

ВЛИЯНИЕ БИОДЕСТРУКТОРА СТЕРНИ НА ОСНОВЕ *TRICHODERMA LONGIBRACHIATUM* НА ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ И РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А.С. Вострикова¹, Е.Г. Абрамова¹, М.М. Гапьяк²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

²ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г. Калининград, Россия

Аннотация. Уборка и последующая утилизация стерни представляет для сельхозпроизводителей серьезную проблему. Современным требованиям экологической безопасности и снижения экономических затрат при послеуборочной обработке почвы удовлетворяет биологизация земледелия с применением препаратов на основе микроорганизмов-деструкторов целлюлозы. Используемые биопрепараты не должны быть токсичными для сельскохозяйственных культур и человека, обязаны обладать антагонистической активностью для борьбы с возбудителями болезней растений, а также целлюлолитическим действием для разложения растительных остатков. Исходя из этого, наибольший интерес представляет микромицет *Trichoderma longibrachiatum*, который ранее применялся лишь в качестве биофунгицида. В данной работе представлены результаты исследования по изучению целлюлолитической и фунгицидной активностей *T. longibrachiatum*, а также его влияния на прорастание сельскохозяйственных культур. По совокупности полученных результатов был сделан вывод о перспективности использования *T. longibrachiatum* в качестве основы для биодеструктора целлюлозы, биофунгицида и препарата для предпосевной обработки семян.

Ключевые слова: биодеструктор стерни, биологическая защита растений, биологический контроль, грибковые заболевания растений, фитотоксичность, фунгициды, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Trichoderma longibrachiatum*.

THE EFFECT OF A STUBBLE BIODESTRUCTOR BASED ON *TRICHODERMA LONGIBRACHIATUM* ON PHYTOPATHOGENIC FUNGI AND CROP DEVELOPMENT

A.S. Vostrikova¹, E.G. Abramova¹, M.M. Gapyak²

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

²Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Abstract. Harvesting and subsequent disposal of stubble is a serious problem for agricultural producers. The modern requirements of environmental safety and reduction of

economic costs during post-harvest tillage are met by the biologization of agriculture using preparations based on cellulose destructor microorganisms. The biological products used should not be toxic to crops and humans, they must have an antagonistic activity to combat plant pathogens, as well as cellulolytic action for the decomposition of plant residues. Based on this, the micromycete *Trichoderma longibrachiatum*, which was previously used only as a biofungicide, is of the greatest interest. This paper presents the results of a study on the cellulolytic and fungicidal activities of *T. longibrachiatum*, as well as its effect on the germination of crops. Based on the totality of the results obtained, it was concluded that the use of *T. longibrachiatum* as a basis for a cellulose biodestructor, a biofungicide and a preparation for pre-sowing seed treatment is promising.

Keywords: biodestructor of stubble, biological plant protection, biological control, fungal plant diseases, phytotoxicity, fungicides, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Trichoderma longibrachiatum*.

Введение

Стерня (жнивье, пожнивные остатки) – нижняя остаточная часть стеблей растений после уборки сельскохозяйственных культур. Уборка растительных остатков и последующая утилизация представляет для сельхозпроизводителей серьезную проблему, для решения которой требуются дополнительные финансовые, трудовые и временные затраты [2]. Около 50...70 % сухого вещества стерни составляет целлюлоза, которая является главным структурным элементом гумуса [2,3]. Однако вместе со стерней на поле после уборки урожая остаются сорняки, которые способны вегетировать до наступления морозов. Внутри стерни возможно развитие скрытостебельных вредителей. Также известно, что накопление большого количества пожнивных остатков на поверхности почвы существенно увеличивает плотность популяций фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней растений [2]. Кроме того, наличие стерни затрудняет последующую обработку почвы и ухудшает качество вспашки.

С целью предотвращения перечисленных эффектов для утилизации стерни используют различные приемы обработки почвы после уборки урожая: выжигание, обработку с использованием сельскохозяйственной техники, химическую обработку гербицидами и «нулевую» технологию. Однако ни одна из перечисленных технологий обработки полей в полной мере не удовлетворяет современным требованиям повышения эффективности производства, экологической безопасности и уменьшения экономических затрат. Поэтому в сельскохозяйственное производство внедряются приемы биологизации земледелия, которые способствуют активизации природных механизмов поддержания плодородия почвы, регулированию ростовых процессов и снижению поражения растений болезнями. Средства биологизации сельского хозяйства включают внесение полезных микроорганизмов в почву и на растения путем обработки микробиологическими препаратами, а также использование регуляторов роста для повышения активности местных (аборигенных) почвенных микроорганизмов [2].

В связи с этим, актуальной задачей является разработка биопрепарата для утилизации стерни на основе микроорганизмов-деструкторов целлюлозы. Особое внимание следует уделить микроорганизмам, которые составляют основу биопрепарата-деструктора стерни.

