

# АНАЛИЗ ИДЕНТИЧНОСТИ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К РАСЕ G ЗАРАЗИХИ У НЕКОТОРЫХ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА В F<sub>1</sub>

## ANALYSIS OF IDENTITY OF GENES OF RESISTANCE TO BROOMRAPE RACE G IN SOME SUNFLOWER LINES F<sub>1</sub>

Гучетль С.З., Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Челюстникова Т.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр "Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта"»

350038, Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17  
E-mail: [saida.guchetl@mail.ru](mailto:saida.guchetl@mail.ru)

Guchetl S.Z., Antonova T.S., Araslanova N.M., Tchelyustnikova T.A.

Federal state budgetary scientific institution "Federal scientific center "V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil crops" 17 Filatova street, 350038, Krasnodar, Russia  
E-mail: [saida.guchetl@mail.ru](mailto:saida.guchetl@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

#### Актуальность

В последние несколько десятилетий из-за несоблюдения норм севооборота расообразование у заразики — злостного облигатного паразита подсолнечника — происходит нарастающими темпами. На протяжении нескольких лет создан ряд инцухт-линий разного происхождения, проявляющих иммунитет к одной из последних рас заразики — расе G. Контроль устойчивости у этих линий моногенный с неполным доминированием. Необходимо определить аллельность генов устойчивости у созданных линий для возможности комбинирования разных генов в одном генотипе подсолнечника.

#### Материал и методы

Материалом исследования служили линии подсолнечника — доноры устойчивости к расе G заразики: RG, RGP1, RGP2, RGB, RGL1, RGL2, RGM. Семена расы G заразики были собраны на полях Бокковского и Морозовского районов Ростовской области. Семь гибридов первого поколения от скрещиваний линий друг с другом получали в теплице и камере искусственного климата Бiotрон-5. Принудительное самоопыление проводили принятием во ВНИИМК методом, используя индивидуальные изоляторы из спанбонда. Гибридизацию проводили с использованием ручной кастрации. Растения тестировали в теплице на устойчивость и восприимчивость к заразики, применяя метод ранней диагностики А. Я. Панченко.

#### Результаты

В результате проведенных исследований было выявлено, что проявление признака устойчивости у растений F<sub>1</sub> такое же, как у их родительских форм. Такой тип наследования устойчивости в F<sub>1</sub>, то есть проявление признака как у обоих родителей, характерен для линий, обладающих идентичным геном. Однако и наличие двух разных доминантных генов устойчивости показали бы в первом поколении такой же результат. Поскольку у изучаемых линий признак устойчивости имеет доминантный характер, подтвердить, идентичен или нет ген резистентности у линий RG с RGP1, RG с RGM, RG с RGL1, RG с RGB, RGP2 с RGL2, RGM с RGL1, RGB с RGL1 позволит анализ потомств F<sub>2</sub>.

**Ключевые слова:** подсолнечник; заразики *Orobanche cumana*; устойчивость; раса G; тест на аллелизм; F<sub>1</sub>.

**Для цитирования:** Гучетль С.З., Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Челюстникова Т.А. Анализ идентичности генов устойчивости к расе G заразики у некоторых линий подсолнечника в F<sub>1</sub>. *Аграрная наука*. 2019; (9): 43–46.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-331-8-43-46>

### Введение

Подсолнечник — одна из важнейших масличных культур во всем мире. Сорное растение заразики (*Orobanche cumana* Wallr.) является облигатным паразитом подсолнечника. При облигатном паразитизме происходит сопряженная эволюция между растением-паразитом и его хозяином, в ходе которой у паразита совершенствуется способность преодолевать устойчивость возделываемых сортов и гибридов. В последние несколько

### ABSTRACT

#### Relevance

In the past few decades, the race formation of broomrape, a harmful obligate parasite of sunflower, has been increasing due to non-compliance with crop rotation standards. Over the course of several years, a number of inbreeding lines of various origin have been developed. They showed immunity to one of the last broomrape races, race G. The resistance control in these lines is monogenic with incomplete dominance. To be able to combine different genes in one sunflower genotype it is necessary to determine the allelism of resistance genes in the developed lines.

#### Material and methods

The sunflower lines served as the research material; it were the donors of resistance to the broomrape race G: RG, RGP1, RGP2, RGB, RGL1, RGL2, RGM. The seeds of the broomrape race G were collected in the fields of Bokovsky and Morosovsky districts of the Rostov region. Seven hybrids of first generation from crossbreeding lines with each other were obtained in greenhouse and in the artificial climate chamber Biotron-5. Forced self-pollination was carried out by the method customary in VNIIMK, using individual spunbond insulators. Hybridization was conducted by means of manual castration. The plants were tested in the greenhouse for resistance and susceptibility to broomrape, using the early diagnosis method of A.Ya. Panchenko.

