

УДК 631.53:632.4:633.11

DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-96-101

### ЗАРАЖЕННОСТЬ СЕМЯН И РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ ФИТОПАТОГЕНАМИ РОДА *FUSARIUM*, МЕТОДЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ

**Заргарян Наталья Юрьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории «Регуляторы роста и защиты растений»

**Кекало Алена Юрьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Регуляторы роста и защиты растений»

**Немченко Владимир Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Регуляторы роста и защиты растений».

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 620142, Свердловская область, г. Екатеринбург, улица Белинского, 112а, e-mail: natashazarg@yandex.ru. Тел. 8(35231) 57-3-89; 57-3-54.

**Ключевые слова:** микромицеты, грибная микрофлора, *Fusarium* spp., семенной материал, яровая пшеница, фунгициды.

Широкое производство зерновых культур и отказ от классической технологии обработки почвы привели к заметному повышению распространенности и вредоносности фитопатогенов. В первую очередь это относится к факультативным паразитам, обладающим широкой специализацией, - *Bipolaris* spp., *Fusarium* spp., а также вторичным грибам из рода *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. и др. В то же время происходит смена доминирования в микробном сообществе семян, получаемых в Зауралье. Среди наиболее вредоносных патогенов ведущее место заняли грибы рода *Fusarium* spp., сместив *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoet. на второй план. Основное распространение на яровой пшенице как в фазе кущения, так и в фазе молочно-восковой спелости зерна получили *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichoides* Sherb. В фазе кущения численность и разнообразие видов было значительно выше, чем при учете в конце вегетации. Для снижения распространения и развития фитопатогена необходимо применять комплекс мер. Одно из наиболее эффективных мероприятий – предпосевное обеззараживание семян. Однако, не все предлагаемые препараты одинаково эффективно подавляют развитие гриба рода *Fusarium* spp.. В процессе эксперимента было установлено, что высокой активностью от 5,2 до 7,5 единиц отличались фунгициды для обработки семян из класса бензимидазолов - Зим (карбендазим), смеси действующих веществ из классов триазолов с имидазолом - Хайп (триаконазол + прохлораз), а также двух триазолов - Оплот (дифеноконазол + тебуконазол). Применение же микробиологического препарата (*Bacillus subtilis*), как и его смеси с уменьшенной нормой расхода химического протравителя показало отсутствие или низкое ингибирование развития мицелия гриба.

**Исследования выполняются в соответствии с государственным заданием ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН по теме № 0532-2021-0002**

#### Введение

Одним из основных условий получения высокого урожая зерна является высококачественный посевной материал. Зараженность семян возбудителями болезней – это одна из причин снижения этого показателя. Патогены вызывают развитие корневых гнилей, гибель проростков и всходов, уменьшение продуктивной кустистости – в итоге все это приводит к снижению урожайности

культуры и ухудшению технологических качеств зерна [1].

Фитопатогены в семенном материале могут сохраняться и передаваться как внутри, так и на поверхности семян посредством мицелия гриба или спор, или как примесь с семенами. Обнаружить скрытую инфекцию и идентифицировать возбудителей болезней возможно с помощью фитопатологической экспертизы семенного материала.

По данным Россельхозцентра в последние годы наиболее вредоносными являются грибы рода *Fusarium spp.*. Болезни, которые они вызывают, наносят большой вред злаковым культурам. Микромицеты фузариозной этиологии вызывают не только корневые гнили, под их воздействием происходит поражение сосудистой системы, повреждение колосьев и зерна. [2].

Энергия прорастания и всхожесть семян снижается при заражении их патогенными видами грибов. Вредоносность патогена зависит от места локализации мицелия и от числа пораженных семян. В случае, когда зерно используется на продовольственные или кормовые цели, важна не только степень зараженности, но вид патогенов. Они, во-первых, снижают продуктивность и посевные качества семян яровой пшеницы, а во-вторых, способствуют накоплению микотоксинов, которые продуцируются в результате их жизнедеятельности и представляют опасность для здоровья человека и сельскохозяйственных животных. Так, грибы рода *Fusarium spp.* продуцируют различные микотоксины, одними из которых являются дексоксинаваленон (ДОН) и Т-2 токсин, на которые установлены строгие предельные нормы содержания их в зерне и продуктах его переработки – 0,7-2,0 и 0,1 мг/кг соответственно [3].

