

УДК 632.4:632.93:633.16

DOI 10.30914/2411-9687-2022-8-1-91-97

ПОРАЖЕНИЕ ЧЕРНЫМ ЗАРОДЫШЕМ СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Хоанг Туан Ань, О. Г. Марьяна-Чермных

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Зерновая культура ячмень является одной из важнейших продовольственных культур в России и в мире. Ячмень – важное сырье для многих отраслей сельского хозяйства. При этом зерно пивоваренного ячменя является ценным сырьем для пищевой промышленности. Яровой ячмень, как и все зерновые культуры, поражается многими заболеваниями, в том числе и корневой гнилью, где зерно в колосе при формировании становится шуплым и пораженным черным зародышем. Пораженное зерно снижает свои качества и стоимость, поэтому мониторинг семян ячменя на возбудителей черного зародыша, а также применение мер профилактики по развитию болезни играет важную роль при возделывании зерновых культур. **Цель:** определить возбудителей заболевания *черный зародыш* на зерне ярового ячменя, распространение и развитие болезни. Выявить влияния защитных средств на семена ячменя при заболевании черным зародышем. **Материалы и методы:** исследования проводились полевыми и лабораторными способами в ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», объекты исследования: яровой ячмень сорта Владимир, фунгицид Максим плюс, биопрепараты Биоагро-Гум-В, Псевдобактерин-2. **Результаты обсуждения:** исследования показали, что источником заболевания *черный зародыш* на зерне ячменя являются виды патогенных грибов *B. sorokiniana* (20 %) и *Alterlaria spp.* (4,9 %). Всхожесть семян в годы исследований в среднем составила 83 % при поражении черным зародышем 19,7 %. Обработка семян протравителями (Максим плюс, Биоагро-Гум-В, Псевдобактерин-2) снизила пораженность семян черным зародышем в 1,3–1,5 раза, увеличивая показатель всхожести семян до 87–88,8 %. **Заключение:** в Республике Марий Эл семена ячменя, инфицированные грибами *B. sorokiniana* (Shoem) и *Alterlaria spp.*, вызывают заболевание *черный зародыш*. При заселении семян патогенной микрофлорой снижается показатель всхожести. Обработка семян протравителями увеличивает всхожесть семян, снижая инфекционный фон заболевания *черным зародышем*.

Ключевые слова: семена, яровой ячмень, черный зародыш, *Alternaria spp.*, *Bipolaris sorokiniana*, фунгицид, биопрепараты, Максим плюс, Биоагро-Гум-В, Псевдобактерин-2, патогенные грибы

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Хоанг Туан Ань, Марьяна-Чермных О. Г. Поражение черным зародышем семян ярового ячменя в условиях Республики Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2022. Т. 8. № 1. С. 91–97. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-1-91-97>

INFESTATION OF SPRING BARLEY SEEDS WITH BLACK GERM IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Hoang Tuan An, O. G. Maryina-Chermnykh

Mari state University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Grain crop barley is one of the most important food crops in Russia and in the world. Barley is an important raw material for many branches of agriculture. At the same time, malting barley grain is a valuable raw material for the food industry. Spring barley, like all grain crops, is affected by many diseases, including root rot, where the grain in the ear, during formation becomes puny and affected by a black germ. The affected grain reduces its quality and cost, therefore, monitoring of barley seeds for black germ pathogens, as well as the use of preventive measures for the development of the disease, plays an important role in the cultivation of grain crops. **The purpose** of the study is to determine the spread and development of black germ disease on barley grain, affecting seed germination, to identify the effects of protectants on the black germ disease on barley seeds. **Materials and methods.** The research was carried out by field and laboratory methods at the Mari State University, the objects of research: spring barley variety Vladimir, fungicide Maxim plus, biologics Bioagro-Gum-B and Pseudobacterin-2. **Research results,**

discussion. Studies have shown that the source of the black germ disease on barley grain is the species of pathogenic fungi *B. sorokiniana* (20 %) and *Alterlaria spp.* (4.9 %). Seed germination in the years of research averaged 83 % with a black germ lesion of 19.7 %. Seed treatment with protectants (Maxim plus, Bioagro-Gum-B, Pseudobacterin-2) reduced the infestation of seeds with a black germ by 1.3–1.5 times, increasing the germination rate of seeds to 87–88.8 %. **Conclusion.** In the Republic of Mari El, barley seeds infected with *B. sorokiniana* (Shoem) and *Alterlaria spp.* fungi cause the black germ disease. When seeds are populated with pathogenic microflora, the germination rate decreases. Seed treatment with protectants increases the germination of seeds, reducing the infectious background of the black germ disease.