#### Results

As a result of the research, it was found that the manifestation of the resistance trait in F<sub>1</sub> plants is the same as in their parent forms. This type of inheritance of resistance in F<sub>1</sub>, that is, the manifestation of the trait as in both parents, is typical for lines with an identical gene. However, the presence of two different dominant resistance genes would show the same result in the first generation. Since the resistance trait is dominant in the studied lines, the analysis of F<sub>2</sub> progeny will allow to confirm is the resistance gene identical or not for the lines RG with RGP1, RG with RGM, RG with RGL1, RG with RGB, RGP2 with RGL2, RGM with RGL1, RGB with RGL1.

**Key words:** sunflower; broomrape; *Orobanche cumana*; resistance; race G; test for allelism; F<sub>1</sub>

**For citation:** Guchetl S.Z., Antonova T.S., Araslanova N.M., Tchelyustnikova T.A. Analysis of identity of genes of resistance to broomrape race G in some sunflower lines F<sub>1</sub>. *Agrarian science*. 2019; (9): 43–46. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-331-8-43-46>

десятилетий из-за несоблюдения норм севооборота расообразование у заразики происходит нарастающими темпами и поля быстро засоряются семенами новых рас паразита. В настоящее время практически во всех районах южных регионов России поля в разной степени засорены семенами наиболее вирулентной расы G [1, 2]. Поэтому необходимо возделывать устойчивые к этой расе сорта и гибриды подсолнечника. Непрерывная селекция на устойчивость к этому растению-па-

разиту продолжается во всем мире на протяжении целого столетия [3, 4]. Существует постоянная необходимость поиска генотипов, обладающих иммунитетом к заразице, идентификации генов, контролирующих устойчивость, и изучения характера наследования признака для интрогрессии нужных генов в селекционно-ценный материал. Важно создавать для производства гибриды и сорта, несущие разные гены устойчивости к патогенам. Так обеспечивается долговременный иммунитет культуры и тормозится расообразование патогенов. В противном случае сроки появления и распространения новой, более вирулентной расы становятся все короче и селекционеры не успевают создавать устойчивые сорта и гибриды. В последние два десятилетия это наблюдается в случае с заразицей на подсолнечнике. Авторами данного исследования на протяжении нескольких лет создан ряд инцухт-линий разного происхождения, проявляющих иммунитет к расе G [5]. Показано, что контроль устойчивости у этих линий моногенный с неполным доминированием [6, 7]. Необходимо определить аллельность генов устойчивости (то есть, принадлежат ли данные аллели одному локусу или нет) у ранее созданных нами линий для возможности комбинирования разных генов в одном генотипе подсолнечника.

Цель данного исследования — получить гибриды между некоторыми новыми линиями-донорами устойчивости и провести анализ идентичности изучаемых генов в  $F_1$ .

### Материалы и методы

Материалом исследования служили созданные нами ранее [5–7] линии подсолнечника — доноры устойчивости к расе G заразицы: RG, RGP1, RGP2, RGB, RGL1, RGL2, RGM. Семена заразицы были собраны на полях Боковского и Морозовского районов Ростовской области. Идентификация их расовой принадлежности с помощью известных линий-дифференциаторов: Record 1–3 (C), S-1358 (D), P-1380 (E), LC1093 и P96 (F) показала, что семена собраны с растений расы G заразицы.

Гибриды первого поколения от скрещиваний линий друг с другом получали в теплице и камере искусственного климата Биотрон-5. Принудительное самоопыление проводили принятым во ВНИИМК методом, используя индивидуальные изоляторы из спанбонда [10]. Гибридизацию проводили с использованием ручной кастрации.

Растения тестировали в теплице на устойчивость и восприимчивость к заразице, применяя метод ранней диагностики А.Я. Панченко [9]. Инфекционный фон создавался внесением семян заразицы расы G в короба объемом 250 кг почвенно-песчаной смеси из расчета 200 мг на 1 кг смеси. Выращивали растения подсолнечника при температуре 25–27 °С и 16-часовом фотопериоде. Через 25–30 дней после появления всходов

Таблица 1.

