

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН НА РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ *BIPOLARIS SOROKINIANA* И *ALTERNARIA SPP.* НА КОРНЯХ ПШЕНИЦЫ

Овсянкина Софья Владимировна, кандидат биологических наук,
заведующая лабораторией «Сельскохозяйственной и экологической биотехнологии», ИАЭТ

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: softi-kras@mail.ru

Келер Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
директор Института агроэкологических технологий

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: vica_kel@mail.ru

Хижняк Сергей Витальевич, доктор биологических наук, доцент,
профессор кафедры «Экологии и природопользования», ИАЭТ

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: skhizhnyak@yandex.ru

Родовиков Сергей Александрович, аспирант

кафедры «Экологии и природопользования», ИАЭТ

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

e-mail: rsa12@mail.ru

Аннотация. *Bipolaris sorokiniana* является одним из наиболее опасных возбудителей грибных болезней пшеницы, вызывающим потери урожая до 50 %. Виды р. *Alternaria* обычно не влияют на продуктивность растений, однако продуцируют целый комплекс микотоксинов, включая альтернариол, монометилловый эфир альтернариола, альтеротоксины, альтенуен, тенуазониковую кислоту и тентоксин. Наиболее популярным способом борьбы с данными патогенами является обработка семян фунгицидами. Биологический контроль, основанный на микробном антагонизме, предлагает безопасную для окружающей среды и экономически эффективную альтернативу химической обработки семян. Цель настоящего исследования состоит в оценке возможности борьбы с *B. sorokiniana* и *Alternaria spp.* в Сибири с помощью штаммов-антагонистов *Bacillus atrophaeus*, выделенных из местных почвенных микробных сообществ. Установлено, что обработка семян смесью штаммов *B. atrophaeus* ведёт к статистически значимому снижению распространённости и интенсивности развития обоих патогенов.

Ключевые слова: *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria spp.*, яровая пшеница, биологический контроль, *Bacillus atrophaeus*, Сибирь, почвенные микробные сообщества.

EFFECT OF BACTERIAL SEED TREATMENT ON THE INCIDENCE OF *BIPOLARIS SOROKINIANA* AND *ALTERNARIA SPP.* IN WHEAT ROOTS

Ovsyankina Sophia Vladimirovna, candidate of biological sciences,

Head of the laboratory "Agricultural and ecological biotechnology", Institute of agro-ecological technologies

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: softi-kras@mail.ru

Keler Victoria Victorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor,

Director of the Institute of agro-ecological technologies

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: vica_kel@mail.ru

Khizhnyak Sergey Vitalievitch, doctor of biological sciences, associate professor,
professor of the department of "Ecology and nature management", Institute of agro-ecological technologies

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: skhizhnyak@yandex.ru

Rodovikov Sergey Aleksandrovich, PhD student

of the department of "Ecology and nature management", Institute of agro-ecological technologies

Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

e-mail: rsa12@mail.ru

Abstract. *Bipolaris sorokiniana* is one of the most dangerous wheat fungal pathogen causing yield loss up to 50 %. Species of the genus *Alternaria* usually don't affect the productivity of plants but produce a whole complex of mycotoxins including alternariol, alternariol monomethyl ether, altertoxins, altenuene, tenuazonic acid and tentoxin. The most popular way to control these pathogens is fungicide seed treatment. Biological control based on microbial antagonism offers an environmental friendly and economically effective alternative to chemical seed treatment. The goal of this research is to assess the possibility to control *B. sorokiniana* and *Alternaria* spp. in Siberia using antagonistic strains of *Bacillus atrophaeus* isolated from indigenous soil microbial communities. It was found that seed treatment with mixture of strains of *B. atrophaeus* leads to statistically significant reducing incidence and severity of both pathogens.

Key words: *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria* spp., spring wheat, biological control, *Bacillus atrophaeus*, Siberia, soil microbial communities.

Возбудитель обыкновенной корневой гнили зерновых фитопатогенный гриб *Bipolaris sorokiniana* является одним из наиболее опасных возбудителей болезней пшеницы, который в засушливые годы вызывает потери урожая до 50 % [2, р. 1064-1071]. Виды р. *Alternaria* обычно не оказывают существенного влияния на продуктивность растений, однако продуцируют целый комплекс микотоксинов. Среди наиболее опасных для человека и сельскохозяйственных животных называют альтернариол, монометилловый эфир альтернариола, альтеротоксины, альтенуен, tenuazonic кислоту и тентоксин. Наиболее популярным способом борьбы с данными патогенами является обработка семян фунгицидами [5, р. 93-106]. Основным способом борьбы с фитопатогенными грибами в настоящее время является предпосевное протравливание семян фунгицидами [6, р. 860-868]. Однако фунгициды оказывают негативное воздействие на здоровье человека и на почвенные экосистемы. Кроме того, во всём мире отмечается снижение эффективности фунгицидов в связи с распространением среди фитопатогенов резистентных штаммов [4, р. 170-176]. В этой связи всё большую популярность приобретает биологический метод защиты растений от болезней, который основан на интродуцировании в ризосферное либо в эпифитное микробное сообщество микроорганизмов, проявляющих антагонизм в отношении фитопатогенов [7, р. 293–304]. Главным препятствием к широкому применению микробиологических средств защиты растений является низкая приживаемость интродуцируемых штаммов в местных микробных сообществах [3, р. 53-80]. Решение данной проблемы состоит в использовании автохтонных штаммов-антагонистов, выделенных непосредственно из местных сообществ микроорганизмов.