Keywords: seeds, spring barley, black germ, *Alternaria spp.*, *Bipolaris sorokiniana*, fungicides, biologics, Maxim plus, Bioagro-Gum-B, Pseudobacterin-2, pathogenic fungi

For citation: Hoang Tuan An, Maryina-Chermnykh O. G. Infestation of spring barley seeds with black germ in the conditions of the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2022, vol. 8, no. 1, pp. 91–97. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-1-91-97>

Введение

Заболевание *черный зародыш* встречается во всех зернопроизводящих регионах Российской Федерации, где характерным проявлением на зерне являются почернения в области зародыша. Многие исследователи обнаружили, что основными возбудителями являются грибы *Bipolaris sorokiniana* (Shoem) и *Alterlaria spp.* [2; 4; 5; 11]. Проникая в перикарпий, эндосперм и чаще всего в зародыш зерна, грибница патогена *B. sorokiniana* препятствует его развитию. Зерно с пораженного колоса становится шуплым, а иногда имеет темные пятна. Грибница возбудителя *Alternaria spp.*, в отличие от *B. sorokiniana*, не проникает в зародыш, а локализуется в плодовой оболочке и эндосперме, чаще над зародышем зерна. Зараженные семена становятся физиологически недоразвитыми с низкой энергией прорастания и всхожестью [9; 13].

Чаще всего возбудителем болезни *черный зародыш* является гриб *B. sorokiniana* (Shoem), который вызывает корневую гниль и листовую пятнистость у злаковых культур [2; 5; 6]. Пораженные семена снижают всхожесть, длину первичных корней и проростков, способствуя развитию корневых гнилей. Вредоносность заболевания на посевах (черный зародыш, корневая гниль, листовая пятнистость) обусловлена снижением фотосинтетической поверхности листьев, плесневением семян, уменьшением урожая и загрязнением сельскохозяйственной продукции микотоксинами и аллергенами. Возбудитель *B. sorokiniana* ухудшает и фитосанитарное состояние почвы [4].

Результаты исследований семян ячменя Е. Ю. Тороповой и др. [10] показали, что значи-

тельное их заражение было выявлено возбудителем корневых гнилей и черного зародыша грибом *B. sorokiniana*. Развитие заболевания *черный зародыш* колебалось по годам исследований, ежегодно превышая экономический порог вредности в 1,5–2 раза. Коэффициент корреляции между индексом развития болезни и зараженностью семян возбудителем *B. sorokiniana* составил 0,85–0,94 [11]. В лесостепи Приобья развитие черного зародыша на семенах ячменя составил 11,8–36,6 %, а распространенность 26,7–70,6 % [2].

Инфекция семян зерновых культур черным зародышем отрицательно влияет и на их прорастание, снижая скорость и увеличивая развитие болезни *корневая гниль* [1; 4; 9]. Наличие зараженных семян в помольной партии изменяет цвет муки, ухудшая ее хлебопекарные качества. При этом зерно, зараженное черным зародышем, для экспорта не допускается [5]. Низкая всхожесть зерна ячменя предотвращает использование их в качестве солода для производства пива, снижая стоимость семян на рынке, так как зараженные семена будут переведены на корм для животных [10].

Зараженное черным зародышем зерно может сохранять патогенную инфекцию в виде покоящего мицелия, растительных остатках и в почве. Высокой пораженности зерна благоприятствуют высокая относительная влажность воздуха в сочетании с умеренными температурами [5], нарушение агротехники и снижение применения средств защиты.

