
Научная статья

УДК 632.4:635.21

EDN WPGJYU

Инактивация суховоздушного мицелия возбудителя фитофтороза нетермальной плазменной струей

Дарья Игоревна Петрухина¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Владимир Александрович Харламов², кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Сергей Андреевич Горбатов³, научный сотрудник

Ибрагим Меджидович Меджидов⁴, научный сотрудник

Николай Викторович Глущенко⁵, научный сотрудник

^{1, 2, 3, 4, 5} Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Калужская область, Обнинск, Россия

¹ daria.petrukhina@outlook.com, ² kharlamof@gmail.com,

³ gorbatovsa004@gmail.com, ⁴ immedzhidov@mail.ru,

⁵ gluchshenko.nikolay@gmail.com

Аннотация. Представлены данные лабораторного эксперимента по воздействию нетермальной плазменной струи на суховоздушный мицелий возбудителя фитофтороза. Анти-фитофторозную активность учитывали по изменению количества колониеобразующих единиц на плотной питательной среде. Результаты показали, что степень ингибирования числа колониеобразующих единиц от контроля превышала 90 %. Выраженность антифунгального эффекта зависела от длительности экспозиции на суховоздушный мицелий.

Ключевые слова: холодная плазма, аргоновая СВЧ-плазма, фитопатогены, фитофтороз

Для цитирования: Петрухина Д. И., Харламов В. А., Горбатов С. А., Меджидов И. М., Глущенко Н. В. Инактивация суховоздушного мицелия возбудителя фитофтороза нетермальной плазменной струей // Проблемы зоотехники, ветеринарии и биологии сельскохозяйственных животных : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 20 марта 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 176–180.

Inactivation of dry-air mycelium of late blight pathogen by non-thermal plasma jet

Daria I. Petrukhina¹, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Vladimir A. Kharlamov², Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher

Sergey A. Gorbatov³, Researcher

Ibragim M. Medzhidov⁴, Researcher

Nikolay V. Glushchenko⁵, Researcher

^{1, 2, 3, 4, 5} All-Russian Scientific Research Institute of Radiology and Agroecology
of the National Research Center "Kurchatov Institute"

Kaluga region, Obninsk, Russia

¹ daria.petrukhina@outlook.com, ² kharlamof@gmail.com,

³ gorbatovsa004@gmail.com, ⁴ immedzhidov@mail.ru,

⁵ gluchshenko.nikolay@gmail.com

Abstract. Laboratory experiments were performed to the non-thermal plasma jet effect on a dry-air *Phytophthora* spp. mycelium. Anti-*Phytophthora* activity of the argon plasma was taken into account by amount changing of *Phytophthora* colony forming units on a dense nutrient medium in Petri dishes. The inhibition degree of the CFU number from the control exceeded 90%. The antifungal effect severity of the plasma jet depended on a plasma exposure duration to dry-air mycelium.

Keywords: cold plasma, argon microwave plasma, phytopathogens, late blight

For citation: Petrukhina D. I., Kharlamov V. A., Gorbatov S. A., Medzhidov I. M., Glushchenko N. V. Inactivation of dry-air mycelium of late blight pathogen by non-thermal plasma jet. Proceedings from Problems of animal husbandry, veterinary medicine and biology of farm animals: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 176–180), Blagoveshchensk, Dalnevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

Введение. Фитофтороз является одним из наиболее вредоносных грибковых заболеваний сельскохозяйственных культур, плодовых культур (древесных и кустарниковых), а также некоторых кормовых (например, бобовой культуры эспарцет) [1]. Согласно литературным источникам, действие нетермальной плазмы атмосферного давления на возбудителя фитофтороза нуждается в дополнительном исследовании. Опубликованных результатов экспериментов

по действию плазмы на его мицелий не представлено. При этом в нетермальной плазме образуется целый спектр радикалов и возбужденных частиц с высокой реакционной способностью.

Основной особенностью генерации такой плазмы является то, что электрическая энергия используется в основном для производства энергетических электронов без существенного нагрева газовой среды. В последнее время неравновесные плазменные процессы все больше исследуются в СВЧ-разрядах и плазменных струях на их основе, обладающих гораздо более высокой плотностью зарядов и, как следствие, большей реакционной способностью по сравнению с ВЧ-разрядами при одной и той же мощности. При этом температуру газового потока в струе возможно снизить практически до комнатной, что позволяет проводить плазменную обработку поверхности термо чувствительных материалов (в том числе, биологических объектов) [2].