Цель настоящей работы – проверка возможности применения автохтонных штаммов спорообразующих бактерий *Bacillus atrophaeus* в защите яровой пшеницы от *B. sorokiniana* и *Alternaria* spp. в почвенно-климатических условиях Сибири. Выбор *B. atrophaeus* обусловлен тем, что в предыдущих исследованиях данные бактерии показали высокую эффективность против фузариоза сои [1, с. 4-11].

Исследования выполнены в 2021 году на базе учебно-научного комплекса «Борский» ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет (Сухобузимский район Красноярского края) в мелкоделяночном опыте. Семена пшеницы сорта Новосибирская 16 непосредственно перед посевом обрабатывали суспензией из смеси спор и вегетативных клеток пяти штаммов *B. atrophaeus*, показавших в лабораторных условиях максимальную антибиотическую активность в отношении *B. sorokiniana* и *Alternaria* spp. Расход суспензии при бактеризации составлял 20 л в пересчёте на тонну семян. Контролем служили необработанные семена.

Учёт распространённости и интенсивности развития *B. sorokiniana* и *Alternaria* spp. на корнях пшеницы проводили в середине вегетации методом влажной камеры. В качестве показателя интенсивности развития использовали количество конидий, сформировавшихся на корнях после 7 суток инкубирования во влажной камере. Подсчёт конидий проводили методом светопольной микроскопии, после чего переводили число конидий в балльную систему, где 0 баллов соответствовало отсутствию конидий, 3 балла – максимальному числу конидий в смыве с корней. Число проанализированных образцов составило 63 в варианте с бактеризацией и 69 – в контрольном варианте.

Статистическую значимость различий между бактеризованным и контрольным вариантами по распространённости возбудителей проверяли точным F-тестом для таблиц 2x2. Статистическую значимость различий между бактеризованным и контрольным вариантами по интенсивности развития возбудителей определяли с помощью дисперсионного анализа. В качестве программного обеспечения использовали пакет StatSoft STATISTICA 8.0.

Бактеризация семян снизила распространённость *B. sorokiniana* на корнях пшеницы на 24,6 процентных пунктов – с 75,4 % до 50,8 %. Статистическая значимость различий по распространённости *B. sorokiniana* между бактеринованным и контрольным вариантами по двустороннему критерию составила $p=0,0039$. Распространённость *Alternaria* spp. за счёт бактеринования снизилась на 24,3 процентных пункта – с 44,9 % до 20,6 % (рис. 1). Статистическая значимость различий по распространённости *Alternaria* spp. между бактеринованным и контрольным вариантами по двустороннему критерию составила $p=0,0034$.

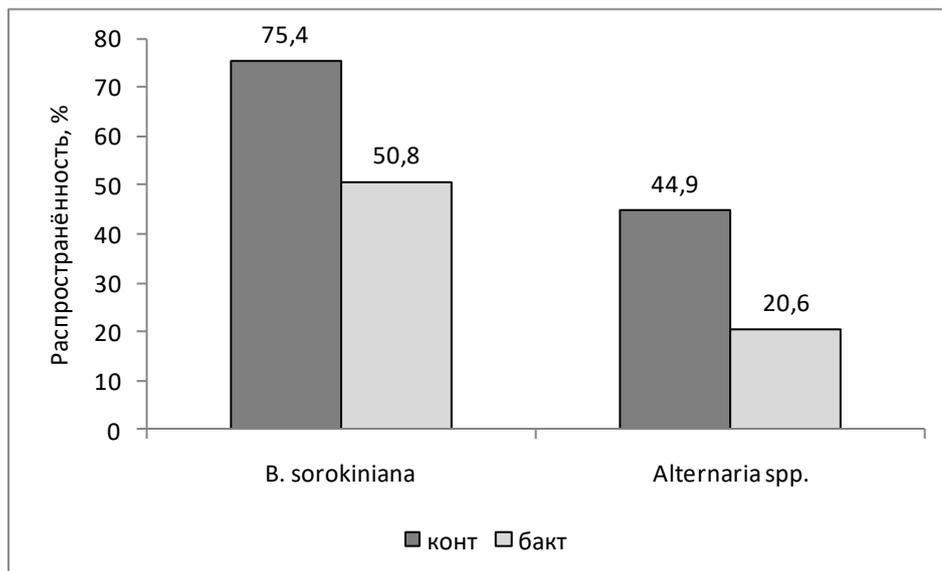


Рисунок 1 – Влияние бактеринования смесью штаммов *B. atrophaeus* на распространённость *B. sorokiniana* и *Alternaria* spp. на корнях пшеницы сорта Новосибирская 16: бакт – бактеринование, конт – контроль.

