ISSN pr. 2412–608X, ISSN on. 2412-6098
Масличные культуры.
Вып. 1 (201). 2025

Научная статья

УДК 631.52:633.854.78

DOI: 10.25230/2412-608X-2025-1-201-127-131

Простой межлинейный заразихоустойчивый гибрид подсолнечника Арсенал ОР

[1]Сергей Сергеевич Фролов
[1]Ирина Николаевна Фролова
[1]Николай Иванович Зайцев
[1]Иван Александрович Рахуба
[2]Яков Николаевич Демурин
[2]Наталья Николаевна Толмачёва
[2]Юлия Владимировна Чебанова
[2]Ольга Александровна Рубанова

[1]Армавирская опытная станция – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 352925, Краснодарский край, г. Армавир, пос. Центральной усадьбы опытной станции ВНИИМК
stanciya-vniimk@yandex.ru

[2]ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
genetic@vniimk.ru

Аннотация. Гибрид Арсенал ОР является результатом селекционно-генетической программы по созданию устойчивых к заразихе генотипов подсолнечника. Он представляет собой простой межлинейный гибрид, который обладает устойчивостью к заразихе расы G. Гибрид является гетерозиготным, а его отцовская линия ВК301 ОР гомозиготна по доминантному гену *Or*$_7$. Арсенал относится к среднеранней группе спелости и отличается высокой урожайностью, устойчивостью к комплексу рас ложной мучнистой росы и толерантностью к фомопсису. Период от всходов до физиологической спелости составляет 97 суток, масличность семянок – 46,8 %, урожайность – 3,97 т/га. Этот гибрид рекомендуется для выращивания в регионах, где распространены новые вирулентные расы заразихи.

Ключевые слова: селекция, генотип, линия, гибрид, устойчивость, заразиха, урожайность

Для цитирования: *Фролов С.С., Фролова И.Н., Зайцев Н.И., Рахуба И.А., Демурин Я.Н., Толмачёва Н.Н., Чебанова Ю.В., Рубанова О.А.* Простой межлинейный заразихоустойчивый гибрид подсолнечника Арсенал ОР // Масличные культуры. 2025. Вып. 1 (201). С. 127–131.

Simple interlinear broomrape-resistant sunflower hybrid Arsenal OR

[1]Frolov S.S., PhD in agriculture
[1]Frolova I.N., senior researcher
[1]Zaitsev N.I., doctor of agriculture
[1]Rakhuba I.A., junior researcher
[2]Demurin Ya.N., chief researcher, doctor of biology, professor
[2]Tolmacheva N.N., expert, PhD in biology
[2]Chebanova Yu.V., leading researcher, PhD in biology
[2]Rubanova O.A., senior researcher, PhD in biology

[1]Armavir experimental station – a branch of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
Central settlement of VNIIMK experimental station, Armavir, Krasnodar region, 352925, Russia
stanciya-vniimk@yandex.ru

[2]V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
17 Filatova street, Krasnodar, 350038, Russia
genetic@vniimk.ru

Abstract. The hybrid Arsenal OR is the result of a breeding and genetic program to develop broomrape-resistant sunflower genotypes. It is a simple interlinear hybrid resistant to the race G of broomrape. The hybrid is heterozygous and its paternal line VK301 OR is homozygous for the dominant gene *Or*$_7$. Arsenal belongs to the medium-early maturity group and is characterized by high yield, resistance to a complex of races of downy mildew and tolerance to stem blight. The period from germination to physiological maturity is 97 days, oil content of seeds – 46.8%, yield – 3.97 tons/ha. This hybrid is recommended for cultivation in regions where new virulent races of broomrape are spreading.

Key words: breeding, genotype, line, hybrid, resistance, broomrape, yield

Сегодня подсолнечник занимает четвертое место по объему производства среди масличных культур на глобальном рынке, в то время как в России и государствах Восточной Европы он лидирует в данной нише сельскохозяйственного производства [1; 2]. Высокая доходность подсолнечника обусловила рост посевных площадей. Так, в Российской Федерации в 2024 г., согласно данным Росстата, площади, отведённые под посевы подсолнечника, составили 9 794 тысячи гектаров. За последний пятилетний период площади выросли на 12 %, а с 2010 г. прирост составил 26 % [3].

