

УДК 579.64

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ *FUSARIUM OXYSPORUM*

Лыдина М.А., магистрант 1 курса направления подготовки
«Биология», ФВМиБ, lydina2016@yandex.ru

Клементьева А.В., магистрант 3 курса магистратуры направления
подготовки «Ветеринарно-санитарная экспертиза», ФВМиБ,
klemal@gmail.com

Научный руководитель – Феоктистова Н.А., кандидат
биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: *Fusarium oxysporum*, геном, фитопатоген, характеристика, свойства

Статья посвящена обзору литературных данных, характеризующих видовой комплекс *Fusarium oxysporum* (Fo), включающий генетически и фенотипически разнообразные штаммы и обнаруженный в широком спектре экосистем.

Fusarium oxysporum (Fo) - это видовой комплекс, включающий генетически и фенотипически разнообразные штаммы и обнаруженный в широком спектре экосистем. Большинство исследований комплекса видов Fo (FOSC) были сосредоточены на патогенных штаммах растений, поскольку они вызывают заболевания примерно 120 растений, важных в сельском хозяйстве и садоводстве. В недавнем опросе международного сообщества грибковых патогенов Fo занял пятое место в списке 10 лучших грибковых патогенов растений, основанных на научной и экономической значимости [1]. Патогенные штаммы *F. oxysporum* изучаются более 100 лет. Диапазон хозяев этих грибов широк и включает животных, начиная от членистоногих и заканчивая людьми, а также растения, включая ряд голосеменных и покрытосеменных. В то время как в совокупности патогенные для растений штаммы *F. oxysporum* имеют широкий спектр хозяев, отдельные изоляты обычно вызывают заболевание только у узкого

круга видов растений. Это наблюдение привело к идее «особой формы» или *forma specialis* у *F. oxysporum*. Специальные формы были определены как «... неофициальный ранг в классификации... используется для паразитических грибов, характеризующихся с физиологической точки зрения (например, способностью вызывать заболевание у конкретных хозяев), но почти или совсем не с морфологической точки зрения». Исчерпывающие исследования ареала обитания были проведены для относительно небольшого числа *F. oxysporum* [2]. В отличие от широкого спектра коллективных хозяев Fo, отдельные штаммы, как правило, специфичны для хозяина, вызывая заболевание только у одного или нескольких родственных видов растений. Патогенные изоляты растений классифицируются в зависимости от их ареала обитания на специальные формы (ff. spp., множественное число; *forma specialis*, f. sp., единственное число). Некоторые члены Fo также заражают животных, включая людей и насекомых [3]. *F. oxysporum* имеет гаплоидный геном, который демонстрирует высокую степень вариабельности кариотипа и может содержать сегментарные дубликации. Горизонтальный перенос хромосом внутри видового комплекса и, возможно, через видовые границы, по-видимому, потенциально способствовал генерации вариантов, особенно новых патогенов. Перемещение транспонируемых элементов (TES) и хромосомные перестройки, вызванные рекомбинацией среди гомологичных TES, разбросанных по всему геному, являются другими механизмами, которые, по-видимому, породили новые варианты [4]. Патогенные для растений штаммы Fo в основном вызывают увядание сосудов, но также, как было показано, вызывают корневую гниль, коронковую гниль, гниль лукович и отмирание. Диапазон коллективных хостов FOSC очень широк, более 120 видов растений, о которых сообщалось как о хозяевах, включая такие важные культуры, как банан, хлопчатник, пальма, томаты, дыня и многие другие овощи и декоративные растения. Учитывая, что незначительные заболевания культурных растений и болезни диких растений часто упускаются из виду, число видов растений, у которых FOSC может вызывать симптомы, вероятно, будет намного больше [5]. То, как патогенность первоначально развивалась внутри FOSC, все еще остается предметом исследований. Однако изучение этого вопроса с

использованием геномики начали давать новые идеи. Часто сообщается о новых особых формах; недавние примеры включают *f. sp. palma gum* (патогенный для королевской пальмы и мексиканской веерной пальмы) в 2010 году, *f. sp. loti* (патогенный для трилистника птичьей лапки) в 2009 году и *f. sp. gaeae* (патогенный для *Brassica gaeae*) в 2008 году. Неясно, вызваны ли эти сообщения о новых хозяевах улучшением эпиднадзора, перемещением хозяина или патогена, или появлением новых особых форм из непатогенных штаммов или других особых форм. Расширение торговли сельскохозяйственной продукцией, вероятно, играет важную роль в распространении патогенных штаммов, облегчая их перемещение через зараженный растительный материал. Аннотированные последовательности генома 11 штаммов *Fo* общедоступны через платформу сравнительной геномики Широкого института фузариоза (http://www.broadinstitute.org/annotation/genome/fusarium_group/GenomesIndex.htm) [6]. Геном *Fusarium oxysporum* 4287, штамма, патогенного для томатов, был расшифрован первым. Наличие хорошо отобранных и охарактеризованных культур имеет решающее значение для руководства сравнительной геномикой FOOSC. Три объекта предлагают тщательно отобранные культуры фузариоза, включая различных представителей FOOSC. Во-первых, Исследовательский центр фузариоза (FRC) при Университете штата Пенсильвания содержит имеет 20 000 культур, которые были выделены из более чем 100 стран и со всех континентов, кроме Антарктиды, и включают 1000 штаммов *Fo*. Коллекция FRC объединяет растительные патогены и продуценты токсинов, но также содержит экологические изоляты из различных субстратов и изоляты от инфекций человека и животных. Во-вторых, коллекция культур NRRL в Пеории, штат Иллинойс, также содержит около 20 000 изолятов *Fusarium* в дополнение к другим культурам грибов и бактерий. Его онлайн-каталог (<http://nrnl.ncaur.usda.gov/cgi-bin/usda/>) позволяет пользователям искать и запрашивать штаммы. Однако многие штаммы *Fusarium* еще не заархивированы в онлайн - каталоге. Центр грибкового биоразнообразия Центрального бюро по Шиммелькультуре (CBS) (<http://www.cbs.knaw.nl/>) в Нидерландах содержит меньшую коллекцию фузариоза (1129 экземпляров), а также других нитевидных грибов, дрожжей и бактерий [7].