Семенной материал, заселенный грибами рода *Fusarium spp.*, дает ослабленные проростки с замедленными ростовыми процессами и изреженные всходы за счет активного питания фитопатогена, являющегося причиной корневых гнилей пшеницы. Зараженный посевной материал, попадая в почву, способствует увеличению существующих очагов фитопатогена или формированию новых [4].

Активному процессу развития корневых гнилей способствует насыщение севооборотов восприимчивыми культурами, которые провоцируют накопление патогенного начала возбудителей болезни, а так же низкая супрессивность почвы, способствующая длительному выживанию и сохранению покоящихся структур [5].

Одним из оперативных методов защиты растений от корневых гнилей является предпосевная обработка семенного материала фунгицидами. На рынке представлен большой ассортимент препаратов с разным спектром действия [6]. Однако не все они одинаково эффективны против определенного фитопатогена, в частности фузариевых грибов, поэтому изучение влияния различных групп фунгицидов на грибы рода

*Fusarium spp.* является актуальным. Особенно на фоне увеличения заражения растений данным патогеном в условиях Зауралья.

Цель исследования – установить эффективность различных групп фунгицидных протравителей против грибов рода *Fusarium spp.*

#### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводились в Курганском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в лаборатории регуляторов роста и защиты растений в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, рационального применения пестицидов и биопрепаратов, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия».

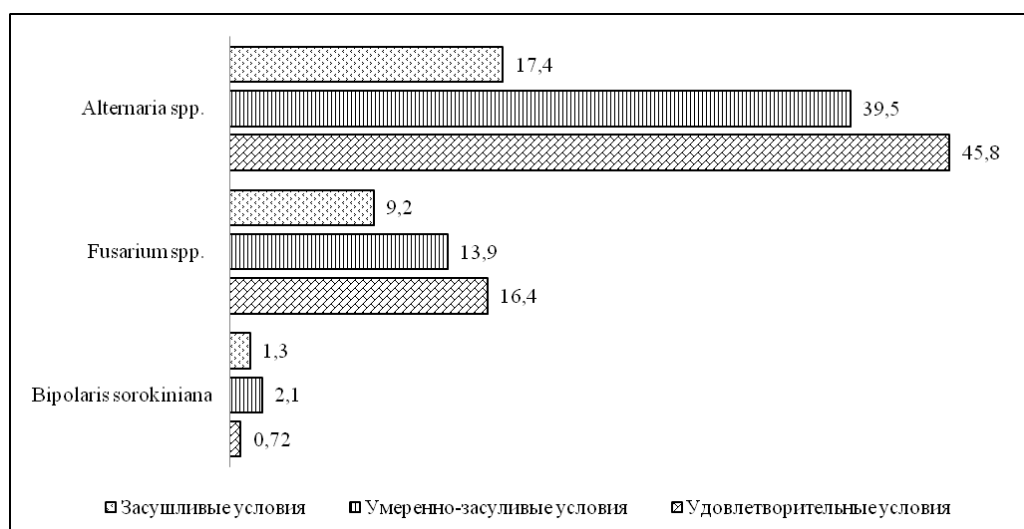
Фитоэкспертизу семян проводили по ГОСТу 12044-93 (1993г.) с использованием фильтровальной бумаги. На двух слоях увлажненной бумаги раскладывали одну пробу семян (100 шт.) зародышами вниз. Сверху семена накрывали полоской бумаги такого же размера, затем полосы сворачивали в рулон и помещали в вертикальном положении в стакан с водой. Через 7-14 суток определяли зараженность семенного материала методом микроскопирования.

Для проведения микологического анализа на органах яровой пшеницы сорта Омская 36, образцы растений отбирали в фазы кущения и молочно-восковой спелости с последующей инкубацией на среде Чапека. Для идентификации микроскопических грибов использовали определители [7,8].

Эффективность протравителей против грибов рода *Fusarium spp.* определяли на среде КДА, гриба *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. - на среде Чапека по диаметру зоны, свободной от мицелия и показателю «активность препарата» (А). Если активность препарата равнялась 1, то фунгицид неэффективен (т.е. зона задержки роста не образуется), если А=2-3, то активность препарата низкая, А=4 - средняя и если А ≥ 5 высокая [9,10].

