties on average by 9.2%, and after grain treatment on Petkus — by 6.2% compared to seeds sampled from ears. The saturation of crop rotations with cereals from 30 to 50% lead to an 8.7% decrease in the number of healthy seeds in the samples (from 37.0 to 28.3%). Seeds were most often infected by fungi causing moulds with the frequency of occurrence from 32.9 to 39.1% and relative prevalence from 40.8 to 55.2% depending on the stage of harvesting. Moreover, the content of this group of mushrooms decreased during harvesting (compared with grain from ears) by 6.2% after harvesting by a combine harvester and by 3.4% after grain processing. During combine harvesting, the frequency of occurrence of fungi *Fusarium sp.* and *Alternaria sp.* it increased by 4.7–4.8% on seeds, and after cleaning it decreased again, but it was still 1.5–2.4% higher than on seeds from ears.

Key words: winter wheat, seeds, variety, fungal infection, ears, frequency of occurrence, relative prevalence

For citation: Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.R. Sources of fungal infection of winter wheat grain in the forest-steppe of Samara region. *Agrarian science.* 2024; 380(3): 119–123 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-380-3-119-123>

© Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.R.

Введение/Introduction

Пшеница — культура исторического значения, поскольку начало ее возделывания 10 тыс. лет назад стало поворотным пунктом в развитии человеческой цивилизации. Дальнейшее окультуривание пшеницы послужило одним из факторов возможности стабильного увеличения численности людей на планете. В современном мире (в связи с быстрым ростом населения) производство пшеницы к 2050 году должно увеличиться на 50%, и из-за сильной конкуренции за продуктивные пахотные земли со стороны других отраслей в основном это будет достигнуто за счет повышения урожайности.

Удовлетворить растущий спрос в зерне можно с помощью системных подходов, включающих комплексную борьбу с вредными организмами, адаптацию к более теплomu климату, сокращение водопотребления и повышение устойчивости сортов к абиотическим стрессам. Из 200 выявленных болезней пшеницы только четвертая часть широко распространены в производственных условиях и наносят экономический ущерб. При этом из-за болезней ежегодно теряется около 20% пшеницы [1]. В то же время необходимо отметить, что среди всех болезней наиболее актуальными для России и других стран являются грибные болезни зерновых культур [2]. Среди патогенной микрофлоры зерновых культур, как в условиях места проведения исследований, так и в большинстве стран мира, особое место занимает семенная инфекция. Известно, что более половины всех патогенов, поражающих зерновые культуры (возбудителей головни, фузариоза, альтернариоза, гельминтоспориоза и др.), передаются посредством семян, а болезни вызывают потери урожая зерна в среднем на 15–20% [3].

Согласно наблюдениям и литературным данным, различные виды грибов могут развиваться и заражать зерно в любых условиях и на любой стадии производства — будь то зерно в колосе и валках, на току, при уборке и обмолоте, транспортировке и хранении зерна при высокой влажности (более 15%) или переработке и производстве продукции [2].

Необходимо отметить, что микобиота зерна пшеницы представлена целым рядом различных таксономических групп грибов. К наиболее часто встречающимся в нашей зоне относятся виды родов *Alternaria* Nees, *Fusarium* Link, *Microdochium* Syd. & P. Syd. и другие, отличающиеся по своим физиологическим и биохимическим свойствам. Они способны оказывать различное влияние на состояние семян и развивающихся из них растений, а именно: одни из них могут подавлять прорастание семян и провоцировать корневые гнили, а другие, наоборот, стимулировать развитие растений [4].

Заражение семян грибной инфекцией в годы с повышенной влажностью в предуборочный или уборочный период представляет значительный риск для аграрного производства. Поэтому, кроме традиционной проверки семян, необходимо проводить фитопатологическую экспертизу для определения видового состава патогенов, заселяющих семена и степени их зараженности. Это обусловлено тем, что фитопатогенные организмы в семенном материале могут сохраняться и передаваться как внутри самого семени, так и на его поверхности в виде мицелия или спор, а также в виде примесей — контаминантов. Выявление скрытой инфекции и идентификация патогенов возможны при фитопатологическом исследовании семенного материала [5].