Таким образом, необходимо тщательно следить за производством растений и кормов из них с помощью новых методов [8-11, 15] и применять сорбирующие и пробиотические препараты при кормлении продуктивных животных [12-14].

Библиографический список:

1. Climate change and mycotoxigenic fungi: impacts on mycotoxin production / A. Medina, A. Rodríguez, N. Magan // *Current Opinion in Food Science*. - 2015. - Vol. 5. - P. 99–104.

2. Скрябин, Я.С. Эффективность биологических препаратов против фитопатогенных грибов / Я.С. Скрябин // *Сельскохозяйственные науки*. – 2019. – С. 29-29.

3. Jestoi, M. Emerging *Fusarium* – Mycotoxins Fusaproliferin, Beauvericin, Enniatins, And Moniliformin – A Review / M. Jestoi // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. - 2008. - Vol. 48. - № 1. - P. 21–49.

4. Multi-mycotoxin contamination of couscous semolina commercialized in Morocco / A. Zinedine, M. Fernandez-Franzon, J. Manes, L. Manyes // *Food Chemistry*. - 2017. - Vol. 214. - P. 440–446.

5. Development of a Rapid LC-MS/MS Method for the determination of emerging *Fusarium* mycotoxins enniatins and beauvericin in human biological fluids / A.B. Serrano, A.L. Capriotti, C. Cavaliere, S. Piovesana, R. Samperi, S. Ventura, A. Laganà // *Toxins*. - 2015. - Vol. 7. - P. 3554–3571.

6. Шварцев, А.А. Разработка праймеров и зондов для диагностики фитопатогенных грибов рода *Fusarium* методом ПЦР в реальном времени / А.А. Шварцев, С.А. Блинова, С.В. Сыксин // *Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии*. – 2019. – С. 201-202.

7. Modeling growth and toxin production of toxigenic fungi signaled in cheese under different temperature and water activity regimes / M.C. Leggieri, S. Decontardi, T. Bertuzzi, A. Pietri, P. Battilani // *Toxins*. - 2017. - Vol. 9. - № 1. - P. 4–21.

8. Определение хронической токсичности пробиотика *Bacillus coagulans* / Е. С. Салмина, Н. В. Шаронина, А. З. Мухитов [и др.] // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – 2022. – Т. 252, № 4. – С. 210-215. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_4_252_210. – EDN ZEIFXL.

9. Разработка систем генетической детекции фитотоксинов коронати́на и сирингопептина в геномах бактериофагов *Pseudomonas syringae* / Н. А. Феоктистова, А. В. Мاستиленко, Е. В. Сульдина, И. И. Богданов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(59). – С. 128-134. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-3-128-134. – EDN FYWZEP.

10. Белковое профилирование штаммов-кандидатов бактериальной композиции / Е. В. Сульдина, И. И. Богданов, Н. А. Феоктистова, Н. Г. Барт // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4(60). – С. 102-110. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-102-110. – EDN BEMYBP.

11. Разработка и апробация полимеразно-цепной реакции для индикации и идентификации фитопатогенных грибов *Aspergillus flavus* / Н. А. Феоктистова, А. В. Мастыленко, Е. В. Сульдина, А. А. Ломакин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4(60). – С. 111-116. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-111-116. – EDN FEBPXE.

12. Биодобавки на основе модифицированного и обогащенного аминокислотами цеолита при выращивании молодняка индеек / С. В. Дежаткина, Н. А. Феоктистова, Е. В. Панкратова [и др.] // Аграрная наука. – 2021. – № 11-12. – С. 20-23. – DOI 10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-20-23. – EDN EPBBDV.

13. Получение органической продукции в молочном скотоводстве путем скармливания натуральных кремнийсодержащих добавок / С. В. Дежаткина, В. В. Ахметова, Н. В. Шаронина [и др.] // Аграрная наука. – 2021. – № 9. – С. 67-72. – DOI 10.32634/0869-8155-2021-352-9-67-72. – EDN DTKHMA.

14. Использование природных высокоструктурированных кремний содержащих добавок для получения органической продукции животноводства / С. В. Дежаткина, В. А. Исайчев, М. Е. Дежаткин [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 247, № 3. – С. 58-64. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-247-3-58-64. – EDN XBSYZR.

15. Сульдина, Е. В. Выделение новых штаммов бактерий *Bacillus megaterium* и изучение их биологических свойств / Е. В. Сульдина, Н. А. Феоктистова, И. И. Богданов // Вестник Ульяновской

государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3(51). – С. 60-67. – DOI 10.18286/1816-4501-2020-3-60-67. – EDN OSGWIL.

CHARACTERISTICS OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI FUSARIUM OXYSPORUM

Lydina M.A., Klementyeva A.V.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, genome, phytopathogen, characteristic, properties

*The article is devoted to a review of the literary data characterizing the species complex *Fusarium oxysporum* (Fo), which includes genetically and phenotypically diverse strains and is found in a wide range of ecosystems.*