#### **Результаты исследований**

Фитосанитарная экспертиза семенного материала яровой пшеницы определила комплекс преобладающих на семенах фито-



**Рис. 1 - Встречаемость микромицетов на семенах яровой пшеницы в зависимости от влажности вегетационного периода 2010-2020 гг.**

патогенов, который был представлен грибами родов *Fusarium* Link., *Alternaria* Nees, *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker (рис. 1). В среднем за 10 лет (2010-2020 гг.) исследований на семенах преобладали грибы рода *Alternaria* spp. как в условиях удовлетворительного увлажнения, так и в засушливые периоды. Заселение зерна яровой пшеницы *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. было незначительным в отличие от *Fusarium* spp., встречаемость данного гриба составляла 9,2-16,4%. Развитие учитываемых фитопатогенов зависело от погодных условий, с уменьшением влаги и повышением температуры их количество снижалось за исключением гриба *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem., для него наиболее благоприятными условиями оказались – умеренно-засушливые (гидротермический коэффициент составил 0,7-0,9).

За последнее десятилетие произошло изменение в микробном сообществе семян, получаемых в Зауралье. Так, среди наиболее вредоносных патогенов ведущее место заняли грибы рода *Fusarium* spp., сместив *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. на второй план. Этому способствовали изменение температурного режима, переход к минимизации обработки почвы и преобладание зерновых культур в севооборотах.

На первом этапе прорастания семян вред проросткам и молодым растениям зерновых наносят возбудители фузариозно-гельминтоспориозных инфекций, которые далее сопровождают растение на протяжении всей его жизни [11], поэтому для микологического анализа образцы пшеницы были отобраны дважды: в фазу кущения пшеницы (ф. 25 по Цадоксу) и в фазу молоч-

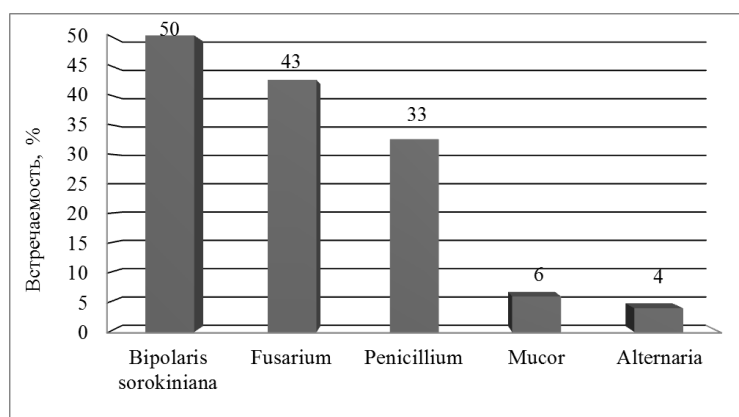
но-восковой спелости (ф. 80).

Данные по этиологии корневых гнилей отражены на рисунках 2, 3. Патогенный комплекс представлен преимущественно тремя группами микромицетов: *B. sorokiniana* Sacc. Shoem., *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. В фазе кущения культуры основным патогеном, выделяемым на органах растений, был гриб *B. sorokiniana* Sacc. Shoem. (50%), к концу вегетации преобладали грибы из рода *Fusarium* spp. (89%). Кроме того, в данный период отмечалось более разнообразное сообщество микромицетов.

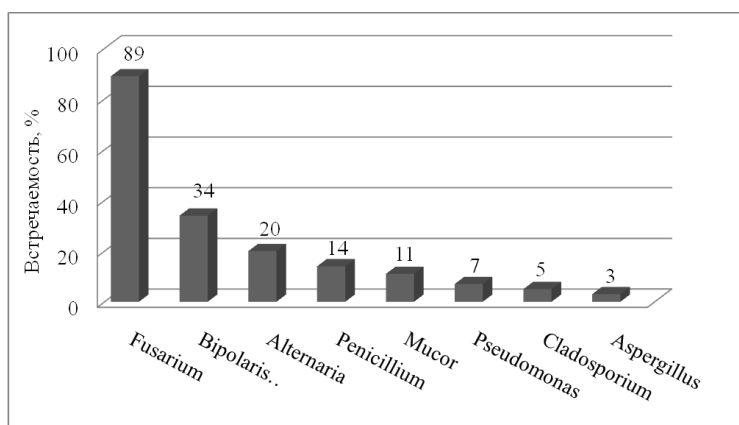
Существенное преобладание фузариевых грибов отмечалось на первичных и вторичных корнях, тогда как на эпикотиле грибы рода *Fusarium* spp. и *Bipolaris sorokiniana* распределялась почти равномерно, на основании растений преимущественно развивался возбудитель гельминтоспориоза.

Экологическая ниша грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах достаточно широка, затрагивает надземные, подземные, генеративные органы и почву, что дает возможность грибу поддерживать стабильно высокую численность популяции. По данным сибирских ученых [12,13] на зерновых культурах ежегодно паразитирует более 10 видов рода *Fusarium*, среди которых наиболее распространены *F. equiseti* (Corda)Sass., *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans, *F. solani*, *F. sporotrichoides* Sherb..

