

УДК 579.64

DOI 10.30679/2587-9847-2023-37-155-158

ПОТЕНЦИАЛ БИОАГЕНТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ФИТОПАТОГЕНОВ**Трухина Е.Л.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет» (Киров)

Реферат. Исследовали эффективность применения биопрепаратов на основе микроорганизмов для ингибирования микромицетов-фитопатогенов. Самая высокая степень подавления отмечена при применении для инокуляции семян двух и трехкомпонентных ассоциаций микроорганизмов. Так мультивидовая ассоциация *Fischerella muscicola* + *Bacillus subtilis* + *Streptomyces* sp. практически полностью подавляла развитие *Fusarium culmorum*.

Ключевые слова: *Fischerella muscicola*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces* sp., *Fusarium culmorum*.

Summary. The effectiveness of the use of biological preparations based on microorganisms for the inhibition of micromycetes-phytopathogens was investigated. The highest degree of suppression was noted when two and three component associations of microorganisms were used for seed inoculation. Thus, the mutated association of *Fischerella muscicola* + *Bacillus subtilis* + *Streptomyces* sp. contributed to the spread of *Fusarium culmorum*.

Key words: *Fischerella muscicola*, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces* sp., *Fusarium culmorum*.

Введение. Для снижения пестицидной нагрузки на агрофитоценозы и получения экологически чистого сырья для различных сфер пищевого и кормового производства используют высокоурожайные и устойчивые к инфекциям и вредителям сорта, а также многофункциональные биопрепараты [1, 2]. Для ингибирования развития фитопатогенов могут быть использованы почвенные микроорганизмы, обитающие в ризосфере растений [3, 4]. Доказано, что обитающие в ризосфере микробные сообщества формируют защитную зону для корней [5, 6].

Такие обитатели педобиоты как *Trichoderma*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Flavobacterium*, *Streptomyces* и др. каждый отдельно и в различных комбинациях служат биоагентами для создания микробных препаратов, эффективность которых доказана на примере многолетних опытов на различных сельскохозяйственных культурах [7, 8].

Почвенные микроорганизмы способны ингибировать развитие инфекций за счет экзометаболитов, обладающих антагонистической активностью по отношению к фитопатогенным микромицетам, тем самым снижая уровень заболеваемости сельскохозяйственных, лесных и декоративных культур [9, 10].

Одним из самых опасных патогенных микромицетов, входящих в комплексы возбудителей различных заболеваний большинства растений семейства злаковые является *Fusarium culmorum*. Больше всего страдают от этого фитопатогена пшеница и ячмень.

Фузариум вызывает корневую гниль, гниль стеблей и пятнистость проростков мелкозерновых злаков, а также гниль початков и корневую гниль кукурузы. Возбудитель

может вызывать тяжелые симптомы заболеваний, продуцировать различные токсины, фитотоксичные и опасные для животных и человека.

Цель работы – сравнить антифунгальное действие разных комбинаций микроорганизмов на фоне инфицированных фузариумом семян ячменя.

Объекты и методы исследований. Для создания прототипа биопрепарата против фитопатогенов в качестве фоновой инфекции использовали один из самых распространенных фитопатогенов микромицет *Fusarium culmorum*. Семена ячменя ярового (*Hordeum vulgare* L.) сорта Изумруд использовали в качестве тест культуры для оценки степени ингибирования грибной инфекции [11].

Инфицированные семена инокулировали микроорганизмами: *Fischerella muscicola*, *Bacillus subtilis* и *Streptomyces* sp. из коллекции кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятского ГАТУ [12].

В контрольном варианте семена замачивали в артезианской воде. В остальных вариантах семена инфицировали *Fusarium culmorum* методом опудривания. Затем обрабатывали их согласно вариантам опыта (табл.)

Всхожесть оценивали на 5-е сутки. Наличие инфекции анализировали по внешнему виду и микроскопировали поврежденные проростки при снятии опыта растений. О развитии фузариума свидетельствует появление характерного окрашивания места повреждения и вокруг него (рис.). Поврежденные растения перестают развиваться и гибнут.

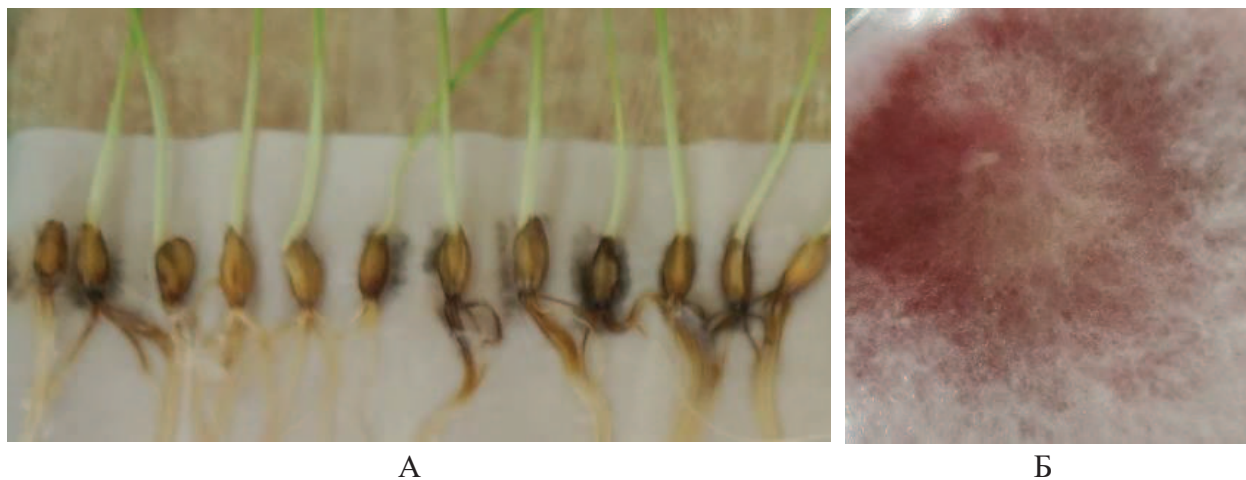


Рис. *Fusarium culmorum*: А – на растениях; Б – в чашке Петри.