Степень поражения устойчивых линий расой G заразицы

Генотип	Количество растений, шт.			Поражено растений, %	Степень поражения, шт.*
	всего	устойчивых	пораженных		
RG	10	10	0	0	0
RGP1	10	10	0	0	0
RGM	10	10	0	0	0
RGL1	10	10	0	0	0
RGB	10	9	1	10	1
RGP2	10	8	2	20	1
RGL2	10	9	1	10	1
Контроль	56	0	56	100	47

\*Степень поражения — среднее количество клубеньков заразицы на пораженное растение.

Таблица 2.

Поражение растений подсолнечника гибридных комбинаций  $F_1$  от попарного скрещивания устойчивых линий расой G заразицы

Комбинация скрещивания $F_1$	Количество растений, шт.			Поражено растений, %	Степень поражения, шт.
	всего	устойчивых	пораженных		
RG × RGP1	12	12	0	0	0
RG × RGM	9	9	0	0	0
RG × RGL1	9	7	2	22	1,0
RG × RGB	15	12	3	20	1,7
RGP2 × RGL2	11	9	2	18	1,0
RGM × RGL1	7	7	0	0	0
RGB × RGL1	12	12	0	0	0
Контроль	56	0	56	100	47,0

растения выкапывали и проводили учет клубеньков или побегов заразицы на их корнях. В качестве контроля был использован сорт ВНИИМК 8883, восприимчивый к современной расе O. ситана. Восприимчивыми считались растения, на корнях которых было обнаружено более 5 клубеньков или сформировавшихся побегов заразицы. Устойчивыми — на корнях которых было обнаружено не более двух клубеньков или сформировавшихся побегов заразицы. Растения подсолнечника с поражением корней до пяти клубеньков заразицы были определены как генотипы с неполной устойчивостью. Для определения степени поражения подсчитывали количество клубеньков заразицы на пораженное растение.

### Результаты и обсуждение

Перед проведением теста на аллелизм генов устойчивости у семи линий, десять растений каждой линии были предварительно оценены на устойчивость к расе G заразицы. Результаты поражения линий приведены в таблице 1.

В основном линии не поражались заразицей. Однако от 10 до 20% изученных растений подсолнечника линий RGB, RGP2 и RGL2 поразились паразитом со степенью 1. Растения подсолнечника с единичными особями заразицы на корнях, как правило, относят к устойчивым [10]. В предыдущих работах нами было показано, что контроль устойчивости у этих линий моногенный, с неполным доминированием [6, 7]. Указанные сведения позволяют нам отнести в разряд устойчивых к расе G заразицы ли-

нии RG, RGP1, RGP2, RGB, RGL1, RGL2, RGM, несмотря на единичное поражение отдельных растений.

В ходе проведения теста на аллелизм генов устойчивости были получены семь гетерозиготных поколений  $F_1$  от попарного скрещивания устойчивых линий друг с другом: RG  $\times$  RGP1, RG  $\times$  RGM, RG  $\times$  RGL1, RG  $\times$  RGB, RGM  $\times$  RGL1, RGB  $\times$  RGL1, RGP2  $\times$  RGL2. Было оценено на устойчивость к расе G заразики 7–15 растений каждой комбинации. Результаты поражения растений подсолнечника представлены в таблице 2.

Из испытанных семи комбинаций четыре (RG  $\times$  RGP1, RG  $\times$  RGM, RGM  $\times$  RGL1, RGB  $\times$  RGL1) были полностью устойчивы к поражению. У гибридной комбинации RG  $\times$  RGL1 поразило заразой 22% растений со степенью 1. У RGP2  $\times$  RGL2 — 18% растений со степенью 1. Наибольшая степень поражения наблюдалась у комбинации RG  $\times$  RGB. У нее поразило 20% растений со степенью 1,7. В общем количество пораженных паразитом гибридных растений и степень их поражения невелики. Это позволяет причислить данные растения подсолнечника к устойчивым, как было нами принято ранее.

Анализ результатов поражения устойчивых линий и их гибридных комбинаций расой G заразики показал, что степень поражения их заразой весьма схожа (таблица 1, таблица 2). Так, линии RG, RGP1, RGM и RGL1 не поражались заразой (таблица 1). На корнях гибридов этих линий (RG  $\times$  RGP1), (RG  $\times$  RGM), (RGM  $\times$  RGL1) и (RGB  $\times$  RGL1) также не было обнаружено ни одного клубенька или сформировавшегося побега заразики. У линий RGB, RGP2 и RGL2 10–20% растений поражались паразитом со степенью 1 (таблица 1). Гибриды  $F_1$ , родительскими формами которых выступали данные линии (RG  $\times$  RGL1), (RG  $\times$  RGB) и (RGP2  $\times$  RGL2), также с небольшой степенью поражались заразой (18–22% растений со степенью 1,0–1,7) (таблица 2).