Они должны быть безвредными для сельскохозяйственных культур и человека и обладать двумя типами активности - антагонистической против возбудителей болезней растений и целлюлолитической для разложения растительных остатков. В этом плане представляет большой интерес *Trichoderma longibrachiatum*. Ранее данный микромицет применялся в качестве основы биофунгицида, однако он способен синтезировать и ферменты для разложения целлюлозы. Кроме того, *T. longibrachiatum* входит в состав естественной почвенной биоты, что дает ему преимущество в конкуренции с природной микрофлорой.

Цель исследования – изучение влияния биодеструктора стерни на основе *Trichoderma longibrachiatum* на фитопатогенные грибы родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus*, определение фитотоксичности биопрепарата по отношению к сельскохозяйственным культурам пшеницы и ячменя.

Материалы и методы исследований. В качестве основного объекта исследования использовали штамм микромицета рода *Trichoderma* – *T. longibrachiatum* (F-367) 7-26, способный к биодegradации целлюлозы и обладающий антагонистической активностью в отношении многих фитопатогенов. В качестве тест-культур выступали грибы родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Mucor*. Все штаммы микроорганизмов были получены из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ). Микроорганизмы культивировались на среде сусло при температурах, указанных для каждого штамма на сайте коллекции. Перед постановкой экспериментов по совместному культивированию проводилось не более трех пересевов культур.

Наличие целлюлолитической активности *T. longibrachiatum* определяли визуально, по росту микромицетов на целлюлозе. Производили посев культуры на полоски фильтровальной бумаги, помещенные одним концом в жидкую питательную среду Чапека в пробирках. Посевы инкубировали 10 суток. Рост *T. longibrachiatum* оценивали в баллах от 0 до 4, где: 0 б. – полное отсутствие роста; 1-2 б. – слабый рост мицелия гриба, спорообразование отсутствует, отсутствие разрушенных участков целлюлозы; 3-4 б. – наличие обильного и хорошо развитого мицелия, обволакивающего целлюлозный субстрат, дегradация субстрата [1].

Фунгицидную активность микромицета *T. longibrachiatum* по отношению к грибам родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Mucor* изучали методом агаровых блоков на твердой картофельно-сахарозной питательной среде. Культуры инкубировались при температуре $27 \pm 0,5$ °C, учет проводили на 5-е сутки культивирования. Отмечали рост тест-гриба, степень ингибирования роста мицелия антагониста по диаметру зоны роста исследуемой культуры, характер их взаимодействия.

Фитотоксичность микромицета *T. longibrachiatum* определяли по прорастанию семян обработанных сельскохозяйственных культур – ярового ячменя и яровой пшеницы. По 100 семян для каждого варианта эксперимента замачивали в культуральной жидкости *T. longibrachiatum* (разведение 1:10) и дистиллированной воде (контроль) на 24 ч, после чего семена проращивали на влажной фильтровальной бумаге в чашках Петри [4]. Количество проросших семян и длину ростков определяли на 7-е сутки после обработки культуральной жидкостью микромицета.

Все опыты проводились в трех повторностях.

Результаты и их обсуждение. При культивировании микромицета *T. longibrachiatum* на целлюлозном субстрате наблюдали интенсивный рост гриба по всей поверхности фильтровальной бумаги, а также истончение субстрата (рис. 1). Таким образом, рост исследуемой культуры биодеструктора целлюлозы оценили в 3 балла, что говорит о высокой целлюлолитической активности данного штамма.



Рисунок 1 – Рост культуры *T. longibrachiatum* на целлюлозном субстрате

Антагонистическая активность *Trichoderma longibrachiatum* по отношению к грибам родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus* представлена на рис. 2.

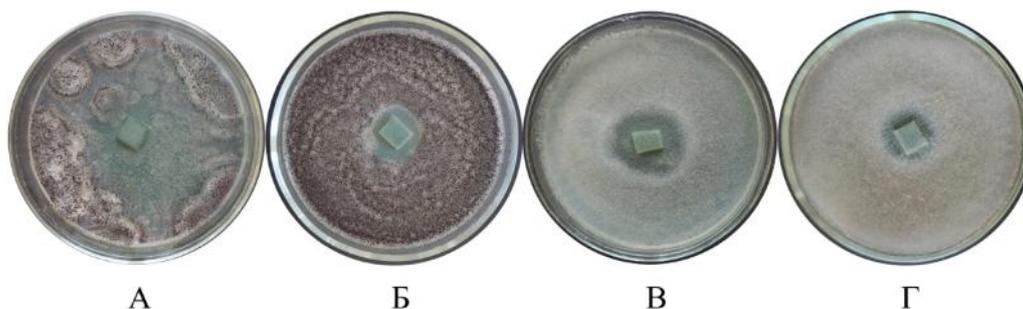


Рисунок 2 – Антагонистическая активность грибов *T. longibrachiatum* против:
А - *Alternaria*, Б - *Aspergillus*, В - *Mucor*, Г - *Rhizopus*

При совместном культивировании гриба-антагониста *T. longibrachiatum* и *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus* на пятые сутки наблюдали ограничение роста тест-культуры и развитие микромицета р. *Trichoderma*. Важно отметить, что использованный штамм *T. longibrachiatum* проявляет различную антагонистическую активность в зависимости от тест-культуры микромицета, против которого направлено его действие. Это можно наблюдать по отличительным значениям диаметра зоны роста культуры-антагониста (табл. 1).

