

«Утверждаю»

Проректор



МГУ имени М.В.Ломоносова

А.А.Федянин

02» Февраля 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» на диссертационную работу Кельбина Василия Николаевича «**Генетический полиморфизм популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* на территории западной Сибири**», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7 – «Генетика»

Актуальность темы исследования. *Puccinia graminis* является одним из наиболее опасных патогенов зерновых злаков, в некоторых случаях приводя к значительным потерям урожая. Ситуация усугубляется сложным жизненным циклом патогена с большим количеством стадий, наличием промежуточного хозяина (барбариса или магонии), встречающегося как в озеленительных посадках, так и в природных сообществах, а также способностью урединиоспор распространяться по воздуху на значительные расстояния. В связи с этим, актуальность изучения структуры популяции данного патогена и оценки возможных рисков не вызывает сомнений.

Новизна исследования. Автором создана уникальная коллекция монопустульных изолятов западносибирской популяции *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Генетический анализ позволил обнаружить, что в регионах умеренной климатической зоны существуют две независимых популяции возбудителя стеблевой ржавчины – европейская и азиатская. Показано, что в настоящее время происходит активная миграция патогена на территорию Западной Сибири и предложен набор молекулярных маркеров для диагностики происхождения инфекционного материала.

Значимость для науки и практики. Полученные результаты имеют как теоретическое, так и прикладное значение. С точки зрения популяционной генетики фитопатогенных грибов данная работа представляет очень большой интерес, так как позволяет практически «вживую» увидеть процессы миграции патогенов и их дивергенции на различные расы. Кроме того, проведенное автором генотипирование

коллекции селекционных линий и сортов яровой мягкой пшеницы позволило идентифицировать набор генов *Sr*, способных обеспечить эффективную защиту посевов от доминантных западносибирских рас *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*.

Новизна и значимость результатов подтверждена их публикацией в виде пяти статей в рецензируемых изданиях, причем в двух из них В.Н. Кельбин – первый автор, что подтверждает его значительный вклад в данные исследования.

Общая характеристика содержания диссертационной работы

Диссертация В.Н. Кельбина построена по классическому плану и состоит из введения, четырех глав («Обзор литературы», «Материалы и методы», «Результаты», «Обсуждение»), заключения, выводов, списка сокращений, списка литературы и одиннадцати приложений. Работа изложена на 161 странице, содержит 14 рисунков и 23 таблицы.

В обзоре литературы дана характеристика как растения-хозяина, так и возбудителя заболевания, приведена краткая история изучения возбудителей ржавчины, обсуждаются проблемы внутривидовой дифференциации *Puccinia graminis*, биологические особенности данного вида, а также подробно изложены особенности генетики взаимодействия патогена с хозяином.

Особо хочется подчеркнуть высокое качество раздела «Материала и методы», где представлены подробные протоколы проведенных исследований, позволяющие исследователям полностью воспроизвести поставленные опыты.

Автор выделяет отдельные главы для результатов (глава 3) и обсуждения (глава 4). В главе «Результаты» представлено только подробное фактологическое изложение полученных данных, причем некоторые наиболее массивные таблицы вынесены в приложение. Это соответствует рекомендациям ВАК по изложению результатов диссертационной работы, но тем не менее, возможно, было бы удобнее, если бы анализ и обсуждение полученных данных следовал бы сразу за представленными результатами, тем более, что многие подразделы этих глав вполне сопоставимы.

В целом, по результатам видно, что автором проведена очень масштабная работа, имеющая материальное воплощение в виде огромной коллекции изолятов. Показано, что стеблевая ржавчина пшеницы в Центральном регионе и в Западной Сибири имеют разное происхождение инфекции, и что в обнаруженных популяциях (европейской и азиатской) наблюдается независимая микроэволюция патогенов. Очень красивые результаты выявлены именно для Западной Сибири. Показано, что, во-первых, в омской субпопуляции патоген проходит полный цикл со сменой хозяев, в то время как в

алтайской субпопуляции все имеющееся разнообразие, скорее всего, объясняется только мутационным процессом и соматической гибридизацией, а во-вторых, что на территорию Новосибирской области занос ржавчины происходит и из Омской области, и из Алтайского края. С другой стороны, при изучении пшеницы обнаружен крупный источник генотипов с комплексом генов, сцепленных с генами устойчивости других возбудителей ржавчины, которые будут эффективны как против местных, так и заносных патогенов, что открывает важные перспективы для фитопатологических рекомендаций по возделыванию пшеницы в Западной Сибири.

Замечания и вопросы

Имеются неточности в цитировании литературы, что, впрочем, характерно для многих диссертационных работ – некоторые ссылки отсутствуют в списке литературы (например, Green, 1981, Гончаров, 2013), а некоторые работы из списка литературы не процитированы в тексте (например, Cauderon et al., 1973. The resistance to wheat rusts of *Agropyron intermedium* and its use in wheat improvement; Miranda et al., 2007. Genetic mapping of a *Triticum monococtum*-derived powdery mildew resistance gene in common wheat).