По итогам нашего исследования основное распространение на яровой пшенице как в фазе кущения, так и в фазе молочно-восковой спелости получили *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichoides* Sherb.



**Рис. 2 - Таксономический состав возбудителей корневых гнилей в фазе кушания яровой пшеницы**



**Рис. 3 - Таксономический состав возбудителей корневых гнилей в фазе молочно-восковой спелости яровой пшеницы**

**Таблица 1**

**Соотношение видов грибов рода *Fusarium* spp. на подземных и околоземных органах пшеницы 2020-2021гг.**

| Фаза развития яровой пшеницы      | % встречаемости     |                       |                           |                |                        |                       |                     |                      |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
|                                   | <i>F. oxysporum</i> | <i>F. graminearum</i> | <i>F. sporotrichoides</i> | <i>F. poae</i> | <i>F. proliferatum</i> | <i>F. langsethiae</i> | <i>F. avenaceum</i> | <i>F. semitectum</i> |
| Кушание (ф. 25)                   | 980                 | 400                   | 340                       | 120            | 100                    | -                     | 60                  | 20                   |
| Молочно-восковая спелость (ф. 80) | 650                 | 70                    | 340                       | 20             | -                      | 04                    | -                   | -                    |

(табл. 1). В фазе кушания численность и разнообразие видов было значительно выше, чем в фазу молочно-восковой спелости.

Некоторые виды грибов рода *Fusarium* слабо поддаются контролю со стороны современных препаратов, применяемых для протравливания семян. Для оценки эффективности изучаемых фунгицидов пользовались показателем

«активность препарата» [10].

Лабораторные испытания показали, что протравливание семенного материала фунгицидами Зим (карбендазим), Хайп (триконазол + прохлораз) и Оплот (дифеноконазол + тебуконазол) обеспечило наибольший диаметр зоны задержки роста мицелия гриба и соответственно активность препарата (табл. 2).

Применение биологического препарата Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis*) не повлияло на рост и развитие гриба, эффективность оказалась на уровне контроля. Совместное использование биофунгицида с уменьшенной нормой расхода химического протравителя Бункер (тебуконазол) также малоэффективно в сдерживании роста фитопатогенов.

При испытании протравителей в отношении грибов рода *Fusarium* оказалось, что в зоне задержки роста микромицета отсутствие мицелия отмечалось только на варианте с карбендазимом.

#### **Заключение**

За последнее десятилетие произошло изменение в микробном сообществе семян, получаемых в Зауралье. Так, среди наиболее вредоносных патогенов ведущее место заняли грибы рода *Fusarium* spp., сместив *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. на второй план. Этому способствовали изменение температурного режима, переход к минимизации обработки почвы и преобладание зерновых культур в севооборотах. Основное распространение на яровой пшенице как в фазе кушания, так и в фазе молочно-восковой спелости зерна получили *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichoides* Sherb.

Для снижения распространения и развития фитопатогена необходимо применять комплекс мер, одной из которых является предпосевная обработка семян. Однако не все предлагаемые препараты одинаково эффективно подавляют развитие гриба рода *Fusarium* spp.. В процессе эксперимента было установлено, что высокой активностью от 5,2 до 7,5 единиц отличались фунгициды Зим (карбендазим), Хайп (триконазол + прохлораз) и Оплот (дифеноконазол + тебуконазол). Применение же биологического препарата (*Bacillus subtilis*) в пол-

Таблица 2

Влияние протравителей на грибы рода *Fusarium spp.* при обработке семян яровой пшеницы сорта Омская 36, 2020-2021гг.

| Вариант                                           | Действующее вещество                                      | Диаметр зоны задержки роста мицелия гриба <i>Fusarium spp.</i> , мм | Активность препарата |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Контроль                                          | -                                                         | 3,0                                                                 | 1,0                  |
| Зим 1 л/т, КС                                     | Карбендазим 500 г/л                                       | 22,4                                                                | 7,5                  |
| Хайп 2 л/т, КС                                    | Тритиконазол 20 г/л + прохлораз 60 г/л                    | 16,6                                                                | 5,5                  |
| Оплот 0,5 л/т, ВСК                                | Дифеноконазол 90 г/л + тебуконазол 45 г/л                 | 15,7                                                                | 5,2                  |
| Фитоспорин-М 1 л/т, Ж (АС) + бункер 0,25 л/т, ВСК | <i>Bacillus subtilis</i> , штамм 26Д + тебуконазол 60 г/л | 5,2                                                                 | 1,7                  |
| Фитоспорин-М 1 л/т, Ж (АС)                        | <i>Bacillus subtilis</i> , штамм 26Д                      | 3,0                                                                 | 1,0                  |
| НСР <sub>05</sub>                                 |                                                           | 5,5                                                                 |                      |

ной дозе или совместно с уменьшенной дозой химического (тебуконазол) показали отсутствие или низкое ингибирование развития мицелия гриба.