Такой тип наследования устойчивости в  $F_1$ , то есть проявление признака как у обоих родителей, характерен для линий, обладающих идентичным геном. В том случае, если бы устойчивость носила рецессивный

характер, для установления аллельности генов резистентности к заразики достаточно было бы анализа наследования в  $F_1$ . Но, как показали предыдущие исследования, у изучаемых линий признак устойчивости имеет доминантный характер [6, 7]. В проводимых экспериментах тест на аллелизм усложняется, поскольку гибрид гомозиготных генотипов в любом случае будет иметь доминантный фенотип. Если обе доминантные мутации аллельны, то у такого гибрида не будет рецессивных аллелей, и все его потомство будет иметь доминантный фенотип. Если они неаллельны, то есть принадлежат к разным локусам, то у каждого из родителей один из двух локусов будет гомозиготен по доминантному аллелю, и эти аллели проявятся в потомстве. Таким образом, как наличие двух разных доминантных генов устойчивости, так и одного, показали бы в первом поколении одинаковый результат. Поэтому, подтвердить, идентичен или нет ген резистентности у линий RG с RGP1, RG с RGM, RG с RGL1, RG с RGB, RGP2 с RGL2, RGM с RGL1, RGB с RGL1 позволит лишь анализ потомств  $F_2$ .

### Заключение

В результате проведенных исследований, было выявлено что проявление признака устойчивости у растений  $F_1$  такое же, как у их родительских форм. Такой тип наследования устойчивости в  $F_1$ , то есть проявление признака как у обоих родителей, характерен для линий, обладающих идентичным геном. Однако и наличие двух разных доминантных генов устойчивости показали бы в первом поколении такой же результат. Поскольку у изучаемых линий признак устойчивости имеет доминантный характер, подтвердить идентичен или нет ген резистентности у линий RG с RGP1, RG с RGM, RG с RGL1, RG с RGB, RGP2 с RGL2, RGM с RGL1, RGB с RGL1 позволит анализ потомств  $F_2$ .

Поддержано грантом № 19-44-230025 Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Стрельников Е.А. [и др.]. Распространение высоковирулентных рас заразики *Orobanche cumana* Wallr., поражающей подсолнечник на юге Российской Федерации // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 6. С. 40–44.
2. Антонова Т.С., Стрельников Е.А., Гучетль С.З., Челюстникова Т.А. Расовое разнообразие заразики *Orobanche cumana* Wallr. на подсолнечнике в регионах Российской Федерации, Казахстана и Румынии // Наука Кубани. 2014. № 3. С. 16–22.
3. Svejić S., Dedić B., Jović S. [et al.]. Broomrape resistance in newly developed sunflower inbred lines // Proc. 18th Int. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina. Int. Sunfl. Assoc., Paris, France. 2012. P. 1037–1042.
4. Imerovski I., Dimitrijević A., Miladinović D. [et al.]. Mapping of a new gene for resistance to broomrape races higher than F // Euphytica. 2015. Vol. 209, I. 2. P. 281–289. DOI 10.1007/s10681-015-1597.
5. Антонова Т.С., Стрельников Е.А., Арасланова Н.М. [и др.]. Отбор на устойчивость к расе G заразики из расщепляющихся популяций подсолнечника в искусственных условиях выращивания / Т.С. Антонова, Е.А. Стрельников, Н.М. Арасланова, С.З. Гучетль, Т.А. Челюстникова // Масличные культуры-

ры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2017. № 3(171). С. 18–22.

6. Гучетль С.З., Антонова Т.С., Арасланова Н.М. Новые доноры устойчивости подсолнечника к расе G заразики: изучение наследования признака // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. № 4 (176). С. 3–8.

7. Guchetl S., Antonova T., Araslanova N., Tchelyustnikova T. Sunflower resistance to race G of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in the Russian Federation: the development of the lines and the study of inheritance // Helia. 2019. Published Online: 2019-03-08 | DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2019-0003>.

8. Гундаев А.И. Основные принципы селекции подсолнечника // Генетические основы селекции растений. М.: Наука, 1971. С. 417–465.

9. Панченко А.Я. Ранняя диагностика заразикустойчивости при селекции и улучшающем семеноводстве подсолнечника // Вестн. с.-х. науки. 1975. № 2. С. 107–115.

10. Aćimović M. Physiological races of *Orobanche cumana* Wallr. on sunflowers in Yugoslavia // Proc. of the 9-th Intern. Sunflower conference. 1980. Vol. 1. P. 162–168.

