

РЖАВЧИНА ПОДСОЛНЕЧНИКА (*PUCCINIA HELIANTHI* SCHWEIN) (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Е.С. Лепешко, аналитик лаборатории создания исходного материала, fenykay@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0001-6558-7939

Донская опытная станция им. Л.А. Жданова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,
346754, Ростовская обл., Азовский район, пос. Опорный, ул. Жданова, 2; e-mail: gnudos@mail.ru

Серьезным препятствием для получения высоких урожаев подсолнечника являются болезни, вызываемые грибами, бактериями и вирусами. Одним из самых вредоносных грибов является возбудитель ржавчины (*Puccinia helianthi* Schw.). На основании анализа отечественной и зарубежной научной литературы приведены сведения об истории изучения ржавчины подсолнечника, биологии возбудителя, расового состава его популяций, патогенеза заболевания и селекции на устойчивость к этой болезни в Российской Федерации и в других странах мира. Рассматривается вклад Г.В. Пустовойт и её учеников в создание селекционного материала, устойчивого к ржавчине подсолнечника, на основе межвидовых гибридов культурного подсолнечника с дикорастущими видами. Отмечается вклад ученых W.E Sackston, T.J. Gulay, S. Maširević и других, предложивших методики оценки селекционного материала на устойчивость к патогену, методы искусственного заражения растений в условиях теплицы и поля, создавших линии-дифференциаторы рас ржавчины. В настоящее время при расчете кода вирулентности и расовой принадлежности *Puccinia helianthi* используют номенклатуру, принятую специальным международным комитетом. В последнее время из разных стран поступают сообщения о появлении новых более агрессивных рас возбудителя ржавчины подсолнечника. В России работы по изучению этого патогена также расширены. Учеными проведен мониторинг рас ржавчины и выявлен расовый состав популяций гриба на посевах подсолнечника в регионах с сильным проявлением болезни (Тамбовская, Саратовская, Липецкая области, Краснодарский край). На основании изученных литературных данных можно сделать вывод о необходимости расширения и ускорения работ по мониторингу расового состава популяций возбудителя ржавчины в агроценозах и созданию селекционного материала, устойчивого к выявленным расам.

Ключевые слова: подсолнечник, ржавчина, изолят, раса, *Puccinia helianthi*, линия-дифференциатор.

Для цитирования: Лепешко Е.С. Ржавчина подсолнечника (*Puccinia helianthi* Schwein) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3(75). С. 88–92. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-88-92.



SUNFLOWER RUST (*PUCCINIA HELIANTHI* SCHWEIN) (LITERATURE REVIEW)

E.S. Lepeshko, analyst of the laboratory for development of initial material, fenykay@yandex.ru,
ORCID ID: 0000-0001-6558-7939

Donskaya experimental station named after L.A. Zhdanov, the branch of FSBSI FRC ARIIMC,
346754, Rostov region, Azov district, v. of Oporny, Zhdanov Str., 2; e-mail: gnudos@mail.ru

Diseases caused by fungi, bacteria and viruses are a serious obstacle to high yields of sunflower seeds. One of the most harmful fungi is the rust pathogen (*Puccinia helianthi* Schw.). Based on the analysis of domestic and foreign scientific literature, there has been presented the information on the history of the study of sunflower rust, the biology of the pathogen, the racial composition of its populations, the pathogenesis of the disease and selection for resistance to this disease in the Russian Federation and in other countries of the world. There has been considered the contribution of G.V. Pustovoyt and her students in the development of breeding sunflower material with rust resistance based on interspecific hybridization of cultivated sunflower with wild species. There has been shown the contribution of the researchers W.E Sackston, T.J. Gulay, S. Masirevic and others, who proposed methods for assessing breeding material for resistance to a pathogen, methods of artificial infection of plants in a greenhouse and a field, who developed differentiator lines of the rust races. Currently, when calculating the virulence and race code of *Puccinia helianthi*, there is used a nomenclature adopted by a special international committee. Recently, there have been reports from different countries of the emergence of new, more aggressive races of the causative agent of sunflower rust. In Russia, the work on the study of this pathogen has also expanded. The scientists have monitored the rust races and revealed the racial composition of the fungus populations on sunflower in the regions with a strong manifestation of the disease (Tambov, Saratov and Lipetsk regions, Krasnodar Area). Based on the studied literature data, there has been made a conclusion that it is necessary to expand and accelerate work on monitoring the racial composition of populations of the rust pathogen in agroecosystems and developing breeding material that is resistant to the identified races.