Цель исследования: определить возбудителей заболевания *черный зародыш* на зерне ячменя

ячменя, распространение и развитие болезни. Выявить влияния защитных средств на семена ячменя при заболевании черным зародышем.

Материалы и методы

Лабораторные и полевые эксперименты проводили в 2018–2021 гг. в лабораториях и на опытных полях Марийского государственного университета Республики Марий Эл. В экспериментах использовали семена ярового ячменя сорта Владимир и биологические препараты Биоагро-Гум-В (штамм *Bacillus pumilus* 3-Б, их метаболиты и 20 % гуматов), Псевдобактерин-2 (штамм *Pseudomonas aureofaciens*, штамм BS

1393) и Максим плюс (25 г/л дифеноконазол + 25 г/л флудиоксонил) [12]. Степень поражения семян определяли по методу А. Т. Троповой (1955). Фитоэкспертизу семян проводили по ГОСТу 12044-93.

Результаты исследования, обсуждения

Фитосанитарный анализ зерна ярового ячменя до посева показал, что в годы наших исследований все образцы были инфицированы видами грибов *Bipolaris sorokiniana* (Shoem) и *Alterlaria* spp., которые являются возбудителями черного зародыша (рис. 1), что повлияло на снижение их всхожести, которая изменялась по годам.

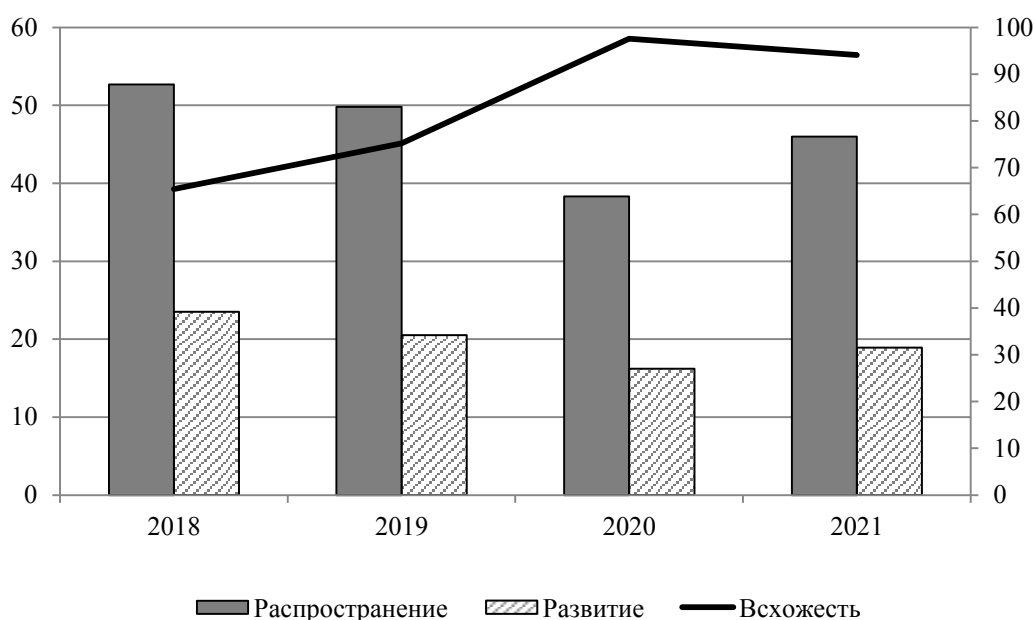


Рис. 1. Влияние поражения семян ячменя черным зародышем на всхожесть, до посева, % /
Fig. 1. The effect of black germ damage to barley seeds on germination, before sowing, %

Всхожесть семян в период с 2018 по 2021 гг. показала, что в среднем за 4 года она составила 83 %. В 2018 году всхожесть имела наименьший показатель – 65,4 %, увеличиваясь с каждым годом примерно в 1,1–1,4 раза, она к 2020–2021 гг. составила 97,6 и 94,1 %. На модификацию всхожести семян повлияла патогенная микрофлора, так как семена ячменя являлись главным источником заражения. По нашим исследованиям, развитие патогенной микрофлоры семян ячменя превышал экономический порог вредоносности (ЭПВ) в 3,2–4,7 раза. В 2018 году, перед закладкой полевого опыта, распространение болезни составило 52,7 %, а развитие – 23,5 %. В 2019