## REFERENCES

1. Antonova T.S., Araslanova N.M., Strelnikov E.A. [et al.]. The spreading of high-virulent broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) races, affecting sunflower in the South of Russian Federation // Russian Agricultural Sciences. 2012. № 6. P. 40–44. (In Russ.)
2. Antonova T.S., Strelnikov E.A., Guchetl S.Z., Tchelyustnikova T.A. Racial diversity of broomrape *Orobanche cumana* Wallr. On sunflower in the regions of the Russian Federation, Kazakhstan and Romania // Science of Kuban. 2014. № 3. P. 16–22. (In Russ.)
3. Cvejić S., Dedić B., Jović S. [et al.]. Broomrape resistance in newly developed sunflower inbred lines // Proc. 18th Int. Sunfl. Conf., Mar del Plata, Argentina. Int. Sunfl. Assoc., Paris, France. 2012. P. 1037–1042.
4. Imerovski I., Dimitrijević A., Miladinović D. [et al.]. Mapping of a new gene for resistance to broomrape races higher than F // Euphytica. 2015. Vol. 209, I. 2. P. 281–289. DOI 10.1007/s10681-015-1597.
5. Antonova T.S., Strelnikov E.A., Araslanova N.M. [et al.]. Selection for resistance to broomrape race G from segregating sunflower populations in artificial cultivation conditions // Scientific

and technical bulletin of All-Russia Research Institute of Oil Crops. 2017. № 3(171). P. 18–22. (In Russ.)

6. Guchetl S.Z., Antonova T.S., Araslanova N.M., Tchelyustnikova T.A. New donors of sunflower resistance to broom-rape race G: studying of a trait inheritance // Scientific and technical bulletin of All-Russia Research Institute of Oil Crops 2018. № 4 (176). P. 3–8. (In Russ.)
7. Guchetl S., Antonova T., Araslanova N., Tchelyustnikova T. Sunflower resistance to race G of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in the Russian Federation: the development of the lines and the study of inheritance // Helia. 2019. Published Online: 2019-03-08 | DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2019-0003>.
8. Gundaev A.I. The main principles of sunflower breeding. In: Genetic bases of plant breeding // M.: Science, 1971. pp. 417–465. (In Russ.)
9. Panchenko A.Ya. Early diagnosis of broomrape resistance during selection and improving sunflower seed production // Bulletin of Agricultural Science. 1975. No. 2. P. 107–115. (In Russ.)
10. Ačimovič M. Physiological races of *Orobanche cumana* Wallr. on sunflowers in Yugoslavia // Proc. of the 9<sup>th</sup> Intern. Sunflower conference. 1980. Vol. 1. P. 162–16.

## ОБ АВТОРАХ:

**Гучетль С.З.**, кандидат биологических наук  
<https://orcid.org/0000-0002-5033-2295>

**Антонова Т.С.**, доктор биологических наук

**Арасланова Т.М.**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Челюстикова Т.А.**, аналитик

## ABOUT THE AUTHORS:

**Guchetl S.Z.**, candidate of Biology Sc

**Antonova T.S.**, doctor of Biology Sc

**Araslanova N.M.**, candidate of agriculture Sc

**Tchelyustnikova T.A.**, analyst



**ФермаЭкспо**  
КРАСНОДАР

3-я Международная  
**ВЫСТАВКА**

оборудования, кормов и ветеринарной  
продукции **ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА,  
ПТИЦЕВОДСТВА И АКВАКУЛЬТУРЫ**



[farming-expo.ru](http://farming-expo.ru)

Организатор



Международная  
Выставочная  
Компания

+7 (861) 200-12-87

+7 (861) 200-12-34

[farmingexpo@mvk.ru](mailto:farmingexpo@mvk.ru)

**23-25**  
**октября 2019**

Краснодар, ул. Конгрессная, 1  
ВКК «Экспоград Юг»

ПРОГРАММА  
МЕРОПРИЯТИЙ 2019 ГОДА:**ФЕРМА.TECH**

образовательные семинары  
для животноводов

**ФЕРМА.SCHOOL**

мастер-классы  
для начинающих фермеров

**ФЕРМА.DEMO**

демонстрация оборудования  
для животноводства в действии

**АГРОТУР НА ФЕРМУ**

экскурсия на действующую ферму

**КРАЕВОЕ СОВЕЩАНИЕ**

по актуальным вопросам  
развития животноводства

**КОНФЕРЕНЦИИ**

по технологиям кормозаготовки  
и кормлению по проблемным темам  
в ветеринарии

**ВЫСТАВКА-КОНКУРС**

кроликов и породной птицы