Важное значение наряду с определением посевных качеств среднего образца имеет фитопатологическая экспертиза семян. Визуальный осмотр средней пробы зерна позволяет оценить содержание примесей, больных и поврежденных зерен. Получив сведения о степени зараженности семян, составе патогенов — возбудителей, можно научно обоснованно подобрать фунгициды для каждой отдельной партии семян, что будет оправдано как с экономической, так и с экологической точки зрения. Таким образом, молодые растения могут быть защищены от инфекции на ранних этапах развития, что позволит сформировать определенный продуктивный стеблестой растений. Посев зараженными семенами неизбежно приведет к передаче болезни вегетирующим растениям, созданию, сохранению и постоянному поддержанию очагов инфекции на поле.

Заражение семян может происходить на разных этапах возделывания культур: во время вегетации, при уборке, особенно в условиях повышенной влажности, при обмолоте и послеуборочной очистке зерна, при хранении в неправильных условиях [6]. Поэтому необходима интегрированная стратегия управления, включающая генетическую устойчивость, химический контроль, биологические и культурные методы [7].

Широко применяемые сегодня фермерами стратегии управления при выращивании культур включают в основном использование устойчивых сортов и правильное применение фунгицидов [8]. Первая линия защиты — генетическая устойчивость — является наиболее устойчивой, экономически эффективной и экологически оправданной. Однако растения и патогены находятся в постоянной эволюционной гонке друг с другом. Патогены продолжают эволюционировать, создавая новые и более агрессивные штаммы, преодолевая прежние источники устойчивости [9]. Это требует от селекционеров и патологов по всему миру продолжения поиска новых источников устойчивости [10].

Цель исследования — установить источники заражения семенного материала в период уборки и послеуборочной очистки зерна озимой пшеницы.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование источников заражения зерна озимой пшеницы на стадиях проведения уборочной кампании проводили в лаборатории инновационных технологий Поволжского НИИСС — филиала СамНЦ РАН¹. В качестве объекта исследования использовали семенной материал пшеницы озимой мягкой трех сортов (Поволжская Нива, Кинельская 4, Поволжская надежда урожая 2020 г.), полученный при возделывании на естественном инфекционном фоне на разных полях (семеноводческий севооборот — насыщенность зерновыми 30%, 3-й селекционный севооборот — 50%, 1-й селекционный севооборот — более 55%), без предпосевного протравливания.

Отбор семян проводили на разных этапах прохождения послеуборочной обработки семян, а именно: из колосьев, отобранных в поле непосредственно перед уборкой; из убранного урожая после комбайновой уборки (из-под комбайна); после подработки зерна на семяочистительной машине Petkus K-531 (Technologie GmbH, Германия) с триерным блоком.

Зараженность семян устанавливали методом рулонов по ГОСТ 12044-93². Пробы семян раскладывали

¹ <http://www.pniiss.ru/>

² ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями.

зародышами вниз на увлажненной фильтровальной бумаге. Сверху семена накрывали узкой полоской бумаги, сворачивали в рулон и помещали в вертикальном положении в сосуд. После инкубации в течение 7 дней при 24 ± 2 °C определяли зараженность семенного материала микроскопическим методом на основе типичных характеристик колоний и конидиальной морфологии по методикам Пидопличко³ и Билай⁴ при прямом просмотре под стереомикроскопом Olympus SZ51 (диапазон увеличений 8–40X) (Olympus, Япония) и микроскопом отраженного света Nikon Eclipse E200 (диапазон увеличений 40–1500X) (Nikon, Япония).

После идентификации фитопатогенных грибов с поверхности семян рассчитывали их процентную частоту появления (PF) и относительную распространенность (РА) по формулам Naqvi *et al.* [11] и Adhikari *et al.* [12]:

PF (количество семян, на которых появился грибок (общее число семян) $\times 100$,

РА (количество семян, пораженных конкретным грибом (общее число семян, пораженных грибами) $\times 100$.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Результаты исследований показали, что все отобранные образцы зерна озимой пшеницы, взятые с колосьев, из-под комбайна или после очистки на семяочистительной машине, в различной степени были заражены патогенным комплексом, включающим как сапрофитные, так и паразитные патогены.

Согласно полученным данным, зараженность семян значительно варьирует в зависимости от сорта,

места произрастания (севооборота) и стадии отбора проб. Лучшим состоянием здоровья и, соответственно, меньшей зараженностью отличались семена сорта Поволжская Нива независимо от места выращивания, где зараженность семян, собранных с колосьев, была от 63,0 до 71,7%, а после послеуборочной очистки — 72,3–75,5% (табл. 1).

Следует отметить, что наиболее «чистое» зерно было получено в севообороте с насыщением зерновых до 30%. Увеличение доли зерновых в севообороте до 50% привело к повышению количества зараженных семян (на 8,7%) в образцах, взятых перед уборкой с колосьев.