году распространение болезни снизилось на 2,9 %, а развитие на 3 %, по сравнению с 2018 годом. Проведенный фитосанитарный анализ семян в 2020 году показал, что распространение болезни *черный зародыш* на семенах составило 38,3 %, при развитии 16,2 %. В 2021 году пораженность семян черным зародышем составила 18,9 %, что выше, чем в 2020 году в 1,1 раза и ниже, чем в 2018–2019 гг. в 1,2 и 1,1 раза соответственно. В среднем за 4 года пораженность семян заболеванием составила 19,7 %.

Исследования зерна ячменя по заселению патогенной микрофлорой черного зародыша (рис. 2) выявили, что во все годы они подвергались

заражению в наибольшей степени видом *B. sorokiniana*. При этом зараженность семян возбудителем *B. sorokiniana* модифицировалась

по годам, где наибольший процент поражения был выявлен в 2018 году – 23,2 %, а наименьший в 2020 году – 17,3 %.

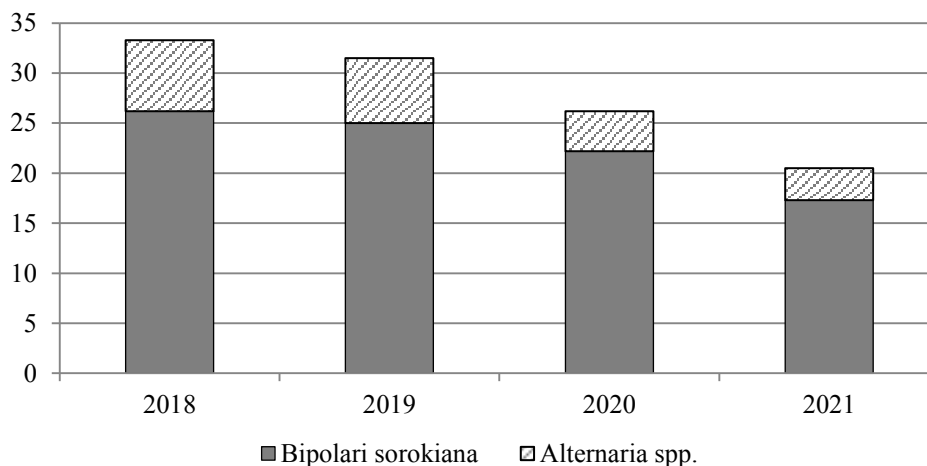


Рис. 2. Зараженность семян ячменя черным зародышем, до посева, % /
Fig. 2. Contamination of barley seeds with black germ, before sowing, %

В среднем за 4 года грибок *B. sorokiniana* имел наибольший процент инфицированности семян (20 %). Грибов рода *Alternaria* за 4 года исследований было выявлено в 4,1 раза меньше, чем *B. sorokiniana*. В 2018 и 2019 году зараженность этим видом составила от 6,7 до 6 %, а в 2020–2021 гг. – 3,2 и 4 % соответственно. Максимальный процент возбудителей черного зародыша был выявлен в 2018 году – 29,9 %, а минимальный в 2020 году – 20,5 %. За период исследований 2018–2021 года общая заселенность фитопатогенной инфекцией черного зародыша составила в среднем 25 %.

Основным вопросом для сельского хозяйства является повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, где главным условием яв-

ляется фитосанитарное состояние семян зерновых культур. Регулирование процесса жизнедеятельности микроорганизмов в почвенной и растительной среде, а также применение методов защиты растений положительно влияет на фитопатологическую обстановку зерновых агроценозов, повышая рост урожая и снижая инфекционный потенциал микрофлоры [7; 8]. Использование средств защиты при предпосевной обработке семян усиливает иммунитет и энергию прорастания, избавляя семена от фитопатогенной инфекции как внутри, так и на оболочке зерна [6].