Обсуждение результатов. Низкая всхожесть была зафиксирована в варианте где семена инфицировали *Fusarium culmorum* – 68 %, а в вариантах с инокуляцией инфицированных семян биоагентами всхожесть была на уровне 80-89 % (табл.).

Несмотря на то что семена были инфицированы, инокуляция биоагентами стимулировала развитие корневой системы на 5-24 % и ускоряла развитие проростков во всех опытных вариантах 9-28 %, по сравнению с контролем. Тем не менее эффективнее всего себя показала инокуляция семян тройной ассоциацией *Fischerella muscicola* + *Bacillus subtilis* + *Streptomyces* sp.

Таблица – Влияние биоагентов на подавление развития фитопатогена *Fusarium culmorum*

Вариант	Всхожесть, %	Длина корней, в % к контролю	Высота проростков, в % к контролю	Зараженность, %
1. Контроль (без обработки)	82	100	100	0
2. Семена инфицированные <i>Fusarium culmorum</i>	68	45	49	100
3. <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Fischerella</i> <i>musciola</i>	87	119	116	40
4. <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Bacillus subtilis</i>	80	111	115	46
5. <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Streptomyces sp.</i>	85	109	110	45
6. <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Fischerella</i> <i>musciola</i> + <i>Bacillus</i> <i>subtilis</i>	88	123	125	35
7. <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Fischerella</i> <i>musciola</i> + <i>Streptomyces sp.</i>	87	122	123	37
8. <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Streptomyces sp.</i>	88	105	109	21
9. <i>Fusarium culmorum</i> + <i>Fischerella</i> <i>musciola</i> + <i>Bacillus</i> <i>subtilis</i> + <i>Streptomyces</i> <i>sp.</i>	89	124	128	10

Наименьшее количество пораженных проростков – 10 % было в варианте где инфицированные фузариумом семена инокулировали трехкомпонентной ассоциацией *Fischerella musciola* + *Bacillus subtilis* + *Streptomyces sp.*

Выводы. Изучение влияния трех биоагентов на подавление развития фузариума на фоне инфицированных семян ячменя показало наибольшую степень ингибирования фитопатогена тройной инокуляцией семенного материала. Исследуемые в качестве инокулянтов биоагенты оказали ростстимулирующее действие на всхожесть семян и вегетацию проростков ячменя ярового.

Литература

1. Влияние способов предпосевной обработки семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) на всхожесть и интенсивность образования клубеньков / Л. И. Домрачева, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина, и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 3. С. 67-72.
1. Гайфутдинова А.Р., Домрачева Л.И., Трефилова Л.В. Перспективы использования *Fisherella muscicola* и азида натрия для подавления развития *Fusarium solani* // Теоретическая и прикладная экология. 2013. № 2. С. 124-128.
2. Домрачева Л.И., Третьякова А.Н., Трефилова Л.В. Использование цианобактерий как экологически безопасного метода борьбы с фузариозами // Экология. 2002. № 2. С. 46-48.
3. Защита древесины от разрушения с использованием антисептиков, получаемых из промышленных отходов (обзор) / С.Г. Скугорева, Л.В. Трефилова, Л.И. Домрачева, и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 4. С. 6-13. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-4-006-013
4. Микробная интродукция и состояние почвенной аборигенной микрофлоры / Л.И. Домрачева, Л.В. Трефилова, А.Л. Ковина, и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 2. С. 55.
5. Фокина А.И., Скугорева С.Г., Трефилова Л.В., Даровских Л.В. Определение показателей окислительного стресса в мелиссе лекарственной при действии микромицета *Fusarium culmorum* и его антагонистов // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 2. С. 77-83. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-2-077-083
6. Оптимизация микробиологического состава биопрепарата при выращивании лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) / Л.И. Домрачева, Д.В. Козылбаева, А.Л. Ковина, и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 1. С. 94-101. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-1-094-101
7. Фокина А.И., Огородникова С.Ю., Веселова Е.В., Трефилова Л.В. Оптимизация условий определения токсичности водных растворов тетразолюно-топографическим методом // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 3. С. 52-59. DOI: 10.25750/1995-4301-2021-3-052-059
8. Фокина А.И., Лялина Е.И., Трефилова Л.В., Ашихмина Т.Я. Отклик почвенной цианобактерии *Nostoc paludosum* на действие сульфата меди (II) в присутствии глутатиона восстановленного // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 3. С. 101-108. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-3-101-108
9. Панкратова Е.М., Трефилова Л.В. Симбиоз как основа существования цианобактерий в природных условиях // Теоретическая и прикладная экология. 2007. № 1. С. 4-14.
10. Рост и развитие люпина узколистного в присутствии лишенобиоты / Л. И. Домрачева, С.Г. Скугорева, А.И. Коротких, и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 2. С. 183-188. DOI: 10.25750/1995-4301-2021-2-183-188
11. Совершенствование тетразолюно-топографического метода биотестирования с использованием цианобактерий / А. И. Фокина, Л. И. Домрачева, Ю. Н. Зыкова, и др. // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 1. С. 31-41.
12. Трефилова Л.В., Патрушева М.Н. Эффективность использования цианоризобиального консорциума при выращивании гороха посевного // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 3. С. 67-75.