Наибольшей зараженностью отличались семена сорта Поволжская надежда (76,7% и 84,8% соответственно). Отмечено, что зараженность семян после комбайновой уборки увеличивалась по всем сортам в среднем на 9,2% (от 8,3 до 18,2%), а после подработки зерна на Petkus — на 6,2% (от 0,6 до 12,5%) по сравнению с семенами, отобранными в поле с колосьев. Причем отмечено, что зараженность семян, как правило, возрастала при комбайновой уборке на 9,2%, а затем снижалась после очистки зерна на 3,0% в среднем по всем сортам, но всё же она была выше (на 6,2%) по сравнению с зерном, полученным при ручном обмолоте с колосьев в поле.

Было выявлено, что количество проростков с признаками корневой гнили снижалось в образцах семян в процессе уборочных работ — от колосьев до очистки семян. Скорее всего, это можно объяснить тем, что в процессе обмолота комбайном и очистки зерна на семяочистительной машине воздушными потоками из зерновой массы были удалены неполноценные, щуплые и физиологически нездоровые зерна, которые могут давать проростки с признаками корневой гнили.

Замечено, что уровень зараженности зерна связан с особенностями строения колоса, колосковых чешуй и зерна, а именно у сорта Поволжская Нива (разновидность *velutinum*) колосковые чешуи имеют сильное опушение, волоски которого могут существенно больше задерживать на себе споры грибов, но при этом сорт имеет более гладкое зерно с мелкой бороздкой. У сортов Кинельская 4 (*albidum*) и Поволжская надежда (*erythrosporum*) колосковые чешуи гладкие, без опушения, но сорта отличаются слегка шероховатым зерном, а сорт Поволжская надежда и несколько более глубокой бороздкой по сравнению с двумя предыдущими сортами. Данные сортовые отличия приводят к тому, что последний сорт имеет более высокие показатели семян, зараженных патогенами на всех этапах отбора и экспертизы семян.

Фитосанитарная экспертиза зерна озимой пшеницы различных вариантов, полученных в условиях Поволжского НИИСС — филиала СамНЦ РАН на разных стадиях уборки семенного материала, определила комплекс преобладающих на семенах фитопатогенов, который был представлен в данных исследованиях грибами родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) *Shoemaker* (табл. 2).

Таблица 1. Фитопатологическая оценка зараженности (%) семян озимой пшеницы в зависимости от стадии уборки урожая, 2020 г.

Table 1. Phytopathological assessment of infestation (%) of winter wheat seeds depending on harvesting stage, 2020

Сорт	Здоровые семена	Здоровые не проросшие	Семена, зараженные патогенами	Проростки с признаками корневой гнили
Перед уборкой (колосья)				
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	37,0	3,5	63,0	4,8
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	28,3	3,8	71,7	3,3
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	27,3	0,3	72,7	21,0
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	23,3	0,5	76,7	22,3
Среднее	29,9	2,0	71,0	12,9
После комбайна				
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	18,8	0,5	81,2	11,3
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	16,0	0	84,0	9,3
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	27,0	0,3	73,0	14,0
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	15,0	0	85,0	16,5
Среднее	19,8	0,2	80,8	12,8
После подработки зерна				
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	24,5	1,0	75,5	10,8
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	27,7	1,0	72,3	3,3
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	23,7	0,3	76,3	9,8
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	15,2	0,3	84,8	14,3
Среднее	22,8	0,7	77,2	9,6

³ Пидопличко Н.М. Грибы — паразиты культурных растений. Определитель. Грибы несовершенные. Киев: Наукова думка. 1977; 2: 300.

⁴ Билай В.И. Фузариоз. Киев: Наукова думка. 1977; 443.

Таблица 2. Частота встречаемости (%) и относительная распространенность (%) патогенных грибов на семенах озимой пшеницы в зависимости от стадии уборки урожая, 2020 г.