Keywords: sunflower, rust, isolate, race, *Puccinia helianthi*, differentiator line.

Введение. Подсолнечник – основная масличная культура в России и многих странах мира. Серьезным препятствием для получения высоких урожаев этой культуры являются болезни, вызываемые грибами, бактериями и вирусами. Одним из самых вредоносных грибов является возбудитель ржавчины подсолнечника (*Puccinia helianthi* Schw.). Ржавчина

стала первой серьезной помехой на пути становления культуры подсолнечника в России. Периодически и повсеместно возникали эпифитотии. В дальнейшем с этой проблемой столкнулись все страны, возделывающие эту культуру. Сообщения о сильном поражении подсолнечника ржавчиной поступали из Австралии, Аргентины, Америки, Канады

и европейских стран (Арасланова и др., 2019).

Обзор вопроса в мире и России. Возбудитель болезни – узкоспециализированный базидиальный гриб *Puccinia helianthi* Schw., порядка *Uredinales*. Семейство – *Pucciniaceae*, род – *Puccinia*. В цикле своего развития гриб имеет три стадии (эцидиальная, урединиостадия, телиостадия) и пять видов спороношения (спермации, эции, урединиоспоры, телиоспоры, базидиоспоры). Все стадии этого облигатного паразита проходят на одном растении (однохозяйный гриб) (Арасланова и др., 2019). Возбудитель ржавчины поражает также сорняк дурнишник (*Xanthium strumarium*), который может быть источником инфекции подсолнечника (Децына и др., 2018).

Весной после перезимовки телиоспоры прорастают и образуют из каждой клетки четырёхклеточную базидию. Каждая из этих клеток даёт по одной базидиоспоре, которые легко разносятся ветром и, попадая на молодые растения подсолнечника, вызывают первичное заражение. Через 10–11 дней на заражённых листьях появляются оранжевые выпуклые пятна. В местах пятен с верхней стороны листа образуются шаровидные спермогонии с сосочкообразными выростами, в которых образуются мелкие споры (спермации), выполняющие функцию оплодотворения. С нижней стороны листа образуются эции – мелкие оранжевые чашечки, плотно прилегающие друг к другу. В эциях образуются эциоспоры размером 15–27 x 13–25 мкм, широкоэллиптические, с мелкоточечной оболочкой. Жизнеспособность эциоспор очень короткая. После заражения подсолнечника эциоспорами через 5–6 дней на нижней, а иногда и верхней, стороне листьев образуются ржаво-коричневые мелкие подушечки – урединии с урединиоспорами. Часто гриб развивается по сокращенному циклу, после формирования спермогониев на нижней стороне листа вместо эций образуются урединии с урединиоспорами. Урединиоспоры одноклеточные размером 23–34 x 17–26 мкм, короткоэллиптической, шаровидной или яйцевидной формы, светло-коричневого цвета. Они имеют мелкошиповатую оболочку с двумя ростковыми порами, через которую проходят ростки. Урединиопустулы обладают стойкостью к неблагоприятным погодным условиям и могут сохранять жизнеспособность до 6 месяцев. Оптимальная температура прорастания урединиоспор и образование новых урединиопустул находится в пределах 18–20 °C, но это может происходить и при температуре от 6 до 28 °C. В течение вегетационного периода гриб может давать несколько поколений урединиоспор, что усиливает интенсивность заболевания. К концу вегетации растений на листьях с нижней и верхней сторон формируется зимующая стадия гриба, темно-коричневые телии с телиоспорами на длинных бесцветных ножках. Телиоспоры обладают очень утолщенными оболочками на вершине,

двуклеточные, по форме эллиптические, яйцевидные или булавовидные. Размер телиоспор 35–63 x 20–28 мкм. Во время уборки подсолнечника телиоспоры попадают в почву, где могут сохраняться на растительных остатках (Qi et al., 2012).