Бактеризация штаммами *B. atrophaeus* привела также к снижению интенсивности развития *B. sorokiniana* и *Alternaria* spp. на корнях пшеницы (в 1,3 раза для *B. sorokiniana* и в 1,8 раза для *Alternaria* spp.) (рис. 2). Статистическая значимость эффекта составила $p<0,05$.

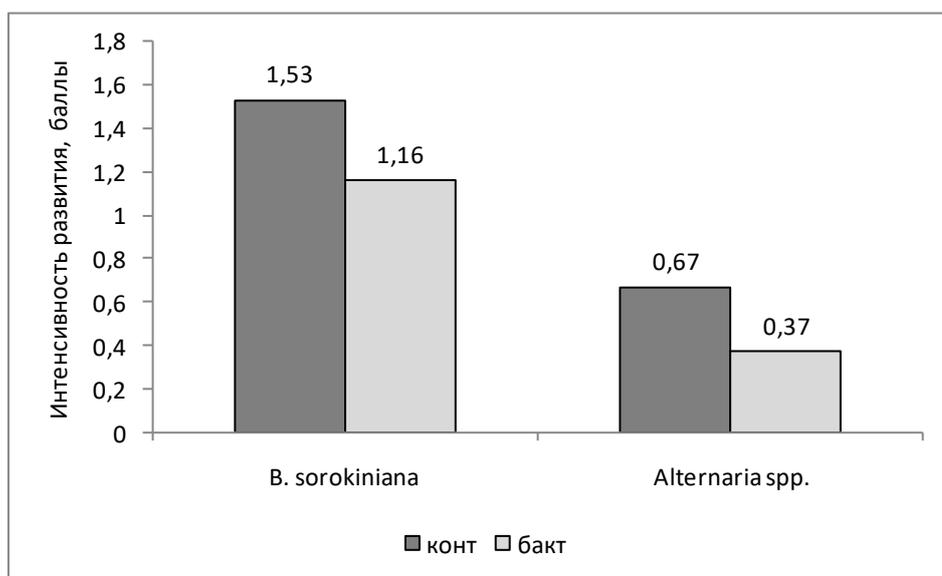


Рисунок 2 – Влияние бактеринования смесью штаммов *B. atrophaeus* на интенсивность развития *B. sorokiniana* и *Alternaria* spp. на корнях пшеницы сорта Новосибирская 16: бакт – бактеринование, конт – контроль.

Таким образом, можно констатировать, что автохтонные штаммы *B. atrophaeus* являются перспективным биологическим агентом для защиты яровой пшеницы от фитопатогенных грибов *B. sorokiniana* и *Alternaria* spp. в почвенно-климатических условиях Сибири.

Список литературы

1. Родовиков С.А. Почвенные микробные сообщества как источник штаммов для биологической защиты сои от фузариоза в Приенисейской Сибири / С.А. Родовиков, А.А. Чураков, Н.М. Попова, С.В. Хижняк // Вестник Нижневартского государственного университета. 2020. № 2. С. 4-11.
2. Acharya K. Bipolaris sorokiana (Sacc.) Shoem.: The most destructive wheat fungal pathogen in the warmer areas / K. Acharya, A. Dutta, P. Pradhan // Australian Journal of Crop Science. 2011. № 5(9). P. 1064-1071.
3. Cook R.J. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens / R.J. Cook // Annu Rev Phytopathol. 1993. № 31. P. 53-80.
4. Hollomon D.W. Fungicide resistance: facing the challenge – a review / D.W. Hollomon // Plant Protect. Sci. 2015. № 51. P. 170-176.
5. Lee H.B., Patriarca A., Magan N. Alternaria in Food: Ecophysiology, Mycotoxin Production and Toxicology / H.B. Lee, A. Patriarca, N. Magan // Mycobiology. 2015. № 43(2). P. 93-106.
6. Mancini V. Seed treatments to control seed-borne fungal pathogens of vegetable crops / V. Mancini, G. Romannazzi // Pest Management Science. 2014. № 70. P. 860-868.
7. O'Brien P. A. Biological control of plant diseases / O'Brien P.A. // Australasian Plant Pathology. 2017. V. 46. № 4. P. 293–304.