Обработка семян средствами защиты оказало положительное воздействие на снижение заболевания *черный зародыш* на ячмене (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Влияние протравителей на степень поражения зерна ярового ячменя черным зародышем после сбора урожая, %, (среднее за 3 года) / The effect of protectants on the degree of damage to the grain of spring barley by black germ, after harvesting, %, (average for 3 years)

Варианты / Variants	Полевая всхожесть / Field germination rate	Поражение болезнью / Disease defeat	
		распространение / distribution	развитие / development
Контроль	78,3	50,9	20,6
Максим плюс	87,4	37,3	14,7
Биоагро-Гум-В	88,8	34,9	12,9
Псевдобактерии-2	87,0	38,3	15,1

Использование средств защиты Максим плюс, Биоагро-Гум-В и Псевдобактерин-2 при обработке семян ярового ячменя за 3 года исследований в среднем увеличило их всхожесть на 9,1, 10,5 и 8,7 % соответственно, по сравнению с контролем, ослабляя инфекционный фон заболевания на зерне. Распространение болезни *черный зародыш* на варианте *контроль* показало 50,9 %, при развитии – 20,6 %. Максимальное снижение поражения болезнью было на варианте с применением биопрепарата Биоагро-Гум-В (12,9 %). Использование фунгицида Максим плюс и биопрепарата Псевдобактерин-2, по сравнению с контролем, снизило рост развития болезни *черный зародыш* на семенах в 1,4 и 1,3 раза соответственно.

Как показало наше исследование, наибольший эффект на семенах ячменя против болезни *черный зародыш* был при обработке биопрепаратом Биоагро-Гум-В. Применение фунгицида

Максим плюс и биопрепарата Псевдобактерин-2 имели практически одинаковый уровень снижения патогенной инфекции.

Заключение

Фитосанитарный анализ семян ячменя перед посевом во все годы исследований показал наличие патогенной микрофлоры в виде черного зародыша. Инфицированные семена отрицательно повлияли на показатель всхожести, снижая этот процесс в 2018 году до 52,7 % при развитии болезни 23,5 %. В фитопатогенном комплексе на семенах ячменя за годы исследований преобладали грибы *B. sorokiniana* (20 %) и *Alternaria* spp. (4,9 %). Обработка семян средствами защиты снизила патогенную микрофлору черного зародыша в 1,6 раза, увеличивая показатель полевой всхожести семян до 88,8 %.

1. Жемчужина Н. С., Киселева М. Н., Лапина В. В., Елизарова С. А. Патогенные и фитотоксические свойства возбудителей корневой гнили и черного зародыша зерновых культур в некоторых районах России // *Аграрная наука*. 2019. № 1. С. 142–147. URL: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-142-147> (дата обращения: 14.03.2022).

2. Кириченко А. А., Торопова Е. Ю. Экологическое обоснование мониторинга и контроля черноты зародыша яровой пшеницы в Новосибирской области // *Вестник Новосибирский государственный аграрный университет*. 2008. № 1 (7). С. 29–31. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11908733> (дата обращения: 16.03.2022).

3. Лавринова В. А. Чернота зародыша ярового ячменя // *Защита и карантин растений*. 2012. № 11. С. 20–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chernota-zarodysha-yarovogo-yachmenyu> (дата обращения: 14.03.2022).

4. Лапина В. В., Савельев А. С., Бочкарев Д. В., Недайборщ Ю. Н. Распространенность и вредоносность черного зародыша зерновых культур // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020. № 6 (188). С. 13–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rasprostranennost-i-vredonosnost-chernogo-zarodysha-zernovyh-kultur> (дата обращения: 14.03.2022).

5. Марыина-Чермных О. Г. Влияние биологических препаратов на посевные качества семян, распространенность и вредоносность корневой гнили на яровом ячмене // *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2020. Т. 6. № 4. С. 345–349. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-4-445-449>

6. Марыина-Чермных О. Г. Влияние органоминерального удобрения Экоорганика на урожайность ячменя // *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2021. Т. 7. № 2. С. 143–148. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148>

7. Овчарова Н. М. Соматональные варианты ячменя – неперспективные доноры устойчивости к «Черному зародышу» // *Защита и карантин растений*. 2008. С. 40–41. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/somaklonalnye-varianty-yachmenyu-neperspektivnyye-donory-ustoychivosti-k-chernomu-zarodyshu> (дата обращения: 14.03.2022).

8. Семынина Т. В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами // *Защита и карантин растений*. 2012. № 2. С. 20–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-infitsirovaniya-semyan-zernovyh-kultur-patogenami> (дата обращения: 14.03.2022).

9. Тепляков Б. И., Теплякова О. И. Проявление «черноты зародыша» на зерне яровой мягкой пшеницы в условиях разного агрофона // *Вестник Новосибирский государственный аграрный университет*. 2011. № 3 (19). С. 29–35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17744703> (дата обращения: 14.03.2022).

10. Торопова Е. Ю., Казакова О. А., Порсев И. Н. К протравливанию семян и посеву сортов ячменя нужен дифференцированный подход // *Защита и карантин растений*. 2013. №2. С. 21–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-protravlivaniyu-semyan-i-posevu-sortov-yachmenyu-nuzhen-differentsirovannyy-podhod> (дата обращения: 14.03.2022).

11. Торопова Е. Ю., Воробьева И. Г., Стецов Г. Я., Казакова О. А., Кириченко А. А. Фитосанитарный мониторинг и контроль фитопатогенов яровой пшеницы // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitosanitarnyy-monitoring-i-kontrol-fitopatogenov-yarovoy-pshenitsy> (дата обращения: 14.03.2022).

12. Тропова А. Т. Материалы к методике фитопатологической экспертизы зерна пшеницы на зараженность его гельминтоспориозом: сб. работ Института прикладной зоологии и фитопатологии. Л., 1955. № 3. С. 112–122.

13. Hadaway T., Roumeliotis S., Collins H. Able A. Black dot of barley: does it affect the quality of grain? // 12th Australian Barley Technical Symposium Conference Proceedings, 11–14 September, 2005, 5 p. URL: https://www.academia.edu/29453207/Black_point_of_barley_is_grain_quality_affected (accessed 03.12.2021).

Статья поступила в редакцию 18.03.2022 г.; одобрена после рецензирования 07.04. 2022 г.; принята к публикации 12.04.2022 г.

Об авторах

Хоанг Туан Ань

аспирант, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), hoangtuananh3210@gmail.com

Марьяна-Чермных Ольга Геннадьевна

доктор биологических наук, профессор, Марийский государственный университет (420000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7122-0743>, oly6045@yandex.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Zhemchuzhina N. S., Kiseleva M. I., Lapina V. V., Elizarova S. A. Patogennyye i fitotoksicheskie svoystva vzbuditelei kornevoi gnili i chernogo zarodysha zernovykh kul'tur v nekotorykh raionakh Rossii [Pathogenic and phytotoxic properties of cereals root rot and black point agents in some areas of the Russian Federation]. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*, 2019, no. 1, pp. 142–147. Available at: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-142-147> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

2. Kirichenko A. A., Toropova E. Yu. Ekologicheskoe obosnovanie monitoringa i kontrolya chernoty zarodysha yarovoi pshe-nitsy v Novosibirskoi oblasti [Ecological justification of monitoring and control of the blackness of the embryo of spring wheat in the Novosibirsk region]. *Vestnik Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet = Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University*, 2008, no. 1 (7), pp. 29–31. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11908733> (accessed 16.03.2022). (In Russ.).