Вредоносность ржавчины заключается прежде всего в уменьшении ассимиляционной поверхности листьев и общего габитуса растений, и напрямую зависит от интенсивности развития болезни и погодных условий. По данным Э.Л. Слюсарь, средняя степень поражения подсолнечника ржавчиной снижает урожайность на 0,5–0,7 т/га, а при сильной степени поражения потери увеличиваются в 2–3 раза. Масличность семян снижается на 40% (Децына и др., 2018).

В России эпифитотии ржавчины на подсолнечнике возникали до тех пор, пока в ходе народной селекции не были получены толерантные сорта типов «зеленка» и «фуксинка», обладающие полевой устойчивостью за счет удлиненного периода вегетации. На протяжении 60-ти лет работа селекционеров по созданию сортов подсолнечника, устойчивых к ржавчине, не дала положительных результатов. Выведенные сорта, по устойчивости были на уровне полученных ранее (Пустовойт и Слюсарь, 1982).

Устойчивые к ржавчине сорта не были созданы, так как в селекции использовали только культурные формы подсолнечника, не содержащие в геномах гены устойчивости к ржавчине. Впервые академику В.С. Пустовойту в 1935 году удалось решить эту проблему. При помощи метода гибридизации дикорастущего техасского подсолнечника с культурными сортами он получил ржавчиноустойчивые гибриды. Немного позднее аналогичные гибриды были получены в Канаде доктором Э. Паттом (Sackston, 1962). С целью установления источников иммунитета к ржавчине в роде *Helianthus* были изучены мировые фонды подсолнечника: коллекция ВИР, все районированные и перспективные сорта отечественной селекции, дикорастущие виды рода *Helianthus* североамериканского происхождения и их гибриды с подсолнечником. Устойчивость была найдена у межвидовых гибридов культурного подсолнечника с многолетними дикорастущими видами, созданных Г.В. Пустовойт. Они были использованы в качестве исходного материала, обладающего иммунитетом к ржавчине (Пустовойт и Слюсарь, 1982).

По мнению современных ученых, дикорастущие виды рода *Helianthus* представляют собой богатый генофонд для дальнейшей идентификации генов резистентности и их использования в предупреждении появления новых рас *Puccinia helianthi* (Shanker and Shanker, 2016).

Впервые канадский исследователь W.E. Sackston установил наличие четырех физиологических рас патогена: 1, 2, 3, 4, самой распространенной и вирулентной оказалась

раса 1 (Sackston, 1962). Раса 6 была идентифицирована C.J. Lambrides и J.F. Miller (Lambrides and Miller, 1994). По мнению W.E. Sackston, метод искусственного заражения ржавчиной, применяемый на зерновых культурах, дал положительный результат и на подсолнечнике (Sackston, 1962). В дальнейшем он был успешно использован в отделе селекции подсолнечника ВНИИМК ЭЛ. Слюсарь для условий поля и теплицы (Пустовойт и Слюсарь, 1982). W.E. Sackston также определил первые пять категорий реакции подсолнечника на ржавчину, которые в 1986 году были дополнительно модифицированы Yang S.M. et al.: 0 – иммунитет, отсутствие урединий или гиперчувствительных пятен; 1 – очень устойчивый, производящий гиперчувствительные и очень маленькие пустулы (0,2 мм), крапинки, скудно спорулирующие; 2 – устойчивый, производящий небольшие (< 0,4 мм), слабо спорулирующие пустулы; 3 – восприимчивый, пустулы 0,4–0,6 мм в диаметре, с энергичным спорообразованием; 4 – очень восприимчивый, пустулы > 0,6 мм и многие сросшиеся (Gulya and Maširević, 1996). Для определения степени восприимчивости применяется американская количественная пятибалльная шкала Мельчерса и Паркера, видоизмененная Л.Ф. Русаковым (Децына и др., 2018), составленная по принципу учёта степени закрытия поверхности листа пустулами: 0 – отсутствие поражения; 1 – поражено до 10% поверхности листа; 2 – поражено от 11 до 25% поверхности листа; 3 – поражено от 26 до 50% поверхности листа; 4 – поражено свыше 50% листовой поверхности.

