

УТВЕРЖДАЮ

Проректор-начальник
Управления научной политики
МГУ имени М.В. Ломоносова



А.А. Федянин

2020 г.

Отзыв ведущей организации

ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
на диссертацию Шайдаюк Екатерины Львовны
«СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *PUCCINIA TRITICINA*
НА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЕ В РОССИИ»,
представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по
специальности 03.02.12 "Микология".

Актуальность. Работа посвящена изучению структуры популяций *Puccinia triticina* - фитопатогена, вызывающего бурую ржавчину, опасное заболевание пшеницы, в том числе и твердой пшеницы *Triticum durum*. Бурая ржавчина распространена практически во всех регионах возделывания пшеницы. Возбудитель бурой ржавчины пшеницы быстро эволюционирует и успешно преодолевает генетическую устойчивость растений, заражая ранее устойчивые сорта. Создание устойчивых сортов пшеницы и эффективных технологий защиты невозможно без изучения структуры популяций фитопатогенов, их расового и генотипического состава. Популяции возбудителя бурой ржавчины на твердой пшенице охарактеризованы по признаку вирулентности и полиморфизму микросателлитных локусов во многих странах. В то же время в России исследования популяций *P. triticina* на твердой пшенице проводились ограниченно и только на Дагестанской опытной станции ВИР и достаточно давно - в 1970-1980 гг.

Целью работы было охарактеризовать генетическую структуру популяций возбудителя бурой ржавчины на твердой пшенице по признаку вирулентности и микросателлитным маркерам.

Научная новизна. Впервые в России с использованием анализа вирулентности и современных молекулярно-генетических методов проведен анализ изолятов и изучена структура популяций *P. triticina* на твердой пшенице. Выявлены отличия северокавказских популяций патогена от волжских, уральских и западносибирских. С использованием микросателлитных молекулярных маркеров установлена дифференциация российских популяций возбудителя бурой ржавчины на твердой пшенице на европейскую и азиатскую. Показано, что популяции патогена с *T. durum* более вирулентны для сортов и линий твердой пшеницы, чем популяции с *T. aestivum*.

Теоретическая и практическая значимость работы.

В результате работы с использованием фенотипических и генетических маркеров впервые исследована структура популяций бурой ржавчины на твердой пшенице в России, проведен сравнительный анализ структуры популяций патогена на твердой и

мягкой пшеницах. Результаты исследований популяций *P. triticina* могут быть использованы в селекции на устойчивость твердой пшеницы к бурой ржавчине и в районировании сортов, а также в образовательном процессе при подготовке студентов по специальностям: «Защита растений», «Фитопатология», «Фитоиммунитет».

Публикации диссертанта. По материалам диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 4 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в журналах, входящих в базу WoS, 6 – материалы и тезисы конференций.

Личное участие автора в получении результатов диссертации. Диссертационная работа является результатом исследований 2017-2019 гг., выполненных лично автором.

Основное содержание работы. Работа изложена на 114 страницах, состоит из Введения, Обзора литературы, Материалов и методов исследования, а также 4 глав, представляющих результаты и их обсуждение, в том числе главы, суммирующей проведенные исследования. Приведены также заключение и список литературы, включающий 175 источников, в том числе 97 иностранных работ.

Во **введении** обоснована актуальность темы, представлены цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. В **обзоре литературы** описаны биологические особенности *P. triticina*, представлены основные достижения популяционно-генетических исследований возбудителя бурой ржавчины пшеницы в России и за рубежом. Представлена характеристика твердой пшеницы как растения - хозяина для возбудителя бурой ржавчины.

В **главе 2** описаны **материалы и методы исследований**. Инфекционный материал собран на твердой пшенице в 2017-2019 гг. в Северо-Кавказском, Средневолжском, Уральском, Западно-Сибирском федеральных округах, а также в Алма-Атинской области Казахстана. Подробно описаны методы анализа вирулентности и микросателлитного анализа *Puccinia triticina*, фитопатологические методы изучения устойчивости сортов твердой пшеницы, использование ДНК-маркеров для идентификации Lr-генов у образцов твердой пшеницы, статистическая обработка результатов. Все методы описаны достаточно подробно, позволяют их проанализировать и повторить.