Полученные результаты могут быть использованы при выборе фунгицидов сельхозтоваропроизводителями для контроля развития фитопатогенов из рода *Fusarium spp.*

#### Библиографический список

1. Zargaryan, N. Yu. Infection of grain crops with fungi of the genus *Fusarium* / N. Yu. Zargaryan, A. Yu. Kekalo, V. V. Nemchenko // BIO Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 19–20 июля 2021 года. – Tyumen : EDP Sciences, 2021. – P. 04008. – DOI 10.1051/bioconf/20213604008.
2. Дубровская, Н. Н. Эффективность фунгицидов в отношении возбудителей фузариозов пшеницы - грибов *Fusarium avenaceum* и *Fusarium proliferatum* / Н. Н. Дубровская // The Scientific Heritage. – 2021. – № 61-2(61). – С. 3-4. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-61-2-3-4.
3. Гагкаева, Т. Ю. Выявление токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium* в зерне озимой пшеницы в Центральном регионе Европейской части России / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, А. С. Орина // Успехи медицинской микологии. – 2018. – Т. 19. – С. 299-303.
4. Грибы рода *Fusarium* на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова, И. Г. Воробьева, М. А. Мустафина, М. П. Селюк // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 21-23.
5. Торопова, Е. Ю. Корневая гниль на сортах яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья / Е. Ю. Торопова, В. В. Пискарев, В. Ю. Сухомлинов // Аграрная наука. – 2019. – № S1. – С. 162-164. – DOI 10.32634/0869-8155-2019-326-1-162-165.
6. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2021 год : приложение к журналу Защита и карантин растений. – Москва : Редакция журнала, 2021. – 816 с.
7. Билай, В. И. Фузариозы / В. И. Билай. – Киев : Наукова думка, 1977. – 442с.
8. Пидопличко, Н. М. Грибы-паразиты культурных растений. Грибы несовершенные / Н. М. Пидопличко. – Киев : Наукова думка, 1977. – Т. 2. – 300с.
9. Методика определения фунгицидной активности химических препаратов и других средств в отношении возбудителей болезней растений – грибов рода *Fusarium* / В. В. Чекмарев [и др.]. – Тамбов : Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2013. – 45 с. – ISBN 978-5-89016-839-9.
10. Chekmarev, V. V. Fungus *Microdochium nivale* and effective fungicides to control its development / V. V. Chekmarev // Agricult. Sci. «Colloquium-journal». – 2020. – № 5(57). – P. 53-54.
11. Фитосанитарный мониторинг и контроль фитопатогенов яровой пшеницы / Е. Ю. Торопова, И. Г. Воробьева, Г. Я. Стецов, О. А. Казакова, А. А. Кириченко // Достижение науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 6. – С. 25-32.
12. 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 // Rus. Agricult. Sci. – 2018. – № 44(3). – P. 241-244.
13. Мониторинг грибов рода *Fusarium Link.* и их микотоксинов на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова, И. Г. Воробьева, М. А. Мустафина, М. П. Селюк // Агрохимия. – 2019. – № 5. – С. 76-82.

## CONTAMINATION OF SEEDS AND PLANTS OF WHEAT WITH PHYTOPATHOGENS OF *FUSARIUM* GENUS, METHODS OF RECOVERY

Zargaryan N. Yu., Kekalo A. Yu., Nemchenko V. V.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Ural Federal Agrarian Research  
Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences",

620142, Sverdlovsk Region, Ekaterinburg, Belinsky st., 112a, e-mail: natashazarg@yandex.ru. Tel. 8(35231) 57-3-89; 57-3-54.