В настоящий момент допустимо писать в русском тексте фамилии зарубежных исследователей латиницей, но в этом случае это стоит делать единообразно по всему тексту, в то время, как в работе встречаются и русский, и латинский варианты написания (например, непосредственно в тексте работы встречаются варианты Stakman, Стекман, Стэкман). Кроме того, написанное вне скобок все же предполагает возможность устного озвучивания, а в этом случае написание латиницей может привести к некоторым курьезам, так как английские, французские или испанские фамилии имеют разные правила произношения и транслитерирования.

Говоря о систематическом положении возбудителей ржавчинных болезней, автор дает ссылку на обзорную работу по грибам (Margulis, Chapman, 2009. Chapter Four-Kingdom Fungi). С учетом тематики работы более корректно и целесообразно было бы ссылаться просто на базы данных (Index Fungorum, MycoBank) или же на более специальные статьи, посвященные именно ржавчинным грибам (Aime et al., 2017. Phylogenetics and phylogenomics of rust fungi; Aime, McTaggart, 2021. A higher-rank classification for rust fungi, with notes on genera).

Имеются некоторые неточности в понимании таксономии. Так, на стр. 18 «Для вида *P. graminis* предложено деление на группы, не имеющие таксономического статуса: «forma specialis» и «subspecies»...» и далее на стр. 19 «Международный кодекс

ботанической номенклатуры (International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants) признает таксономическую единицу «forma specialis» для описания разновидности ржавчины». Тем не менее если обратиться к Шэньчжэньскому кодексу (кстати, не указанному в списке литературы), то он, с одной стороны, безусловно признает подвид (subspecies) как таксономический ранг, а с другой, допуская использование «forma specialis» вовсе не обозначает эту позицию как таксономическую единицу («Note 4. In classifying parasites, especially fungi, authors who do not give specific, subspecific, or varietal value to taxa characterized from a physiological standpoint but scarcely or not at all from a morphological standpoint may distinguish within the species special forms (formae speciales) characterized by their adaptation to different hosts, **but the nomenclature of special forms is not governed by the provisions of this Code**»)

При описании жизненного цикла возбудителя стеблевой ржавчины автором используется несколько устаревшая терминология с пикниями и пикноспорами. В научной среде очень выражена традиционность в использовании терминов и в обзорах, посвященных болезням пшеницы, действительно продолжают использоваться эти слова. Но так как половой процесс ржавчинных грибов был открыт достаточно давно, то в литературе, посвященной ржавчинным грибам в целом, уже на протяжении многих лет принято, что более верным термином является не «пикноспора», а «спермаций», подчеркивая, что это именно половая клетка, служащая для оплодотворения (Craigie, 1927; Cummins, 1959; Cain, 1972; Cummins, Hiratsuka, 2003; Азбукина, 2005; Aime et al., 2018). Об этом, как минимум, следовало бы упомянуть.

Также необходимо отметить, что при прочтении возникают некоторые вопросы.

1. В работе указано, что *P. graminis* может развиваться на разных злаках. В связи с этим, интересно узнать, что известно о развитии стеблевой ржавчины на твердой пшенице в Сибири? Может ли патоген, развивающийся на мягкой пшенице, быть опасным для посевов твердой пшеницы и наоборот?

2. Был ли протокол подготовки спор для инокуляции разработан автором или использовалась стандартная процедура, описанная ранее?

3. Автором указано, что проводилась выбраковка растений со специфическим для бурой ржавчины типом развития пустулы. В чем выражаются различия развития пустулы у возбудителей бурой и стеблевой ржавчины пшеницы?

4. Как автор оценивает вероятность образования мутантных штаммов в процессе размножения монопустульных изолятов? Может ли это повлиять на результаты исследований?

Заключение

Диссертационная работа В.Н. Кельбина «Генетический полиморфизм популяции возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* на территории западной Сибири», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7 – «Генетика», является законченным научным исследованием, посвященным изучению особенностей генома *Puccinia graminis*. Содержание диссертации в полной мере соответствует специальности 1.5.7 – «Генетика», содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Выводы обоснованы и соответствуют поставленным задачам и полученным результатам.

В целом, представленная на рассмотрение диссертационная работа В.Н. Кельбина по своей актуальности, научной новизне и практической значимости, полноте описания и достоверности полученных результатов полностью соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с изменениями, внесенными Постановлениями Правительства РФ от: 21.04.2016 № 335; 02.08.2016 № 748; 29.05.2017 № 650; 20.03.2021 № 426; 11.09.2021 № 1539), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Василий Николаевич Кельбин заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7 – «Генетика».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры микологии и альгологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, протокол заседания № 8 от 31 января 2023 года.

Старший научный сотрудник кафедры микологии и альгологии
Биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова
кандидат биологических наук


Е.Ю. Благовещенская

Заведующий кафедрой микологии и альгологии
Биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова
доктор биологических наук


А.В. Кураков

Вх 2171/28
8.02.2023