Для установления типов реакции растений подсолнечника на заражение ржавчиной используется ещё и шкала, принятая для злаковых культур. Она состоит из четырех типов: 0 – полное отсутствие пустул гриба, места заражения обнаруживаются лишь по мелким, обесцвеченным точкам на листе (высокоустойчивые сорта); 1 – пустулы очень мелкие, но, как правило, даже не вскрываются, заметны некрозы (устойчивые сорта); 2 – пустулы мелкие, некоторые вскрываются, имеют место хлоротические

зоны (сорта средней устойчивости); 3 – пустулы средней величины, в основном все вскрываются, имеют место хлоротические зоны (сорта ниже средней устойчивости); 4 – пустулы крупные, бархатные, хорошо вскрываются. Ткань вокруг пустул не обесцвечивается (очень восприимчивые сорта) (Гешеле, 1971).

ЭЛ. Слюсарь изучила расовый состав популяций ржавчины подсолнечника с помощью американских линий-дифференциаторов. Она выяснила, что на территории Краснодарского края самой агрессивной и распространенной является раса 1 (Пустовойт и Слюсарь, 1982).

В 1981 году сотрудниками ВНИИМК был создан устойчивый к двум расам ржавчины (1 и 3) (классификация по W.E. Sackston) сорт подсолнечника Кремний. Помимо устойчивости к *P. helianthi* он обладал устойчивостью к ЛМР, подсолнечниковой огневке, высокой полевой устойчивостью к вертициллёзному увяданию и высокими хозяйственными качествами (Пустовойт и Слюсарь, 1982). Длительный период работ по изучению рас ржавчины и селекции подсолнечника на устойчивость к ней в России не проводилось.

В последние годы селекционеры и ученые многих стран мира встревожены появлением новых рас ржавчины. Насыщенность севооборотов посевами подсолнечника и изменение климата в сторону потепления привело к усилению агрессивности ржавчины подсолнечника, то есть к появлению новых рас патогена и к накоплению в агроценозах большого количества инфекционного начала. Это привлекло внимание учёных к этому заболеванию подсолнечника и расширению работ по усовершенствованию методов оценки и селекции на устойчивость.

Впервые T.J. Gulya и S. Maširević ранжировали дифференциальные линии в трех наборах (триплеттах) (Gulya and Maširević, 1996). В настоящее время при расчете кода вирулентности и расовой принадлежности *Puccinia helianthi* используют номенклатуру, предложенную этими авторами и принятую специальным международным комитетом (см. таблицу).

Расчет кода вирулентности и расовой принадлежности *Puccinia helianthi*
Calculation of the virulence and race code of *Puccinia helianthi*

Линия-дифференциатор	Кодовый номер	Наличие генов устойчивости	Реакция на заражение: S – восприимчивая; R – устойчивая					
Триплет 1								
ВНИИМК 8883	1	–	S	S	S	S	S	S
СМ 90	2	R1	R	S	S	S	S	S
СМ 29	4	R2 + R10	R	R	S	S	S	S
Триплет 2								
P-386	1	R4e	R	R	R	R	S	S
HAR-1	2	R4a	R	R	R	S	S	S
HAR-2	4	R5	R	R	R	R	S	S
Триплет 3								
HAR-3	1	R4b	R	R	R	R	R	S
HAR-4	2	R4c	R	R	R	S	S	S
HAR-5	4	R4d	R	R	R	R	R	S
Код вирулентности			100	300	700	722	772	777

Если поражена одна линия-анализатор в триплете 1, а в остальных триплетях проявляется устойчивость, то код вирулентности равен 100. При поражении двух линий в первом триплете их кодовые номера складываются ($1 + 2 = 3$), код вирулентности равен 300. При поражении трех линий в триплете – ($1 + 2 + 4 = 7$), код вирулентности равен 700. Самый высокий код вирулентности по данной номенклатуре – 777 при поражении трех линий-дифференциаторов в трех триплетях (Арасланова и др., 2019).

В Африке определение рас ржавчины на подсолнечнике было сделано только в Мозамбике. Используя дифференциальные линии из Канады и США, P.A. Vicente и A. Zizzerini обнаружили там 4-ю расу ржавчины (Vicente and Zizzerini, 1997). B.C. Sendall с соавторами изучили разнообразие патосистемы *Puccinia helianthi* подсолнечника в Австралии на молекулярном уровне, выделили 24 линии и определили гены, контролирующие устойчивость (Sendall et al., 2006).

Используя предложенную номенклатуру, американские ученые изучили расовый состав патогена. В семи штатах США с 2011 по 2012 год с помощью набора из девяти международно принятых дифференциаторов (восприимчивый сорт или гибрид, MC 90, MC 29, P 386, HA-R1, HA-R2, HA-R3, HA-R4, HA-R5) (Gulya and Maširević, 1996) выявлено 29 рас. Со времени этого исследования были обнаружены несколько дополнительных генов резистентности, которые были идентифицированы как R11, R12, и аллели гена R13 (Bulos et al., 2013; Qi et al., 2012). На сегодняшний день ни один из этих недавно идентифицированных генов не был включен в принятый дифференциальный набор и эти гены резистентности не были включены ни в один коммерчески доступный американский гибрид. Friskor A.J. с соавторами поддержали включение HAR-6 (R13a) в дифференциальный набор линий, как было предложено ранее Moreno P.S. с соавторами, и высказали пожелание, чтобы Rf ANN-1742 (R11) и RHA 464 (R12) также были туда включены (Friskor et al., 2015).

В Америке плотно занимаются изучением генов устойчивости к ржавчине на молекулярном уровне. Lambrides C.J. и Miller J.F. в 1994 году определили наследование устойчивости к ржавчине в источнике зародышевой плазмы подсолнечника MC 29 (Lambrides and

Miller, 1994). Ming Zhang с соавторами провел работу по молекулярному картированию гена устойчивости к ржавчине R14 в культивируемой линии подсолнечника PH 3 (Ming Zhang et al., 2016).

В России в последнее время стали поступать сообщения об увеличении поражения посевов подсолнечника ржавчиной. В Тамбовской области с 1992 по 2015 гг. было отмечено несколько вспышек заболевания, которые сменялись депрессиями патогена. Последние были в 2010 и 2015. Распространенность ржавчины в конце вегетационного периода 2015 года на некоторых полях достигала 100 % при интенсивности поражения 80 % (Выприцкая, 2015).

В Саратовской области сильное поражение паразитом пришлось на период с 2013 года. Собранные в 2017 году изоляты были отнесены к 700 и 722 расе; образцы 2018 года – к 300 и 700, а изоляты 2019 года – к 300, 700 и 710. Образцы возбудителя ржавчины, собранные в Липецкой области, были представлены четырьмя расами – 100, 300, 700 и 772. Расы ржавчины подсолнечника 700, 710, 722 и 772 обнаружены в России впервые (Арасланова и др., 2019).

В Краснодарском крае в зависимости от погодных условий с 2007 по 2017 гг. на сортах подсолнечника частота встречаемости патогена варьировала от 16 до 52%. По словам ученых, за годы исследований патогена зарегистрировано несколько вспышек проявления ржавчины. Самая сильная была в 2012 году, так как погодные условия для проявления болезни были наиболее благоприятные, частота встречаемости, в среднем, по сортам ВНИИМК составила 52%. Был сделан вывод о том, что распространенность ржавчины на подсолнечнике зависит от группы спелости сорта. Наиболее сильно поражаются сорта средней группы спелости (Флагман, Мастер) и позднеспелый сорт Белоснежный (силового направления). По данным исследования, наибольшей устойчивостью к возбудителю ржавчины обладают сорта скороспелой группы, где распространенность болезни не превышала 29,0% (Децына и др., 2018).

Заключение. Анализ литературных источников показывает необходимость расширения и ускорения работ по мониторингу расового состава в агроценозах и созданию селекционного материала подсолнечника устойчивого к этим расам.