Table 2. Frequency of occurrence (%) and relative prevalence (%) of pathogenic fungi on winter wheat seeds depending on harvest stage, 2020

Сорт, место произрастания	Процентная частота встречаемости (PF)						Относительная распространенность (RA)					
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Rhizoctonia spp.</i>	<i>Nigrospora spp.</i>	* Другие плесневые грибы	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Rhizoctonia spp.</i>	<i>Nigrospora spp.</i>	* Другие плесневые грибы
Перед уборкой (колосья)												
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	0	10,7	7,3	7,0	3,0	35,0	0	17,0	11,6	11,1	4,8	55,6
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	0	7,5	8,7	7,0	3,3	45,2	0	10,5	12,1	9,8	4,6	63,0
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	0	14,7	6,7	9,7	0,3	41,0	0	20,2	9,2	13,3	0,4	56,4
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	0	19,2	9,5	3,0	10,0	35,0	0	25,1	12,4	3,9	13,0	45,6
Среднее	0	13,0	8,1	6,7	4,2	39,1	0	18,2	11,3	9,5	5,7	55,2
После комбайна												
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	0	20,0	16,2	8,7	7,3	29,0	0	24,6	20,0	10,7	9,0	35,7
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	0	16,0	19,8	8,7	9,5	30,0	0	19,1	23,6	10,4	11,3	35,7
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	0	16,8	9,5	8,3	4,7	33,7	0	23,1	13,0	11,4	6,4	46,2
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	0,5	17,8	6,2	7,8	14,0	38,7	0,6	20,9	7,3	9,2	16,5	45,5
Среднее	0,1	17,7	12,9	8,4	8,9	32,9	0,2	21,9	16,0	10,4	10,8	40,8
После подработки зерна												
Поволжская Нива, семеноводческий севооборот	0,3	13,8	18,2	10,5	6,2	26,5	0,4	18,3	24,1	13,9	8,2	35,1
Поволжская Нива, 3-й селекционный севооборот	0	14,0	9,3	11,5	2,3	35,2	0	19,4	12,9	15,9	3,2	48,7
Кинельская 4, 1-й селекционный севооборот	0	12,0	10,3	11,7	2,3	40,0	0	15,7	13,5	15,3	3,0	52,4
Поволжская надежда, 1-й селекционный севооборот	0	18,3	4,0	6,0	15,5	41,0	0	21,6	4,7	7,1	18,3	48,3
Среднее	0,1	14,5	10,5	9,9	6,6	35,7	0,1	18,8	13,8	13,1	8,2	46,1

Примечание: * плесневые грибы *Mucor spp.*, *Rhizopus spp.*, *Aspergillus spp.* и др.

В основном на зерне преобладали грибы *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* и грибы, вызывающие плесневение семян, среди которых чаще всего выявлялись представители рода *Cladosporium spp.* и порядка *Mucorales (Mucor и Rhizopus)*, гораздо реже встречались *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, и *Trichothecium roseum*. Заселение зерна озимой пшеницы *Bipolaris sorokiniana* в исследованиях было очень незначительным — встречаемость данного гриба составляла 0–0,1%.

Необходимо отметить, что в условиях места проведения исследований и за его пределами за последнее десятилетие произошло изменение в соотношении микробного сообщества на семенах. Так, среди наиболее вредоносных патогенов ведущее место заняли грибы рода *Fusarium spp.*, сместив *Bipolaris sorokiniana* на второй план. Этому способствовали изменение климата, переход к минимизации обработки почвы и увеличение доли зерновых культур в севооборотах [5, 13]. Это также явилось причиной того, что в данных исследованиях семена чаще всего были инфицированы возбудителями плесневения семян с частотой встречаемости от 32,9 до 39,1% и относительной распространенностью от 40,8 до 55,2% в зависимости от стадии уборки.

Отмечено, что количество только этой группы грибов снижалось в процессе уборки урожая по сравнению с анализом зерна с колосьев (39,1%) на 6,2%, после уборки комбайном (32,9%) на 3,4% и после очистки зерна на Petkus (35,7%). Относительная распространенность данной группы грибов по этим этапам составила, соответственно, 55,2%, 40,8% и 46,1%.

Грибы родов *Fusarium spp.* и *Alternaria spp.* отмечались, соответственно, на 13,0–17,7% и 8,1–12,9% семян (с относительной распространенностью 18,3–21,9% и

11,3–16,0%), но были менее распространены, чем грибы, вызывающие плесневение. По этим патогенам отмечено, что при комбайновой уборке частота их встречаемости на семенах увеличивалась на 4,7–4,8%, а после очистки снова снижалась, но всё же была на 1,5–2,4% выше, чем на семенах, собранных с колосьев.

В связи с существенными изменениями климата патогенный комплекс на озимой пшенице, по наблюдениям авторов и данным других исследователей, меняется и в ближайшее годы и десятилетия дополнится новыми видами. В частности, вызывает озабоченность факт проявления патогенности грибов *Nigrospora* [5, 13].