3. Lavrinova V. A. Chernota zarodysha yarovogo yachmenya [Black-point at the germ of spring barley]. *Zashchita i karantin rastenii = Protection and quarantine of plants*, 2012, no. 11, pp. 20–22. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/chernota-zarodysha-yarovogo-yachmenya> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

4. Lapina V. V., Savelyev A. S., Bochkarev D. V., Nedayborshch Yu. N. Rasprostranennost' i vredonosnost' chernogo zarodysha zernovykh kul'tur [The prevalence and harmfulness of black germ damage of cereal crops]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2020, no. 6 (188), pp. 13–20. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rasprostranennost-i-vredonosnost-chernogo-zarodysha-zernovykh-kulturn> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

5. Maryina-Chermnykh O. G. Vliyanie biologicheskikh preparatov na posevnye kachestva semyan, rasprostranennost' i vredonosnost' kornevoi gnili na yarovom yachmene [Influence of biopreparations on seed sowing qualities, prevalence and harmfulness of root rot on spring barley]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki» = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2020, vol. 6, no. 4, pp. 445–449. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-4-445-449>

6. Maryina-Chermnykh O. G. Vliyanie organomineral'nogo udobreniya EkoOrganika na urozhainost' yachmenya [Influence of organic mineral fertilizer EcoOrganika on barley yields]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki» = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2021, vol. 7, no. 2, pp. 143–148. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-2-143-148>

7. Ovcharova N. M. Somaklonal'nye varianty yachmenya – neperspektivnye donory ustoichivosti k «Chernomu zarodyshu» [Somaclonal variants of barley – unpromising donors of resistance to the “Black embryo”]. *Zashchita i karantin rastenii = Protection and quarantine of plants*, 2008, pp. 40–41. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/somaklonalnye-varianty-yachmenya-neperspektivnye-donory-ustoychivosti-k-chernomu-zarodyshu> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

8. Semynina T. V. Osobennosti infitsirovaniya semyan zernovykh kul'tur patogenami [Features of infection of grain seeds with pathogens]. *Zashchita i karantin rastenii = Protection and quarantine of plants*, 2012, no. 2, pp. 20–23. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-infitsirovaniya-semyan-zernovykh-kulturn-patogenami> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

9. Tepliyakov B. I., Tepliyakova O. I. Proyavlenie “chernoty zarodysha” na zerne yarovoi myagkoi pshe-nitsy v usloviyakh raznogo agrofona [The black-germ on grain spring wheat in the different agrarian conditions]. *Vestnik Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet = Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University*, 2011, no. 3 (19), pp. 29–35. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17744703> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

10. Toropova E. Yu., Vorobyeva I. G., Stetsov G. Ya., Kazakova O. A., Kirichenko A. A. Fitosanitarnyi monitoring i kontrol' fitopatogonov yarovoi pshe-nitsy [Phytosanitary monitoring and control of spring wheat phytopathogens]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of science and technology APK*, 2021, no. 6. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitosanitarnyy-monitoring-i-kontrol-fitopatogonov-yarovoy-pshe-nitsy> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

11. Toropova E. Y. Kazakova O. A., Porsev I. N. K protravlivaniyu semyan i posevu sortov yachmenya nuzhen differentsirovannyi podkhod [Differentiated approach is necessary to seeds of barley varieties dressing and sowing]. *Zashchita i karantin ras-tenii = Protection and quarantine of plants*, 2013, no. 2, pp. 21–23. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-protravlivaniyu-semyan-i-posevu-sortov-yachmenya-nuzhen-differentsirovannyi-podhod> (accessed 14.03.2022). (In Russ.).

12. Hadaway T., Roumeliotis S., Collins H. Able A. Black dot of barley: does it affect the quality of grain? *12th Australia Barley Technical Symposium Conference Proceedings, 11–14 September, 2005*, 5 p. Available at: https://www.academia.edu/29453207/Black_point_of_barley_is_grain_quality_affected (accessed 03.12.2021). (In Eng.).

The article was submitted 18.03.2022; approved after reviewing 07.04.2022; accepted for publication 12.04.2022.

About the authors

Hoang Tuan An

Postgraduate student, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), hoangtuananh3210@gmail.com

Olga G. Maryina-Chermnykh

Dr. Sci. (Biology), Professor, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 420000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7122-0743>, oly6045@yandex.ru

All authors have read and approved the final manuscript.