

Т.С. Антонова, доктор биологических наук
 Н.М. Арасланова, кандидат сельскохозяйственных наук
 М.В. Ивевор, кандидат сельскохозяйственных наук
 С.Л. Саукова, кандидат биологических наук
 Ю.В. Питинова, аналитик

Федеральный Научный Центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени
 В.С. Пустовойта»

РФ, 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, 17

E-mail: antonova-ts@mail.ru

УДК 633.854.78:582.284.21

DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/23-26

НОВЫЕ РАСЫ *Puccinia helianthi* SCHWEIN – ВОЗБУДИТЕЛЯ РЖАВЧИНЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

В последние два десятилетия в разные годы в зависимости от погодных условий наблюдается сильное распространение ржавчины на подсолнечнике в Тамбовской, Липецкой, Саратовской, Волгоградской областях, Краснодарском крае и других регионах Российской Федерации. Это заболевание, вызываемое узкоспециализированным грибом *Puccinia helianthi* Schwein, было замечено в России еще в 1866 году. Систематически повторяющиеся эпифитотии с того времени описывались многими отечественными авторами так же, как и учеными других стран, где подсолнечник поражается этим патогеном. Селекция подсолнечника на устойчивость к ржавчине не проводилась в РФ с 1983 года. Целью данного исследования было определить расовую принадлежность некоторых изолятов возбудителя ржавчины, собранных в Краснодарском крае, Саратовской и Липецкой областях с применением международно принятого набора линий-дифференциаторов устойчивости подсолнечника: CM 90, CM 29, P-386, HA-R1, HA-R2, HA-R3, HA-R4, HA-R5. В качестве дифференциатора, восприимчивого ко всем расам возбудителя использовали сорт подсолнечника ВНИИМК 8883. Было выявлено шесть физиологических рас *P. helianthi*. Из них четыре: 700, 710, 722, 772 обнаружены в России впервые. Кроме этих новых патотипов обнаружены и старые расы 100 и 300. Возможно, что на территории Российской Федерации имеются и другие расы патогена. Поэтому необходимо обследовать большее количество полей в разных регионах и увеличить количество изолятов патогена для идентификации.

Ключевые слова: подсолнечник, ржавчина, облигатный паразит, грибок, расы, регион.

T.S. Antonova, *Grand PhD in Biological sciences*
 N.M. Araslanova, *PhD in Agricultural sciences*
 M.V. Ivebor, *PhD in Agricultural sciences*
 S.L. Saukova, *PhD in Biological sciences*
 Yu.V. Pitinova, *analitic*

Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

RF, 350038, g. Krasnodar, ul. Filatova, 17

E-mail: antonova-ts@mail.ru

NEW RACES OF *Puccinia helianthi* SCHWEIN – IS THE CAUSATIVE AGENT OF SUNFLOWER RUST IN THE RUSSIAN FEDERATION

Over the past two decades, over different years, depending on weather conditions, a strong distribution of rust on sunflower has been systematically observed in the Tambov, Lipetsk, Saratov, Volgograd regions, Krasnodar Territory and other places of the Russian Federation. This disease caused by the highly specialized fungus *Puccinia helianthi* Schwein was noticed in Russia in 1866. Since then, systematically recurring epiphytoticies have been described by many domestic authors as well as by scientists from other countries where sunflower is cultivated and affected by this pathogen. Sunflower breeding for resistance to rust was not carried out in the Russian Federation since 1983. The objectives of our research was to determine the race of some isolates of the sunflower rust pathogen collected in the Krasnodar Territory, Saratov and Lipetsk regions using an internationally accepted set of sunflower resistance differentiating lines. Eight standard lines were used: CM 90, CM 29, P-386, HA-R1, HA-R2, HA-R3, HA-R4, HA-R5. As a differentiator, susceptible to all races of the pathogen, we used the sunflower variety VNIIMK 8883. Six physiological races of *P. helianthi* were revealed. Four of them: 700, 710, 722, 772 were discovered in the Russia for the first time. In addition to these new pathotypes, the old races 100 and 300 have been identified. It is possible that there are other pathogen races that have not yet been found on the territory of the Russian Federation. Therefore, it is necessary to examine a larger number of fields in different regions and increase the number of isolate samples for identification.

Key words: sunflower, rust, obligate parasite, fungus, races, region.

Возбудитель ржавчины подсолнечника *Puccinia helianthi* Schwein – базидиальный грибок (Basidiomycetes) – облигатный паразит, широко распространенный в мире. Подсолнечник поража-

ется ржавчиной практически во всех странах, возделывающих эту культуру: Аргентине, США, Канаде, Австралии, Европейских и Азиатских государствах и в Российской Федерации. [7, 8, 11, 14, 15] Стадии

* В работе использованы семена линий – дифференциаторов устойчивости подсолнечника к ржавчине, предоставленные учеными из США: Т. Gulya, S. Markell, R. Harveson, M. Gilley/ In this work were used seeds of lines which are differentiators of sunflower resistance to rust, provided by scientists from the USA T. Gulya, S. Markell, R. Harveson, M. Gilley.

развития этого однодомного гриба проходят на подсолнечнике, что ведет к частым половым рекомбинациям и быстрому распространению болезни. [6] Площадь заражения посевов ржавчиной и степень поражения растений зависят также от времени начала заболевания и климатических условий в период вегетации.

О различающихся патотипах *P. helianthi* в разных странах сообщали многие авторы. В 1923 году были описаны два патотипа патогена. [5] Дальнейшую характеристику рас *P. helianthi* проводили на основе использования трех дифференциаторов устойчивости подсолнечника, созданных в Канаде. Сэкстон в 1962 году дифференцировал Северо-Американские расы возбудителя болезни, обозначив их, как 1, 2, 3 и 4. [13] Он также определил принадлежность к расе 1 изолятов возбудителя ржавчины подсолнечника с юга России. [13] В 1981 году была выявлена еще и раса 3. [3] В то время во ВНИИМК был создан сорт подсолнечника *Кремний*, устойчивый к обеим расам возбудителя ржавчины. [4] С тех пор расовую принадлежность *P. helianthi* в Российской Федерации не определяли.

Наблюдения за распространением ржавчины на подсолнечнике в США и Австралии проводили с 1989 года. [8] Количество линий-дифференциаторов устойчивости было увеличено до 9. Эти дифференциаторы приняли на международном уровне для определения рас *P. helianthi* в разных странах. Было предложено расовую номенклатуру патогена устанавливать с использованием триплетной кодирующей системы. [10] Вирулентность фенотипов выражали на основании взаимодействия патогена с этими девятью линиями-дифференциаторами устойчивости подсолнечника. При этом вычисляли трехзначный цифровой код обозначения рас. В 2008 году с применением этих линий-дифференциаторов доминирующими расами среди образцов изолятов, собранных в США, выявили расы 334 и 336. [12] Установили, что распространенность ржавчины и степень поражения растений увеличились с 2007 по 2011 год. [11]

Сильное поражение растений подсолнечника ржавчиной может уничтожить до 80 % урожая. [12] В некоторых регионах Российской Федерации (Тамбовская, Липецкая, Саратовская, Волгоградская области, Краснодарский край) на протяжении последних двух десятилетий наблюдается возрастание распространенности и степени поражения растений (рис. 1, 2-я стр. обл.). Периодически возникает эпифитотийная обстановка. В Тамбовской области в 2015 году в конце вегетации подсолнечника распространенность ржавчины на отдельных полях достигала 100 % при интенсивности поражения 80 %. [1] В Краснодарском крае стали поражаться сорта, ранее устойчивые к этому заболеванию. Было отмечено, что степень поражения зависит не только от климатических условий, сложившихся в период вегетации, но и от группы спелости сорта. [2]

В последние два десятилетия в нашей стране помимо отечественных сортов и гибридов подсолнечника широко возделывают иностранные гибриды разных производителей. Сроки возврата культуры на прежнее место заметно ускорились из-за высокой доходности подсолнечника, которая и привела

к резкому сокращению севооборота практически повсеместно. Такая интенсификация закономерно должна была ускорить и расообразование у *P. helianthi*, поскольку это — облигатный паразит.

Целью данной работы было с применением международно принятых линий-дифференциаторов устойчивости подсолнечника к ржавчине определить расовую принадлежность изолятов *P. helianthi*, собранных в некоторых регионах Российской Федерации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пораженные ржавчиной листья собрали в посевах подсолнечника (2017–2019) Саратовской, Липецкой областей, Краснодарском крае и хранили в холодильнике (4...6°C). Выбрали восемь линий-дифференциаторов устойчивости из общепринятого стандартного набора (табл. 1). [10] Вместе линии, восприимчивой ко всем расам патогена, использовали сорт подсолнечника ВНИИМК 8883, который никогда не подвергался селекции на устойчивость к ржавчине.

Семена линий-дифференциаторов высевали рядами в цветочные ящики вместимостью 6 кг почвы, и помещали в камеру искусственного климата, где растения выращивали при температуре 23...25°C — днем и 20°C — ночью, 16-часовом фотопериоде с искусственным освещением до появления второй пары настоящих листьев. Поливали ежедневно. Образцы пораженных ржавчиной листьев с уредопустулами помещали во влажную камеру на 24 ч для возобновления споруляции. Затем смывали споры кисточкой в дистиллированную воду. С помощью камеры Горяева подсчитывали количество уредоспор в суспензии. Оптимальная концентрация их для поражения восприимчивых растений подсолнечника на 100 % должна составлять 100..110 тыс. шт. в 1 мл воды. [3] Опрыскивали приготовленной суспензией растения, сформировавшие вторую пару настоящих листьев, и помещали во влажную камеру на 24 ч. Затем выращивали их в прежних условиях до появ-

Таблица 1.
Линии-дифференциаторы устойчивости подсолнечника к ржавчине

Группа	Линия-дифференциатор	Гены устойчивости	Цифровое обозначение линии в группе
1	7350*	—	1
	СМ 90	R ₁	2
	СМ 29	R ₂ + R ₁₀	4
2	P-386	R _{4e}	1
	HA-R1	R _{4a}	2
	HA-R2	R ₅	4
3	HA-R3	R _{4b}	1
	HA-R4	R _{4c}	2
	HA-R5	R _{4d}	4

* — линию 7350 заменили на сорт подсолнечника ВНИИМК 8883, восприимчивый ко всем расам *P. helianthi*.

ления признаков поражения на листьях. Инкубационный период при 25°C составлял 9 дн. При появлении пустул на листьях учитывали количество пораженных растений каждого дифференциатора. Через 13...15 дн. после инокуляции определяли инфекционный тип, согласно шкале от 0 до 5, предложенной Yang с соавторами. [15] Инфекционный тип 3 или более относили к восприимчивой реакции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Каждый испытанный изолят *P. helianthi* поражал восприимчивые к нему дифференциаторы со степенью, превышающей 3...4 балла (рис. 2, 2-я стр. обл.).

Среди всей выборки изолятов *P. helianthi*, собранных в посевах подсолнечника Саратовской, Липецкой областей и Краснодарском крае, в общей сложности было дифференцировано шесть рас с кодами вирулентности: 100, 300, 700, 710, 722 и 772 (табл. 2). Расы 700, 710, 722 и 772 обнаружены в Российской Федерации впервые.

Изоляты возбудителя ржавчины, собранные в течение трех лет в Саратовской области, разделились на расы с кодовыми номерами 300, 700, 710 и 722. Раса 700 присутствовала во всех выборках изолятов, 300 – в 2018 и 2019 годах.

Среди 14 изолятов *P. helianthi*, собранных в Липецкой области (2018), дифференцированы расы 100, 300, 700 и 772. Девять изолятов того же года в Краснодарском крае представлены расами 100 и 300 (табл. 3). По этим предварительным данным можно предположить, что расы 100, 300 и 700 распространены достаточно широко в изученных регионах.

Длительное существование в Российской Федерации рас с кодовыми номерами 100 и 300 можно объяснить тем, что, помимо гибридов, до сих пор широко возделывают сорта подсолнечника как масличного, так и кондитерского направлений. При этом отбор на устойчивость к ржавчине не проводили с 1983 года. Известно, что *P. helianthi* способна поражать такие сорта, а также дикорастущие виды. [9] Перекрестное опыление среди растений подсолнечника способствует сохранению генотипов, на которых эти расы могут воспроизводить себя. Как известно, расы облигатных паразитов, в том числе и возбудитель ржавчины, исчезают по мере прекращения возделывания восприимчивого к ним сортифта сельскохозяйственных культур. Сорта подсолнечника, которые не селективировали на устойчивость к ржавчине, можно назвать резерватами сохранения в РФ старых рас возбудителя болезни.

Необходима широкомасштабная экспедиция по сбору изолятов *P. helianthi*, их расовой дифференциации и определению доминирующих рас, чтобы можно было проводить адекватную селекцию на устойчивость к болезни.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Выприцкая, А.А. Микобиота подсолнечника в Тамбовской области / А.А. Выприцкая – Тамбов: Принт-Сервис, 2015 – 143 с.
2. Децына, А.А. Распространенность ржавчины на сортах подсолнечника в условиях Краснодарского края / А.А. Децына, Г.А. Терешенко, И.В. Илларионова // Масличные культуры. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 101–106.
3. Слюсарь, Э.Л. Расы ржавчины подсолнечника / Э.Л. Слюсарь // Защита растений. – 1981. – № 11. – С. 42–43.
4. Слюсарь, Э.Л. Ржавчиноустойчивый сорт подсолнечника / Э.Л. Слюсарь // Масличные культуры. Науч.-тех. Бюлл. ВНИИМК. – 1983. – № 4. – С. 37–38.
5. Bailey, D. Sunflower Rust in University of Minnesota / D. Bailey // Agriculture Experiment Station Technical Bulletin. – 1923. – № 16. – P. 31.
6. Friskop, A.J. Rust / A.J. Friskop and S.G. Markell // In: R.M. Harveson, S.G. Markell, C.C. Block, T.J. Gulya (eds.) Compendium of Sunflower Diseases and Pests. The American Phytopathological Society. St. Paul., Minnesota, U.S.A. – 2016. – P. 23–25.
7. Friskop, A. Determination of *Puccinia helianthi* races in the United States Northern Great Plains / A. Friskop, T. Gulya, J. Jordahl, M. Ramsett, R. Harveson, M. Acevedo, S. Markell // In: Proceedings of the 18th International Sunflower Conference, Mardel plata & Balcarce, Argentina, February 27 – March 1, 2012. – P. 214–218.

Таблица 2.

Реакция линий-дифференциаторов устойчивости подсолнечника к ржавчине при их искусственном заражении изолятами *Puccinia helianthi* Schwein из некоторых регионов РФ

Дифференциатор	Номер в группе	Реакция на заражение:					
		S – восприимчивая; R – устойчивая					
<i>Группа 1</i>							
VNIIMK 8883	1	S	S	S	S	S	S
CM 90	2	R	S	S	S	S	S
CM 29	4	R	R	S	S	S	S
<i>Группа 2</i>							
P-386	1	R	R	R	S	R	S
HA-R1	2	R	R	R	R	S	S
HA-R2	4	R	R	R	R	R	S
<i>Группа 3</i>							
HA-R3	1	R	R	R	R	R	R
HA-R4	2	R	R	R	R	S	S
HA-R5	4	R	R	R	R	R	R
Код вирулентности		100	300	700	710	722	772

Таблица 3.

Расовые коды изолятов *P. helianthi*, собранных в регионах Российской Федерации

Регион	Год	Количество изолятов	Код расы
Саратовская область	2017	6	700
		5	722
	2018	7	300
		8	700
	2019	4	710
		2	700
Липецкая область	2018	6	300
		2	100
		3	300
		4	700
		5	772
Краснодарский край	2018	5	300
		3	100

8. Gulya, T.J. Sunflower rust races in the United States in 1996 / T.J. Gulya // *Phytopathology*. – 1997. – 87:S36.
9. Gulya, T.J. The sunflower rust situation: current races in the northern and central Great Plains, and resistance in oil-seed and confection hybrids / T.J. Gulya // In: *Proceedings of the 28th sunflower research workshop*. Fargo, ND, 11–12 January 2006. http://www.sunflowerusa.com/research/researchworkshop/documents/Gulya_Rust_06.
10. Gulya, T. Inoculation and evaluation methods for sunflower rust / T. Gulya, S. Masirevic // In: *Proc. 18th Sunflower Research Workshop*. National Sunflower Association, Bismark, ND. – 1996. – P. 31–38.
11. Jing, L. Determination of physiological races and evaluation of sunflower for resistance to *Puccinia helianthi* Schw. / L. Jing, X. Xu, J. Jing et al // *J. Phytopathol.* – 2015. – 163. – P. 507–515.
12. Markell, S. Widespread occurrence of the aecial stage of sunflower rust caused by *Puccinia helianthi* in North Dakota and Minnesota in 2008 / S. Markell, T. Gulya, K. McKay et al // *Plant Disease*. – 2009. – Vol. 93 (6) – P. 668–669. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-6-0668C>.
13. Sackston, W. Studies on sunflower rust. III. Occurrence, distribution, and significance of races of *Puccinia helianthi* Schw. / W. Sackston // *Canadian Journal of Botany*. – 1962. – 40. – P. 1449–1458.
14. Sendall, B. Diversity in the sunflower: *Puccinia helianthi* pathosystem in Australia / B. Sendall, G. Kong, K. Goulter et al // *Australasia Plant Path.* – 2006. – 35. – P. 657–670.
15. Yang, S.M. Argentine and Australian sunflower rust differentials to four North American cultures of *Puccinia helianthi* from North Dakota / S.M. Yang, E.E. Antonelli, H. Luciano, N.D. Lucinai // *Plant Disease*. – 1986. – 70. – P. 883–886.
5. Bailey, D. Sunflower Rust in University of Minnesota / D. Bailey // *Agriculture Experiment Station Technical Bulletin*. – 1923. – № 16. – P. 31.
6. Friskop, A.J. Rust / A.J. Friskop and S.G. Markell // In: R.M. Harveson, S.G. Markell, C.C. Block, T.J. Gulya (eds.) *Compendium of Sunflower Diseases and Pests*. The American Phytopathological Society. St. Paul., Minnesota, U.S.A. – 2016. – R. 23–25.
7. Friskop, A. Determination of *Puccinia helianthi* races in the United States Northern Great Plains / A. Friskop, T. Gulya, J. Jordahl, M. Ramsett, R. Harveson, M. Acevedo, S. Markell // In: *Proceedings of the 18th International Sunflower Conference*, Mardel plata & Balcarce, Argentina, February 27 – March 1, 2012. – R. 214–218.
8. Gulya, T.J. Sunflower rust races in the United States in 1996 / T.J. Gulya // *Phytopathology*. – 1997. – 87:S36.
9. Gulya, T.J. The sunflower rust situation: current races in the northern and central Great Plains, and resistance in oil-seed and confection hybrids / T.J. Gulya // In: *Proceedings of the 28th sunflower research workshop*. Fargo, ND, 11–12 January 2006. http://www.sunflowerusa.com/research/researchworkshop/documents/Gulya_Rust_06.
10. Gulya, T. Inoculation and evaluation methods for sunflower rust / T. Gulya, S. Masirevic // In: *Proc. 18th Sunflower Research Workshop*. National Sunflower Association, Bismark, ND. – 1996. – R. 31–38.
11. Jing, L. Determination of physiological races and evaluation of sunflower for resistance to *Puccinia helianthi* Schw. / L. Jing, X. Xu, J. Jing et al // *J. Phytopathol.* – 2015. – 163. – P. 507–515.
12. Markell, S. Widespread occurrence of the aecial stage of sunflower rust caused by *Puccinia helianthi* in North Dakota and Minnesota in 2008 / S. Markell, T. Gulya, K. McKay et al // *Plant Disease*. – 2009. – Vol. 93 (6) – P. 668–669. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-6-0668C>.
13. Sackston, W. Studies on sunflower rust. III. Occurrence, distribution, and significance of races of *Puccinia helianthi* Schw. / W. Sackston // *Canadian Journal of Botany*. – 1962. – 40. – R. 1449–1458.
14. Sendall, B. Diversity in the sunflower: *Puccinia helianthi* pathosystem in Australia / B. Sendall, G. Kong, K. Goulter et al // *Australasia Plant Path.* – 2006. – 35. – P. 657–670.
15. Yang, S.M. Argentine and Australian sunflower rust differentials to four North American cultures of *Puccinia helianthi* from North Dakota / S.M. Yang, E.E. Antonelli, H. Luciano, N.D. Lucinai // *Plant Disease*. – 1986. – 70. – R. 883–886.

LIST OF SOURCES

1. Vyprickaya, A.A. Mikrobiota podsolnechnika v Tambovskoj oblasti / A.A. Vyprickaya – Tambov: Print-Servis, 2015 – 143 s.
2. Decyna, A.A. Rasprostranennost' rzhavchiny na sortah podsolnechnika v usloviyah Krasnodarskogo kraja / A.A. Decyna, G.A. Tereshchenko, I.V. Illarionova // *Maslichnye kul'tury*. – 2018. – Vyp. 2 (174). – S. 101–106.
3. Slyusar', E.L. Rasy rzhavchiny podsolnechnika / E.L. Slyusar' // *Zashchita rastenij*. – 1981. – № 11. – S. 42–43.
4. Slyusar', E.L. Rzhavchinoustojchivyy sort podsolnechnika / E.L. Slyusar' // *Maslichnye kul'tury*. Nauch.-tekhn. Byull. VNIIMK. – 1983. – № 4. – S. 37–38.