Таблица 1. Антагонистическая активность *T. longibrachiatum* по отношению к тест-культурам фитопатогенных грибов

Тест-культура	Средний диаметр зоны роста <i>T. longibrachiatum</i> , мм	Диаметр зоны роста <i>T. longibrachiatum</i> , %
<i>Alternaria</i>	54	60,00
<i>Aspergillus</i>	15	16,67
<i>Mucor</i>	25	27,78
<i>Rhizopus</i>	13	14,44

Как видно из табл. 1, наиболее сильный антагонизм штамм *Trichoderma longibrachiatum* проявляет против грибов родов *Alternaria* (зона роста составила 60,00 % от диаметра чашки Петри) и *Mucor* (27,78 %). Против микромицетов р. *Rhizopus* и р. *Aspergillus* исследуемая культура проявляет более умеренный антагонизм (менее 17 %).

Таким образом, взятый за основу биодеструктора стерни микромицет *Trichoderma longibrachiatum* проявляет фунгицидную активность по отношению ко всем исследуемым фитопатогенам (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*) в разной степени. Причем наибольшее ингибирование роста наблюдается в отношении культуры гриба р. *Alternaria*.

На рис. 3 представлено влияние обработки семян пшеницы культуральной жидкостью *Trichoderma longibrachiatum* (Б) по сравнению с контрольными семенами, замоченными в дистиллированной воде (А). Семена проросли во всех вариантах эксперимента, однако использование *T. longibrachiatum* способствовало увеличению доли проросших семян и длины ростков в среднем на 14,4 % и 19,7 % соответственно (табл. 2).



Рисунок 3 – Проращение семян яровой пшеницы: А – контроль, Б – обработка культуральной жидкостью *T. longibrachiatum*

Таблица 2. Влияние *T. longibrachiatum* на проращение сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственная культура	Доля проросших семян, %		Средняя длина ростков, мм	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Яровая пшеница	72	81	47	58
Яровой ячмень	68	79	44	51

Выводы

1. Микромицет *Trichoderma longibrachiatum* способен разлагать целлюлозосодержащие субстраты, что делает его подходящим для основы биопрепарата-деструктора стерни.

2. Исследуемая культура *Trichoderma longibrachiatum* обладает разной степенью фунгицидной активности по отношению к фитопатогенным грибам родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus*; проявляет умеренный антагонизм против грибов родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, сильный антагонизм против *Alternaria*.

3. Штамм *T. longibrachiatum* не является токсичным по отношению к сельскохозяйственным растениям, способствует проращению семян.

4. Биопрепарат, разработанный на основе микромицета *Trichoderma longibrachiatum*, может быть использован в качестве биодеструктора растительных остатков, биофунгицида в отношении фитопатогенных грибов, а также препарата для предпосевной обработки семян.

Список литературы

1. Вырасткова, К. А. Исследование природных изолятов микромицетов на целлюлозолитическую активность / К. А. Вырасткова, И. Г. Широких // *Advanced Science*. – 2017. – № 1(5). – С. 2.

2. Куликова А.Х., Сайдышева Г.В., Лашенков А.Н. Сравнительная эффективность интенсивной и биологизированной технологий возделывания в формировании запасов продуктивной влаги под посевами и урожайности гороха // *Вестник Ульяновской ГСХА*. – 2022. – №4 (60).

3. Цховребов В.С., Фаизова В.И. Влияние сжигания растительных остатков озимой пшеницы на численность микроорганизмов и агрохимические показатели чернозема обыкновенного // *Агрохимический вестник*. – 2020. – №6.

4. T. V. Sklyar, O. A. Drehval, N. V. Cherevach, V. L. Matyukha, V. V. Sudak, S. S. Yaroshenko, N. V. Kuragina, Y. V. Lykholat, N. O. Khromykh, O. O. Didur, K. V. Lavrentieva, O. A. Lykholat Antagonistic activity of microorganisms isolated from chernozem against plant pathogens // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2020. – №1.

References

1. Vyrastkova, K. A. Investigation of natural isolates of micromycetes on cellulolytic activity / K. A. Vyrastkova, I. G. Shirokikh // *Advanced Science*. – 2017. – № 1(5). – P. 2.

2. Kulikova A.H., Saidyasheva G.V., Lashchenkova A.N. Comparative effectiveness of intensive and biologized cultivation technologies in the formation of productive moisture reserves under crops and pea yields // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. – 2022. – №4 (60).

3. Tskhovrebov V.S., Faizova V.I. The effect of burning plant residues of winter wheat on the number of microorganisms and agrochemical parameters of ordinary chernozem // *Agrochemical Bulletin*. – 2020. – № 6.

4. T. V. Sklyar, O. A. Drehval, N. V. Cherevach, V. L. Matyukha, V. V. Sudak, S. S. Yaroshenko, N. V. Kuragina, Y. V. Lykholat, N. O. Khromykh, O. O. Didur, K. V. Lavrentieva, O. A. Lykholat Antagonistic activity of microorganisms isolated from chernozem against plant pathogens // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2020. – № 1.