Результаты автора и их обсуждение приведены в главах с 3 по 6. В **главе 3** показаны результаты исследования структуры популяций возбудителя бурой ржавчины на твердой пшенице в России по вирулентности и фенотипическому составу. Всего исследовано 494 изолята. Показано, что северокавказские и южно-казахстанские популяции отличаются от поволжских, уральских и западносибирских. Сравнение изолятов, выделенных с мягкой и твердой пшениц показало, что изоляты с мягкой пшеницы имели значимо большее число аллелей вирулентности (12,5-16) по сравнению с изолятами с твердой пшеницы (10-11). Интересно, что общие фенотипы на твердой и мягкой пшенице не выявлены, что указывает на различия в составе популяций патогена на *T. durum* и *T. aestivum*. В **главе 4** приведены результаты изучения структуры популяций возбудителя бурой ржавчины на твердой пшенице по полиморфизму ДНК. При проведении микросателлитного анализа 113 монопустульных изолятов патогена из всех изученных регионов использовали 11 маркеров; полиморфизм оценивали по 16 аллелям. Всего идентифицировано 12 SSR генотипов. С использованием SSR маркеров впервые показано разделение российских популяций *P. triticina* на твердой пшенице по географическому происхождению на европейские (включающие северокавказские и волжские) и азиатские (включающие западносибирские и южно-уральские популяции).

Различия между азиатскими и европейскими популяциями по микросателлитным маркерам предполагают разное происхождение инфекции в этих регионах. В главе 5 приведены результаты анализа устойчивости сортов твердой пшеницы к популяциям патогена, собранных с *T. aestivum* и *T. durum*. В иммунологических исследованиях использовали 21 образец яровой твердой пшеницы. Для инокуляции образцов твердой пшеницы использовали 19 изолятов *P. triticina*, 9 из которых были выделены с твердой пшеницы и 10 – с мягкой. Проведенный анализ устойчивости образцов яровой твердой пшеницы показал, что изоляты с *T. durum* характеризуются более высокой вирулентностью к сортам и линиям твердой пшеницы, чем изоляты с мягкой пшеницы. Во второй части главы 5 проведено сравнение данных фитопатологического тестирования и результатов ПЦР-диагностики маркеров, ассоциированных с генами устойчивости. Для генов *Lr1*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr24* результаты молекулярного анализа согласовывались с фитопатологическим тестированием. В главе 6 суммированы полученные данные. Впервые в России с привлечением анализа вирулентности и микросателлитных маркеров изучена структура популяций биотрофного патогена *P. triticina* на твердой пшенице. Показано, что российские изоляты *P. triticina* на твердой пшенице отличались по вирулентности от изолятов из других стран. Впервые с использованием признака вирулентности и микросателлитных маркеров подтверждена дифференциация популяций *P. triticina* в России на азиатские и европейские. Поражение сортов твердой пшеницы изолятами *P. triticina* с *T. aestivum* указывает на возможность перезаражения данных видов. На основании полученных данных сделано предположение о том, что изоляты с *T. aestivum* могут являться источником инфекции для *T. durum*. Также интересно предположение автора о том, что дикорастущие злаки могут представлять первичный источник инфекции для твердой пшеницы в областях Северо-Кавказского региона. При этом не исключается и перезаражение *T. durum* маловирулентными изолятами с *T. aestivum*. В заключении подведен итог проделанной работы и сделаны выводы, которые согласуются с данными, полученными в процессе выполнения диссертации.

Вопросы и замечания к работе.

1. Какую роль играет распространение возбудителя бурой ржавчины с семенным материалом?

2. В п. 5.2 (стр. 80) написано: "Результаты фитопатологического теста указывают на отсутствие у изученных сортов твердой пшеницы *Lr*-генов *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr9*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr17*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr24* и *Lr26*. С использованием молекулярных маркеров у образцов твердой пшеницы из КАСИБ не выявлено ни одного из идентифицируемых *Lr*-генов (*Lr1*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr24*, *Lr34* и *Lr37*). Для генов *Lr1*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr24* результаты молекулярного анализа согласуются с фитопатологическим тестированием". В данном тексте не понятно, почему с данными фитопатологического тестирования согласуется отсутствие генов *Lr1*, *Lr3* и *Lr10*?

Диссертационная работа написана хорошим литературным языком, обладает внутренним единством, содержит достаточное количество исходных данных, имеет логичные пояснения, рисунки, графики, доказательный стиль изложения. Результаты, полученные лично автором, оригинальны, обладают научной новизной и практической значимостью. Основные этапы исследования, выводы и результаты представлены в автореферате и публикациях автора. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации, отвечает требованиям ВАК РФ. В целом, диссертационная

работа Е.Л. Шайдаюк" Структура популяций *Puccinia triticina* на твердой пшенице в России" является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» № 842, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Шайдаюк Екатерина Львовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.12 "Микология".

Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Протокол N 15 от 14 августа 2020 года.

Заведующий кафедрой микологии и альгологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор биологических наук, профессор
Тел.: +74959393970
E-mail: kurakov57@mail.ru

Кураков
Александр Васильевич

Ведущий научный сотрудник кафедры микологии и альгологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, доктор биологических наук
Тел.: +74959395482
E-mail: snelansky@gmail.com

Еланский
Сергей Николаевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова