

Морфологические признаки новых линий подсолнечника, устойчивых к расе G заразики

Н.М. Арасланова,

вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Т.С. Антонова,

зав. лаб., гл. науч. сотр., д-р биол. наук

С.З. Гучетль,

зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. биол. наук

Т.А. Челюстникова,

аналитик

Ю.В. Питинова,

аналитик

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 275-86-53

E-mail: araslanova-nina@mail.ru

Для цитирования: Арасланова Н.М., Антонова Т.С., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А., Питинова Ю.В. Морфологические признаки новых линий, устойчивых к расе G заразики // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 2 (186). – С. 18–23.

Ключевые слова: подсолнечник, растения, линии, морфологические признаки, отличимость, устойчивость, заразики, раса G.

Работа выполнена в лаборатории иммунитета ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в период 2016–2020 гг. Из источников различного происхождения были созданы двенадцать гомозиготных линий, резистентных к расам заразики от А до G. Линии RG и последующие пять RGL₁, RGL₂, RGP₁, RGP₂, RGB были описаны ранее в статьях (Антонова и др., 2016, Арасланова и др., 2020) [1; 2]. Последующие новые линии были обозначены как 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGS, 2RGNV, 2RGA. Проведены испытания этих линий на отличимость, однородность и стабильность по методике «Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.)», приведённой в документе RTG/01/3 «Общее введение по испытанию на отличимость, однородность и стабильность и составлению описаний» от 22.07.2002 г. № 12-06/52 (Официальный бюллетень Госкомиссии № 6, 2002 г.) [3]. Полученные линии так же, как и предыдущие, различались между собой по ряду морфологических признаков, таких, как продолжительность периода от всходов до цветения растений, высота

растений, форма и окраска листа и язычкового цветка и другим признакам. Данные по характеристике устойчивых к расе G заразики линий могут быть использованы в селекционной практике при создании гибридов.

UDC 633.854.78:575:631. 52

Morphological traits of new sunflower lines resistant to broomrape race G.

N.M. Araslanova, leading researcher, PhD in agriculture

T.S. Antonova, head of the lab., chief researcher, doctor of biology

S.Z. Guchetl, head of the lab., leading researcher, PhD in biology

T.A. Chelyustnikova, analyst

Yu.V. Pitinova, dydlist

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-86-53

E-mail: araslanova-nina@mail.ru

Key words: sunflower, plant, line, morphological traits, distinguishability, resistance, broomrape, race G.

The work was conducted in the laboratory of immunity of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops during 2016–2020. Twelve homozygous lines resistant to broomrape races A–G were developed from the sources of different origin. A line RG and other five: RGL₁, RGL₂, RGP₁, RGP₂, and RGB, were described in the previous articles (Antonova et al., 2016, Araslanova et al., 2020) [1; 2]. Further new lines we named as 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGS, 2RGNV, and 2RGA. We tested these lines for distinguishability, homogeneity and stability according to a technique “Sunflower (*Helianthus annuus* L.)” stated in a publication RTG/01/3 “Common introduction into testing of distinguishability, homogeneity and stability and compilation of description” of 22.07.2002 No 12-06/52 (Official bulletin of the State Commission No 6, 2002) [3]. The new lines also as the previous ones are differed from each other by their morphological traits, such as duration of a period from emergence to plants flowering, plants height, shape and color of a leaf and ray flower, etc. This description of the lines resistant to broomrape race G can be used in breeding practice at development of sunflower hybrids.

Введение. Заразики (*Orobanche cuman* Wallr.) относится к высшим цветковым растениям, являясь облигатным паразитом подсолнечника. Она поражает его корни в начале вегетации, проникает в сосудистую систему растения, поглощает

воду, углеродные и неорганические соединения. Истощение ресурсов, необходимых для роста и развития растений, приводит к снижению урожайности культуры. Потери урожая восприимчивого к заразихе сортифта подсолнечника в засушливых условиях могут достигать 100 %. Развитие паразита можно контролировать разными способами [4]. Экологически безопасным, эффективным и надёжным методом борьбы с заразихой является селекция устойчивых сортов и гибридов подсолнечника. В процессе возделывания устойчивого сортифта подсолнечника происходит образование новых рас заразихи, преодолевающих его устойчивость. В последнее десятилетие в странах, возделывающих эту культуру, были выявлены популяции, преодолевающие устойчивость к расе F, в их состав входят расы, обозначенные как G и H [5; 6]. Ведётся непрерывный поиск источников устойчивости к этим новым расам. В регионах России также распространяется раса G [7]. Исследования по генетической устойчивости к новым расам *O. cumana* проводятся во многих странах [8; 9; 10; 11]. Помимо известных основных доминантных генов устойчивости в процесс могут быть вовлечены и другие, рецессивные, гены [12]. Устойчивость подсолнечника к расам из Румынии, более вирулентным, чем F, контролируется двумя независимыми доминантными генами у линии АО-548 [9]. Устойчивость к расе G, контролируемая одним доминантным геном, была привнесена в культурный подсолнечник от *H. debilis* subsp. *tardiflorus* [10]. В Болгарии в течение двух десятилетий проводилась работа по межвидовой гибридизации подсолнечника с несколькими дикими видами *Helianthus*: *H. pauciflorus*, *H. tuberosus*, *H. divaricatus*, *H. hirsutus* и *H. bolanderi*, которая позволила получить

ряд источников с устойчивостью к расам от А до G [11].

На протяжении двадцати лет в лаборатории иммунитета ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК проводится ежегодный мониторинг расового состава *O. cumana* в регионах России. Изучена коллекция подсолнечника ВИР в поисках генотипов, устойчивых к вирулентным расам. При финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, грант № № 19-44-230025 «Генетический контроль устойчивости к расе G заразихи у линий подсолнечника разного происхождения», из источников различного происхождения нами были созданы двенадцать линий, резистентных к расам от А до G. Устойчивость к расе G заразихи у этих линий обеспечивается одним доминантным геном с неполным доминированием [13]. Линии RG и последующие пять: RGL₁, RGL₂, RGP₁, RGP₂, RGB, были описаны нами ранее [1; 2].

Целью данного исследования являлось описание отличительных признаков новых линий 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGS, 2RGNV, 2RGA для использования в селекции гибридного подсолнечника.

Материалы и методы. Получение линий осуществляли методом индивидуального отбора устойчивых биотипов описанным нами способом (патент № 2720915) [14].

Каждое поколение гомозиготных линий подсолнечника 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGS, 2RGNV, 2RGA оценивали на инфекционном фоне, который создавали в теплице путём внесения в почвенно-песчаную смесь семян заразихи с предварительно определённой их расовой принадлежностью. Из имеющихся образцов семян заразихи выбирали те, в которых преобладала вирулентная раса G. Стабильная устойчивость наблюдалась у рас-

тений пятого и последующих поколений этих линий (рис. 1).



Рисунок 1 – Устойчивые растения линий 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGS, 2RGNV, 2RGA при оценке в теплице (в центре контроля: восприимчивый – ВНИИМК 8883 и устойчивый – линия RG) (ориг.)

Описание отличительных признаков линий, устойчивых к расам от А до G заразики, выполняли согласно методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность «Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.)», представленной в документе RTG/01/3 «Общее введение по испытанию на отличимость, однородность и стабильность и составлению описаний» от 22.07.2002 г. №12-06/52 (Официальный бюллетень Госкомиссии № 6, 2002 г.).

Результаты и обсуждение. В течение вегетации у растений линий, устойчивых к расе G заразики, отмечали фазы развития и выраженность морфологических признаков, согласно указанной методике по составлению описаний.

Продолжительность фенологических фаз и выраженность морфологических признаков изучали в полевых условиях. Растения созданных линий различались по ряду морфологических признаков. Так, например, антоциановая окраска гипокотили была сильно выражена у линий 2RGB и RGNV, у линии 2RGS её интенсивность имела среднее значение. Окраска гипокотили отсутствовала у линий 2RGN, 2RGL, 2RGA.

Листья у всех изученных линий были среднего размера, светло-зелёные у 2RGS

и 2RGNV, а у 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGA зелёные, средней интенсивности окраски. Пузырчатость листьев отсутствовала у линий 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGA, была слабовыраженной у 2RGNV и средней у 2RGS. Листья растений линии 2RGN отличались крупными зубчиками, 2RGS – мелкими, а листья остальных линий были с зубчиками среднего размера. Плоская форма поперечного сечения наблюдалась у листьев четырёх линий: 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGA, вогнутая – у линий 2RGNV и 2RGS. Линии 2RGS и 2RGN отличались узкотреугольной формой верхушки листа, 2RGB – от ланцетовидной до узкотреугольной, 2RGL – от узкотреугольной до широко-треугольной, 2RGA – от широко-треугольной до остроконечной, 2RGNV – от широко-треугольной до округлой. По размеру ушек листьев линии распределились следующим образом: у 2RGB и 2RGL – маленькие, у 2RGA и 2RGN – средние, а у 2RGS и 2RGNV – большие. Боковые крыльевидные сегменты листа были слабо выражены у четырёх линий, а у 2RGN и 2RGS сильно выражены. Угол между самыми нижними боковыми жилками был почти прямой у 2RGNV и 2RGL, а у остальных линий острый. Средняя высота кончика листовой пластинки относительно прикрепления черешка (на 2/3 высоты растения) была у пяти линий, а высокая – у 2RGNV.

Отличительные признаки наблюдались и у цветущих корзинок указанных линий (рис. 2).

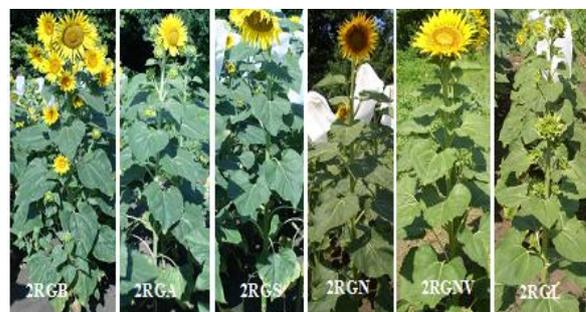


Рисунок 2 – Растения устойчивых к расе G заразики линий подсолнечника в период вегетации, 2020 г. (ориг.)

Рыхлое расположение язычковых цветков было присуще линиям 2RGN и 2RGS, средней плотности – 2RGL и 2RGNV, у двух других линий оно было плотным. Язычковые цветки узкояйцевидной формы наблюдались у 2RGL и 2RGNV, у остальных линий они были веретенообразные. Расположение в пространстве язычковых цветков было скрученным вдоль продольной оси у 2RGS и волнистым у остальных линий. Длинным язычковым цветком выделилась линия 2RGS. У всех остальных линий язычковые цветки были средней длины.

Оранжево-жёлтой окраской отличались язычковые цветки у 2RGN, у остальных линий язычковые цветки были жёлтого цвета. Оранжевая окраска трубчатого цветка наблюдалась только у линии 2RGN, у остальных линий она была жёлтой. Слабой антоциановой окраской рыльца трубчатого цветка выделялась линия 2RGB, у остальных линий таковая отсутствовала. Образование пыльцы наблюдалось на всех растениях изученных линий. Окраска внешней стороны листочков обёртки всех изученных линий была средне зелёной. У линий 2RGNV, 2RGN и 2RGA листочек обёртки был явно округлой формы, а у остальных – неявно удлинённой и неявно округлой. Короткий кончик листочка обёртки наблюдался у 2RGNV, 2RGA, 2RGS и средней длины у других. Сильно охватывающий корзинку листочек обёртки был присущ пяти линиям, слабо охватывающий – линии 2RGL.

Продолжительность периода вегетации растений изученных линий была различной. Среднее время цветения было отмечено у линий 2RGS, 2RGNV и 2RGN, позднее – у трёх других. Высота растений в период созревания варьировала от 119 у 2RGL до 152 у линии 2RGS. Линия 2RGNV отличалась от остальных отсутствием ветвления. Полностью ветвистыми были растения линии 2RGB.

Преимущественно верхушечное ветвление наблюдалось у остальных четырёх линий. Корзинки линий 2RGB, 2RGN и 2RGA были преимущественно среднего размера с прямым стеблем полуповёрнутые, а у 2RGS повёрнутые вниз. У линий 2RGL и 2RGNV корзинки имели вертикальное положение (таблица).

Таблица

Степень выраженности основных отличительных признаков заразихоустичивых линий

Признак	Линия					
	2RGB	2RGN	2RGL	2RGS	2RGNV	2RGA
Опушение стебля в верхней части	Среднее	Отсутствует				Среднее
Высота растений в период созревания, см	125	131	119	152	130	140
Ветвление	Полностью ветвистое	Преимущественно верхушечное			Нет	Преимущественно верхушечное
Время цветения	Позднее	Среднее	Позднее	Среднее		Позднее
Размер корзинки	Средний				Большой	Средний
Положение корзинки	Полуповёрнутая вниз с прямым стеблем		Вертикальное	Повернутая вниз с прямым стеблем	Вертикальное	Полуповёрнутая вниз с прямым стеблем
Размер семянки	Маленький	Большой	Средний			Маленький
Форма семянки	Широкояйцевидная	Удлинённая		Узкояйцевидная	Широкояйцевидная	Округлая
Толщина относительно ширины	Средней толщины					Толстая
Основная окраска семянки	Чёрная	Серая	Чёрная		Светло-коричневая	Чёрная
Семянка: краевые полоски	Сильно выражены		Слабо выражены			
Полоски между краями семянки	Сильно выражены	Слабо выражены	Сильно выражены	Слабо выражены		
Окраска полосок семянки	Серая					
Пятна на семенной кожуре	Отсутствуют					

Семянки линий были разной окраски: серой, светло-коричневой и чёрной, с серыми слабо и сильно выраженными полосками (рис. 3).

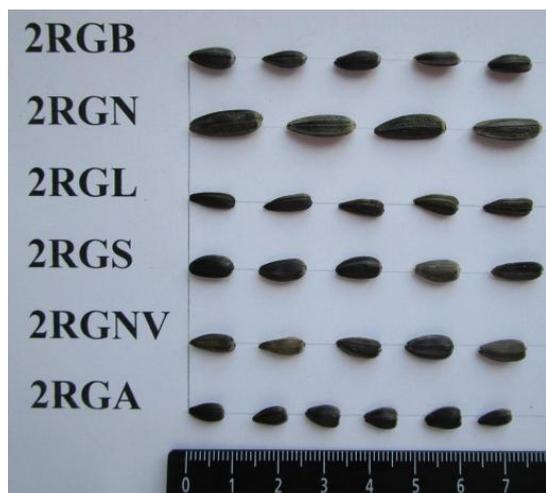


Рисунок 3 – Семянки устойчивых к расе G заразили линий подсолнечника: 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGS, 2RGNV, 2RGA, 2020 г. (ориг.)

Заключение. Полученные линии: 2RGB, 2RGN, 2RGL, 2RGS, 2RGNV, 2RGA, отличимы по ряду морфологических признаков друг от друга. Данные по характеристике устойчивых к расе G заразили линий могут быть использованы в селекционной практике при создании гибридов.

Благодарности. Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, грант №19-44-230025 «Генетический контроль устойчивости к расе G заразили у линий подсолнечника разного происхождения».

Список литературы

1. Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Стрельников Е.А., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А. Скрининг образцов культурного и дикорастущего подсолнечника на устойчивость к расе G заразили (*Orobanche cumana* Wallr.), распространяющейся на юге России // Наука Кубани. – 2016. – № 3. – С. 4–12.
2. Арасланова Н.М., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А., Антонова Т.С., Путинова Ю.В. Описание линий подсолнечника, устойчивых к расе G заразили // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 1 (181). – С. 38–41.
3. RTG/01/3 «Общее введение по испытанию на отличимость, однородность и ста-

бильность и составлению описаний» от 22.07.2002 г. № 12-06/52 // Официальный бюллетень Госкомиссии 2002. – № 6.

4. Höniges, A., Wegmann K., and A. Ardelean. *Orobanche* resistance in sunflower // *Helia*. – 2008. – 49. – P. 1–12.

5. Kaya Y. The situation of broomrape infestation, control methods in sunflower production area in Turkey // Third International Symposium on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Cordoba, Spain, 03 to 06 June 2014. – P. 10.

6. Imerovski I. Dimitrijevic A., Miladinovic D., Dedic B., Jocić S., Kocic Tubic N., Cvejic S. Mapping of a new gene for resistance to broomrape races higher than F // *Euphytica*. – 2015. – Vol. 209. – Is. 2. – P. 281–289. DOI 10.1007/s10681-015-1597.

7. Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Путинова Ю.В. Расовая принадлежность семян заразили (*Orobanche cumana* Wallr.), собранных на полях разных регионов РФ в 2019 году // *Аграрная наука*. – 2020. – Т. 339. – № 6. – С. 62–65.

8. Duca M. Current situation of sunflower broomrape in the Republic of Moldova // Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, 2014. Spain. – P. 44–50.

9. Pacureanu M. Current situation of sunflower broomrape in Romania // Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014. – P. 39–43.

10. Velasco L., Pérez-Vich B., Yassein A., Jan C., Fernández-Martínez J. M. Inheritance of resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in an interspecific cross between *Helianthus annuus* and *Helianthus debilis* subsp. *Tardiflorus* // *Plant Breeding*. – 2012. – Vol. 131. – Is. 1. – P. 220–221. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2011.01915.

11. Christov M. Contribution of interspecific hybridization to sunflower breeding // *Helia*. – 2012. – Vol. 35, No. 57. – P. 37–46. DOI: 10.2298/hel1257037c.

12. Cvejic S., Radanovic A., Dedic B., Jockocić M., Jocić S., Miladinovic D. Genetic and Genomic Tools in Sunflower Breeding for Broomrape Resistance // *Genes*. – 2020. – 11. – 152. DOI:10.3390/genes11020152.