Библиографические ссылки

1. Арасланова Н.М., Антонова Т.С., Ивебор М.В., Хатнянский В.И. Определение расовой принадлежности изолятов ржавчины (*Puccinia helianthi* Schwein.), поражающей подсолнечник в некоторых регионах России // Масличные культуры. 2019. Вып. 4 (180). с. 107–112. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-4-180-107-112.
2. Выприцкая А.А. Микобиота подсолнечника в Тамбовской области. Тамбов: Принт-Сервис. 2015. С. 78–81.
3. Децына А.А., Терещенко Г.А., Илларионова И.В. Распространённость ржавчины на сортах подсолнечника в условиях Краснодарского края // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2018. Вып. 2(174). с. 101–106. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-101-106.
4. Пустовойт Г.В., Слюсарь Э.Л. Пути создания устойчивых к ржавчине сортов подсолнечника // Селекция и семеноводство. Москва. Издательство «Колос». 1982. с. 9–11.
5. Bulos M., Ramos M.L., Altieri E., Sala C.A. Molecular mapping of a sunflower rust resistance gene from HAR6 // Breed Sci. 63. 2013. Pp. 141–146. DOI: 10.1270/jsbbs.63.141.

6. Friskop, A. J., Gulya, T. J., Harveson, R. M., Humann, R. M., Acevedo M., and Markell, S. G. Phenotypic diversity of *Puccinia helianthi* (sunflower rust) in the United States from 2011 and 2012 // *Plant Disease* 99(11). 2015. Pp. 1604–1609. DOI: 10.1094/PDIS-11-14-1127-RE.
7. Gulya T.J., Maširević S. Inoculation and evaluation methods for sunflower rust // *Proc. 18th Sunflower Research Workshop. National Sunflower Association. Bismarck, ND. 1996. Pp. 31–38.*
8. Lambrides C.J., Miller J.F. Inheritance of rust resistance in a source of MC29 sunflower germplasm // *Crop Sci* 34. 1994. Pp. 1225–1230. DOI: 10.2135/cropsci1994.0011183X003400050015x.
9. Ming Zhang, Zhao Liu, Chao-Chien Jan. Molecular mapping of a rust resistance gene R14 in cultivated sunflower line PH 3 // *Mol Breeding*. 2016. Pp. 32–36. DOI: 10.1007/s11032-016-0456-0.
10. Sackston W.E. Studies on sunflower rust. Occurrence, distribution, and significance of races *Puccinia helianthi* // *Can. J. Bot.* 1962. № 40. Pp. 1449–1458. DOI: 10.1139/b62-139.
11. Sendall B.C., Kong G.A., Goulter K.C., Aitken E.A.B., Thompson S.M., Mitchell J.H.M., Kochman J.K., Lawson W., Shatte T. and Gulya T.J. Diversity in the sunflower: *Puccinia helianthi* pathosystem in Australia // *Plant Pathol. Australas.* 2006 Vol. 35(6). Pp. 657–670. DOI: 10.1071/AP06071.
12. Shanker Arun K., Shanker Chitra. Sunflower breeding for resistance to biotic stresses. Sunflower diseases // Abiotic and biotic stress in plants – recent advances and future perspectives. 2016. Pp. 604–605. DOI: org/10.5772/62159.
13. Vicente P.A., Zazzerini A. Identification of sunflower rust (*Puccinia helianthi*) physiological race in Mozambique // *Helia*. 1997. Vol. 20(27). Pp. 25–30.
14. Qi L.L., Seiler G.J., Hulke B.S., Vick B.A., Gulya T.J. Genetics and mapping of the R11 gene conferring resistance to recently emerged rust races, tightly linked to male fertility restoration, in sunflower *Helianthus annuus* L. // *Theor Appl Genet* 125. 2012. Pp. 921–932. DOI: 10.1007/s00122-012-1883-x.