В условиях места проведения исследований выявлено, что встречаемость грибов *Nigrospora spp.* была от 0,3 до 15,5% по всем вариантам и сортам. На сорте Поволжская надежда она была довольно существенной, где в зависимости от стадии уборки постепенно возрастала с 10,0% на семенах с колосьев до 14,0% после комбайновой уборки, до 15,5% после очистки зерна.

При этом относительная распространенность болезни увеличивалась — с 13,0% на зернах с колоса до 18,3% на зернах после очистки. Данный факт свидетельствует о том, что воздушная сепарация семян во время уборки и очистки семенного материала существенно не снижает присутствия данного патогена.

Однако исследования показывают существенные различия сортов по зараженности зерна данным патогеном, и наиболее устойчивым к нему является старый беззерный сорт Кинельская 4, районированный по Самарской области еще с 1984 года, что предполагает, скорее всего, и возможность поиска генетических источников устойчивости и (или) толерантности к данному патогену.

Выводы/Conclusion

Насыщение севооборотов зерновыми культурами от 30 до 50% приводит к снижению количества здоровых (незаспоренных) семян в образцах почти на 9% — с 37,0 до 28,3%.

Исследования свидетельствуют об увеличении в среднем на 9,2% количества пораженных зерен, в том числе заселенных грибной инфекцией, при обмоло- те комбайном. Очистка зерна на семяочистительной

машине Petkus K-531 с триерным блоком снижает в среднем на 3,0% количество пораженных семян.

С учетом изменения климатических условий и вме- сте с этим патогенного комплекса зерна пшеницы, в том числе *Nigrospora spp.*, необходимо расширить ис- следования и выявить источники устойчивости сор- тов к ним, что перспективно для создания новых форм для набирающего площади в стране органического земледелия.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Singh J., Chhabra B., Raza A., Yang S.H., Sandhu K.S. Important wheat diseases in the US and their management in the 21st century. *Frontiers in Plant Science*. 2023; 13: 1010191. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1010191>
- Грушко Г.В., Линченко С.Н., Хан В.В. Характеристика и условия распро- странения фузариоза колоса на посевах озимой пшеницы южных регионов России. *Современные проблемы науки и образования*. 2005; (2): 46. <https://elibrary.ru/ijfzqv>
- Хилевский В.А. Фитопатологическая экспертиза семян и защита ярового ячменя в Ростовской области. *Символ науки*. 2016; (6–2): 35–37. <https://elibrary.ru/wdfuyf>
- Гагкаяева Т.Ю., Гаврилова О.П., Орина А.С., Аблова И.Б., Беспалова Л.А. Маркерные метаболиты грибов *Alternaria*, *Fusarium* и *Microdochium* как инструмент оценки их взаимоотношений в микобиоте зерна пшеницы. *Биотехнология и селекция растений*. 2018; 1(1): 7–15. <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2018-1-7-15>
- Заргарян Н.Ю., Кекало А.Ю., Немченко В.В. Зараженность семян и рас- тений пшеницы фитопатогенами рода *Fusarium*, методы оздоровления. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022; (4): 96–101. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-4-96-101>
- Павлушин В.А. и др. Интегрированная защита озимой пшеницы. *Защита и карантин растений*. 2015; (5): 38–72. <https://elibrary.ru/uynuzr>
- Simón M.R. et al. Integrated Foliar Disease Management to Prevent Yield Loss in Argentinian Wheat Production. *Agronomy Journal*. 2011; 103(5): 1441–1451. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0513>
- Mesterházy Á. et al. Role of Fungicides, Application of Nozzle Types, and the Resistance Level of Wheat Varieties in the Control of *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol. *Toxins*. 2011; 3(11): 1453–1483. <https://doi.org/10.3390/toxins3111453>
- Kaur B. et al. Omics for the Improvement of Abiotic, Biotic, and Agronomic Traits in Major Cereal Crops: Applications, Challenges, and Prospects. *Plants*. 2021; 10(10): 1989. <https://doi.org/10.3390/plants10101989>
- Momeni H. et al. Race identification of *Pyrenophora tritici-repentis* in Iran. *Journal of Plant Pathology*. 2014; 96(2): 287–294.
- Naqvi S.D.Y., Shiden T., Merhawi W., Mehret S. Identification of seed borne fungi on farmer saved sorghum (*Sorghum bicolor* L.), pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *Agricultural Science Research Journals*. 2013; 3(4): 107–114.
- Adhikari P., Khatri-Chhetri G.B., Shrestha S.M., Marahatta S. Study on Prevalence of Mycoflora in Wheat Seeds. *Turkish Journal of Agriculture — Food Science and Technology*. 2016; 4(1): 31–35. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i1.31-35.509>
- Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.P. Распространенность грибной инфекции на семенах озимой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. *Аграрный вестник Урала*. 2022; (12): 11–22. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-11-22>