Widespread production of grain crops and rejection of classical tillage technology have led to a noticeable increase of harmfulness of phytopathogens. First of all, this appertains to facultative parasites with a wide specialization - *Bipolaris* spp., *Fusarium* spp., as well as to secondary fungi from *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp. genera and others. There is a simultaneous change of dominance in microbial community of seeds obtained in the Trans-Urals. Fungi of *Fusarium* spp. genus occupied the leading place among the most harmful pathogens, placing *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. to the background. *F. oxysporum* (Schlecht) Snyder, *F. graminearum* Schwabe, *F. sporotrichoides* Sherb are most spread on spring wheat, both in the tillering phase and at milk-wax stage of grain ripeness. The abundance and diversity of species was significantly higher in the tillering phase than when counted at the end of the vegetation season. To reduce the spread and development of any phytopathogen, it is necessary to apply a set of measures. One of the most effective measures is pre-sowing disinfection of seeds. However, the proposed preparations are not all equally effective in suppressing the development of the fungus of *Fusarium* spp. genus. During the experiment, it was found that seed treatment fungicides from the class of benzimidazoles - Zim (carbendazim), mixtures of active substances from the classes of triazoles with imidazole - HYIP (triticonazole + prochloraz), and also two triazoles - Oplot (difenoconazole + tebuconazole) were distinguished by high activity from 5.2 to 7.5 units. Application of a microbiological preparation (*Bacillus subtilis*), as well as its mixtures with a reduced application rate of a chemical disinfectant, showed the absence or low inhibition of fungus mycelium development.

### Bibliography:

1. Zargaryan, N. Yu. Infection of grain crops with fungi of the genus *Fusarium* / N. Yu. Zargaryan, A. Yu. Kekalo, V. V. Nemchenko // BIO Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference, Tyumen, July 19–20, 2021. – Tyumen: EDP Sciences, 2021. – P. 04008. – DOI 10.1051/bioconf/20213604008.
2. Dubrovskaya, N. N. The effectiveness of fungicides against pathogens of wheat fusarium - *Fusarium avenaceum* and *Fusarium proliferatum* fungi / N. N. Dubrovskaya // The Scientific Heritage. - 2021. - № 61-2 (61). - P. 3-4. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-61-2-3-4.
3. Gagkaeva, T. Yu. Detection of toxin-producing fungi of *Fusarium* genus in winter wheat grain in the Central region of the European part of Russia / T. Yu. Gagkaeva, O. P. Gavrilova, A. S. Orina // Successes of medical mycology. - 2018. - V. 19. - P. 299-303.
4. Fungi of *Fusarium* genus on wheat grain in Western Siberia / E. Yu. Toropova, I. G. Vorobieva, M. A. Mustafina, M. P. Selyuk // Plant Protection and Quarantine. - 2019. - № 1. - P. 21-23.
5. Root rot on spring wheat varieties in the northern forest-steppe of the Ob region / E. Yu. Toropova, V. V. Piskarev, V. Yu. Sukhomlinov // Agrarian science. - 2019. - № S1. - P. 162-164. – DOI 10.32634/0869-8155-2019-326-1-162-165.
6. A List of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation. 2021: Supplement to the journal Plant Protection and Quarantine. - Moscow: Editorial Board, 2021. - 816 p.
7. Bilay, V. I. *Fusaria* / V. I. Bilay. - Kyiv: Naukova Dumka, 1977. - 442 p.
8. Pidoplichko, N. M. Fungi-parasites of cultivated plants. Fungi imperfect / N. M. Pidoplichko. - Kyiv: Naukova Dumka, 1977. - V. 2. - 300 p.
9. Method for specification of the fungicidal activity of chemicals and other agents against plant pathogens - fungi of *Fusarium* genus / V.V. Chekmarev [and others]. - Tambov: Publishing house of TSU named after G.R. Derzhavin, 2013. - 45 p. – ISBN 978-5-89016-839-9.
10. Chekmarev, V. V. Fungus *Microdochium nivale* and effective fungicides to control its development / V. V. Chekmarev // Agric. sci. "Colloquium-journal". - 2020. - № 5 (57). – P. 53-54.
11. Phytosanitary monitoring and control of phytopathogens of spring wheat / E. Yu. Toropova, I. G. Vorobieva, G. Ya. Stetsov, O. A. Kazakova, A. A. Kirichenko // Achievement of Science and Technology of AIC. - 2021. - V. 35, № 6. - P. 25-32.
12. 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 // Rus. Agric. sci. - 2018. - № 44(3). - P. 241-244.
13. Monitoring of fungi of *Fusarium* Link. genus and their mycotoxins on wheat grain in Western Siberia / E. Yu. Toropova, I. G. Vorobieva, M. A. Mustafina, M. P. Selyuk // Agrochemistry. - 2019. - № 5. - P. 76-82.