References

1. Araslanova N.M., Antonova T.S., Ivebor M.V., Hatnyanskij V.I. Opredelenie rasovoj prinadlezhnosti izolatov rzhavchiny (*Puccinia helianthi* Schwein.), porazhayushchej podsolnechnik v nekotorykh regionah Rossii [Determination of the racial identity of rust isolates (*Puccinia helianthi* Schwein.), affecting sunflower in some regions of Russia] // *Maslichnye kul'tury*. 2019. Vyp. 4(180). S. 107–112. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-4-180-107-112.
2. Vypritskaya A.A. Mikobiota podsolnechnika v Tambovskoj oblasti [Sunflower mycobiota in the Tambov region]. Tambov: Print-Servis, 2015. S. 78–81.
3. Decyna A.A., Tereshchenko G.A., Illarionova I.V. Rasprostranyonnost' rzhavchiny na sortah podsolnechnika v usloviyah Krasnodarskogo kraja [Rust spread on the sunflower varieties in the Krasnodar Krai] // *Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK*. 2018. Vyp. 2(174). S. 101–106. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-101-106.
4. Pustovojt G.V., Slyusar' E.L. Puti sozdaniya ustojchivyh k rzhavchine sortov podsolnechnika [The methods to develop the rust resistant sunflower varieties] // *Selekciya i semenovodstvo. Moskva. Izdatel'stvo «Kolos»*. 1982. S. 9–11.
5. Bulos M., Ramos M.L., Altieri E., Sala C.A. Molecular mapping of a sunflower rust resistance gene from HAR6 // *Breed Sci.* 63. 2013. Pp. 141–146. DOI: 10.1270/jsbbs.63.141.
6. Friskop, A. J., Gulya, T. J., Harveson, R. M., Humann, R. M., Acevedo M., and Markell, S. G. Phenotypic diversity of *Puccinia helianthi* (sunflower rust) in the United States from 2011 and 2012 // *Plant Disease* 99(11) 2015. Pp. 1604–1609. DOI: 10.1094/PDIS-11-14-1127-RE.
7. Gulya T.J., Masirevic S. Inoculation and evaluation methods for sunflower rust // *Proc. 18th Sunflower Research Workshop. National Sunflower Association. Bismarck, ND. 1996. Pp. 31–38.*
8. Lambrides C.J., Miller J.F. Inheritance of rust resistance in a source of MC29 sunflower germplasm // *Crop Sci* 34. 1994. Pp. 1225–1230. DOI: 10.2135/cropsci1994.0011183X003400050015x.
9. Ming Zhang, Zhao Liu, Chao-Chien Jan. Molecular mapping of a rust resistance gene R14 in cultivated sunflower line PH 3 // *Mol Breeding*. 2016. Pp. 32–36. DOI: 10.1007/s11032-016-0456-0.
10. Sackston W.E. Studies on sunflower rust. Occurrence, distribution, and significance of races *Puccinia helianthi* // *Can. J. Bot.* 1962. № 40. Pp. 1449–1458. DOI: 10.1139/b62-139.
11. Sendall B.C., Kong G.A., Goulter K.C., Aitken E.A.B., Thompson S.M., Mitchell J.H.M., Kochman J.K., Lawson W., Shatte T. and Gulya T.J. Diversity in the sunflower: *Puccinia helianthi* pathosystem in Australia // *Plant Pathol. Australas.* 2006 Vol. 35(6). Pp. 657–670. DOI: 10.1071/AP06071.
12. Shanker Arun K., Shanker Chitra. Sunflower breeding for resistance to biotic stresses. Sunflower diseases // Abiotic and biotic stress in plants – recent advances and future perspectives. 2016. Pp. 604–605. DOI: org/10.5772/62159.
13. Vicente P.A., Zazzerini A. Identification of sunflower rust (*Puccinia helianthi*) physiological race in Mozambique // *Helia*. 1997. Vol. 20(27). Pp. 25–30.
14. Qi L.L., Seiler G.J., Hulke B.S., Vick B.A., Gulya T.J. Genetics and mapping of the R11 gene conferring resistance to recently emerged rust races, tightly linked to male fertility restoration, in sunflower *Helianthus annuus* L. // *Theor Appl Genet* 125. 2012. Pp. 921–932. DOI: 10.1007/s00122-012-1883-x.

Поступила: 11.12.20; принята к публикации: 15.02.21.

Критерии авторства. Автор статьи несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Лепешко Е.С. – концептуализация исследования, анализ литературных данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.