Целью работы явилась оценка действия нетермальной аргоновой плазмы на суховоздушный мицелий возбудителя фитофтороза.

Материалы и методы исследования. Источник нетермальной плазмы разработан во Всероссийском научно-исследовательском институте радиологии и агроэкологии, Обнинск [3]. Температура плазмообразующего газа аргона на выходе составляла 25–30 °С. Использовали изолят *Phytophthora* spp. с картофеля, который был выделен и предоставлен Всероссийским научно-исследовательским институтом картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха.

Воздействие плазмой проводили на суховоздушные образцы мицелия, высушенные при комнатной температуре. Срок хранения мицелия составлял от 2 месяцев до 2 лет. Оценивали зависимость антифитофторозной активности нетермальной плазмы от длительности экспозиции. Из обработанных плазмой и контрольных образцов готовили смывы по общепринятой методике и высевали на картофельно-сахарозный агар. Посевы на чашках Петри инкубировали 15 суток при температуре 20–22 °С. Основным показателем действия плазмы явилось изменение количества КОЕ на плотной среде в процентах от контроля.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты опытов продемонстрировали значительное влияние аргоновой плазмы на суховоздушный мицелий *Phytophthora* spp. Чашки на десятые сутки инкубации представлены на рисунке 1.



слева на право: контроль; 5 минут; 10 минут; 15 минут

Рисунок 1 – Зависимость колониеобразующих единиц *Phytophthora* spp. от длительности экспозиции плазмой

Эксперименты показали значимый эффект от экспозиции аргоновой плазмой на суховоздушный мицелий, хранящийся как 2 года, так и 2 месяца. Степень ингибирования числа КОЕ *Phytophthora* spp. увеличивалась с возрастанием длительности экспозиции плазмой и превышала 90 % уже после 10 минут экспозиции. После 5 минут экспозиции значимого эффекта на мицелий, хранящийся 2 месяца, не наблюдалось.

На сухой поверхности споры микроорганизмов лишены возможности прорастать и развиваться. Но капельная вода способствует внедрению спор в ткани клубней через устьица, но сильнее всего через повреждения кожуры. Начинается развитие микробиологической порчи. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что обработка аргоновой плазмой может быть целесообразна на сухой мицелий с целью снижения количества выживших спор. В дальнейшем, для возможности применения плазменной обработки с целью сохранения урожая необходимы дополнительные эксперименты, в частности по воздействию плазмы на тару и упаковку с целью борьбы с остатками суховоз-

душного мицелия. Этот мицелий в процессе хранения может дать начало развитию болезни.

Заключение. *Обработка с помощью плазменной струи на основе СВЧ источника может быть целесообразна на сухой мицелий с целью снижения количества выживших спор. Степень ингибирования превышала 90 % после 10 минут экспозиции.*

Список источников

1. Банадысов С. А. Менеджмент болезней в процессе хранения картофеля // Защита картофеля. 2020. № 1. С. 3–4.
2. Антипов С. Н., Чепелев В. М., Гаджиев М. Х., Абрамов А. Г., Угрюмов А. В. Некоторые методы диагностики холодных плазменных струй на основе СВЧ-разряда атмосферного давления // Физика плазмы. 2023. Т. 49. № 5. С. 407–411.
3. Тихонов В. Н., Иванов И. А., Крюков А. Е., Тихонов А. В. Бюджетные генераторы для микроволновых плазмотронов // Прикладная физика. 2015. № 5. С. 102–106.

References

1. Banadysev S. A. Disease management during potato storage. *Zashchita kartofelya*, 2020;1:3–4 (in Russ.).
2. Antipov S. N., Chepelev V. M., Gadzhiev M. Kh., Abramov A. G., Uglyumov A. V. Some methods for diagnosing cold plasma jets based on atmospheric pressure microwave discharge. *Fizika plazmy*, 2023;49;5:407–411 (in Russ.).
3. Tikhonov V. N., Ivanov I. A., Kryukov A. E., Tikhonov A. V. Low-cost generators for microwave plasmatrons. *Prikladnaya fizika*, 2015;5:102–106 (in Russ.).

© Петрухина Д. И., Харламов В. А., Горбатов С. А., Меджидов И. М., Глушенко Н. В., 2024

Статья поступила в редакцию 06.03.2024; одобрена после рецензирования 18.03.2024; принята к публикации 17.05.2024.
The article was submitted 06.03.2024; approved after reviewing 18.03.2024; accepted for publication 17.05.2024.