13. Гучетль С.З., Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Челюстникова Т.А. Наследование устойчивости к расе G заразили (*Orobanche cumana* Wallr.) у новых линий подсолнечника

// Труды Кубанского аграрного университета. – 2019. – № 80. – С. 104–108.

14. Способ ускорения получения линии-донора устойчивости подсолнечника к расе G заразики (*Orobanche cumana* Wallr.) / Антонова Т.С. Арасланова Н.М., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А. Патент на изобретение 2720915 С1, 14.05.2020. Заявка № 2019124249 от 26.07.2019.

References

1. Antonova T.S., Araslanova N.M., Strel'nikov E.A., Guchetl' S.Z., Chelyustnikova T.A. Skrining obraztsov kul'turnogo i dikorastushchego podsolnechnika na ustoychivost' k rase G zarazikhi (*Orobanche sumana* Wallr.), rasprostranyayushcheysya na yuge Rossii // Nauka Kubani. – 2016. – № 3. – S. 4–12.

2. Araslanova N.M., Guchetl' S.Z., Chelyustnikova T.A., Antonova T.S., Pitinova Yu.V. Opisanie liniy podsolnechnika, ustoychivyykh k rase G zarazikhi // Maslichnye kul'tury. – 2020. – Vyp. 1 (181). – S. 38–41.

3. RTG/01/3 «Obshchee vvedenie po ispytaniyu na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost' i sostavleniyu opisaniyu» ot 22.07.2002 g. № 12-06/52 // Ofitsial'nyy byulleten' Goskomissii 2002. – № 6.

4. Höniges, A., Wegmann K., and A. Ardelean. Orobanche resistance in sunflower // *Helia*. – 2008. – 49. – P. 1–12.

5. Kaya Y. The situation of broomrape infestation, control methods in sunflower production area in Turkey // Third International Symposium on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Cordoba, Spain, 03 to 06 June 2014. – P. 10.

6. Imerovski I. Dimitrijevic A., Miladinovic D., Dedic B., Jocić S., Kocis Tubic N., Cvejic S. Mapping of a new gene for resistance to broomrape races higher than F // *Euphytica*. – 2015. – Vol. 209. – Is. 2. – P. 281–289. DOI 10.1007/s10681-015-1597.

7. Antonova T.S., Araslanova N.M., Pitinova Yu.V. Rasovaya prinadlezhnost' semyan zarazikhi (*Orobanche sumana* Wallr.), sobrannykh na polyakh raznykh regionov RF v 2019 godu // *Agrarnaya nauka*. – 2020. – T. 339. – № 6. – S. 62–65.

8. Duca M. Current situation of sunflower broomrape in the Republic of Moldova // Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, 2014. Spain. – P. 44–50.

9. Pacureanu M. Current situation of sunflower broomrape in Romania // Proc. of 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanche* spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain, 2014. – P. 39–43.

10. Velasco L., Pérez-Vich B., Yassein A., Jan C., Fernández-Martínez J. M. Inheritance of resistance to sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in an interspecific cross between *Helianthus annuus* and *Helianthus debilis* subsp. *Tardiflorus* // *Plant Breeding*. – 2012. – Vol. 131. – Is. 1. – P. 220–221. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2011.01915.

11. Christov M. Contribution of interspecific hybridization to sunflower breeding // *Helia*. – 2012. – Vol. 35, No. 57. – P. 37–46. DOI: 10.2298/hel1257037c.

12. Cvejic S., Radanovic A., Dedic B., Jockocić M., Jocić S., Miladinovic D. Genetic and Genomic Tools in Sunflower Breeding for Broomrape Resistance // *Genes*. – 2020. – 11. – P. 152. DOI: 10.3390/genes11020152.

13. Guchetl' S.Z., Antonova T.S., Araslanova N.M., Chelyustnikova T.A. Nasledovanie ustoychivosti k rase G zarazikhi (*Orobanche sumana* Wallr.) u novykh liniy podsolnechnika // *Tруды Кубанского аграрного университета*. – 2019. – № 80. – С. 104–108.

14. Sposob uskoreniya polucheniya liniidonora ustoychivosti podsolnechnika k rase G zarazikhi (*Orobanche cumana* Wallr.) / Antonova T.S. Araslanova N.M., Guchetl' S.Z., Chelyustnikova T.A. Patent na izobretenie 2720915 S1, 14.05.2020. Zayavka № 2019124249 ot 26.07.2019.

Получено/Received

13.04.2021

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

16.04.2021

Получено после доработки/Manuscript revised

16.04.2021

Принято/Accepted

13.05.2021

Manuscript on-line

02.07.2021