ОБ АВТОРАХ

Марина Николаевна Кинчарова

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник
potatolab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1987-8708>

Александр Иванович Кинчаров

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы
kincharov_ai@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5492-8582>

Мянсур Равилович Абдряев

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции и семеноводства озимой пшеницы
alcasar@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3795-5869>

Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Студенческий пер., 3А, Самара, 443001, Россия

REFERENCES

- Singh J., Chhabra B., Raza A., Yang S.H., Sandhu K.S. Important wheat diseases in the US and their management in the 21st century. *Frontiers in Plant Science*. 2023; 13: 1010191. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1010191>
- Grushko G.V., Linchenko S.N., Khan V.V. Characteristics and conditions of distribution of the head blight of winter wheat in the southern regions of Russia. *Modern problems of science and education*. 2005; (2): 46 (in Russian). <https://elibrary.ru/ijfzqv>
- Khilevsky V.A. Phytopathological examination of seeds and protection of spring barley in Rostov region. *Symbol of Science*. 2016; (6–2): 35–37 (in Russian). <https://elibrary.ru/wdfuyf>
- Gagkaeva T.Yu., Gavrilova O.P., Orina A.S., Ablava I.B., Bespalova L.A. Distinctive metabolites of *Alternaria*, *Fusarium* and *Microdochium* fungi as a tool for assessing their relationship in microbiota of wheat grain. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2018; 1(1): 7–15 (in Russian). <https://doi.org/10.30901/2658-6266-2018-1-7-15>
- Zargaryan N.Yu., Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V. Contamination of seeds and plants of wheat with phytopathogens of *Fusarium* genus, methods of recovery. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022; (4): 96–101 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-4-96-101>
- Pavlyushin V.A. et al. Integrated protection of winter wheat. *Plant protection and quarantine*. 2015; (5): 38–72 (in Russian). <https://elibrary.ru/uynuzr>
- Simón M.R. et al. Integrated Foliar Disease Management to Prevent Yield Loss in Argentinian Wheat Production. *Agronomy Journal*. 2011; 103(5): 1441–1451. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0513>
- Mesterházy Á. et al. Role of Fungicides, Application of Nozzle Types, and the Resistance Level of Wheat Varieties in the Control of *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol. *Toxins*. 2011; 3(11): 1453–1483. <https://doi.org/10.3390/toxins3111453>
- Kaur B. et al. Omics for the Improvement of Abiotic, Biotic, and Agronomic Traits in Major Cereal Crops: Applications, Challenges, and Prospects. *Plants*. 2021; 10(10): 1989. <https://doi.org/10.3390/plants10101989>
- Momeni H. et al. Race identification of *Pyrenophora tritici-repentis* in Iran. *Journal of Plant Pathology*. 2014; 96(2): 287–294.
- Naqvi S.D.Y., Shiden T., Merhawi W., Mehret S. Identification of seed borne fungi on farmer saved sorghum (*Sorghum bicolor* L.), pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *Agricultural Science Research Journals*. 2013; 3(4): 107–114.
- Adhikari P., Khatri-Chhetri G.B., Shrestha S.M., Marahatta S. Study on Prevalence of Mycoflora in Wheat Seeds. *Turkish Journal of Agriculture — Food Science and Technology*. 2016; 4(1): 31–35. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i1.31-35.509>
- Kincharova M.N., Kincharov A.I., Abdryaev M.P. Prevalence of fungal infection on winter wheat seeds under conditions of the Middle Volga region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; (12): 11–22 (in Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-227-12-11-22>

ABOUT THE AUTHORS

Marina Nikolaevna Kincharova

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher
potatolab@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1987-8708>

Aleksandr Ivanovich Kincharov

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Spring Wheat Breeding and Seed Production
kincharov_ai@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5492-8582>

Miansur Ravilovich Abdryaev

Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Winter Wheat Breeding and Seed Production
alcasar@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3795-5869>

Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P.N. Konstantinov — Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences
3A Studentskiy pereulok, Samara, 443001, Russia