Средняя урожайность этой культуры в нашей стране в 2024 г. составила 1,76 т/га, что значительно ниже потенциала урожайности современных сортов и гибридов, которая достигает 4,0–4,5 т/га [3; 4]. Для того чтобы достичь высоких урожаев, необходимо оптимизировать ключевые аспекты, влияющие на рост и развития растений. На сегодняшний день одной из основных проблем, препятствующих получению высоких урожаев подсолнечника не только в России, но и во многих других странах, где возделывается данная культура, является возникновение и распространение новых, более вирулентных рас заразихи [5; 6].

Заразиха (*Orobanche cumana* Wallr.) – цветковое растение, паразитирующее на корнях подсолнечника [7]. С момента первого сообщения о сильном заражении поля подсолнечника *O. cumana* в России в 1866 г. это растение начало распространяться в основных странах, производящих подсолнечник, за исключением Северной и Южной Америки [8].

Вследствие стремительного увеличения площадей под данной культурой, активного обмена семенным материалом, а также нарушения севооборота, расы этого растения-паразита широко распространились в мире. Так, раса F является наиболее распространенной в большинстве регионов Центральной Европы и Китае. В странах Восточной Европы наблюдается широкое разнообразие рас и увеличение доли более агрессивной расы G [5; 6]. Приводятся данные об обнаружении заразихи на подсолнечнике в таких африканских странах, как Тунис и Марокко [9]. Анализ ситуации на полях Российской Федерации за последние пятнадцать лет показал, что, несмотря на доминирование расы G, семена других, менее агрессивных рас E и F всё ещё присутствуют во многих регионах возделывания культуры [10].

В своём труде «Принципы и методы селекции растений» С. Бороевич подробно рассматривает четыре основных метода борьбы с патогенными микроорганизмами, из которых для селекционера имеет значение только один – создание устойчивых сортов и гибридов [11]. Таким образом, селекция генотипов, устойчивых к новым агрессивным расам заразихи, которые приводят к существенному снижению урожайности подсолнечника, имеет давнюю историю и сохраняет свою актуальность сегодня как в России, так и в мире.

В рамках селекционно-генетической программы создания высокопродуктивных гибридов подсолнечника, устойчивых к вирулентным расам заразихи, в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК был получен простой межлинейный гибрид Арсенал ОР (рис. 1 и 2).

а б

Рисунок 1 – Растение гибрида подсолнечника Арсенал ОР (АОС, 2022 г.):
а) фаза цветения;
б) фаза технической спелости

Формула гибрида: ВА760 А (ЦМС PET1) × ВК301 ОР (Rf). Гибрид подсолнечника Арсенал ОР является генетически близким аналогом классического гибрида Арсенал. Главное отличие от него – это устойчивость к заразихе расе G. Гибрид гетерозиготен, а его отцовская линия ВК301 ОР гомозиготна по доминантному гену Or_7, широко используемому в селекции подсолнечника на повышение иммунитета во ВНИИМК. Является высокоурожайным стабильным гибридом интенсивного типа.

Рисунок 2 – Корзинка гибрида подсолнечника Арсенал ОР в фазе технической спелости, АОС, 2022 г.

К преимуществам гибрида относится устойчивость к засухе и основным заболеваниям подсолнечника. Рекомендуемая густота стояния составляет 50–55 тысяч растений на гектар. Потенциальная урожайность в производственных условиях – 3,80 т/га.

По результатам конкурсного сортоиспытания урожайность в среднем за два года составила 3,79 т/га, превысив стандарт гибрид Натали на 0,12 т/га. Период всходы – физиологическая спелость 97 суток, что относит его к среднеранней группе спелости. Высота растений 184 см, масса 1000 семянок составила 53 г, масличность семянок 46,8 %, семян (ядер) – 61,8 %, лузжистость 26,9 % (табл. 1). Данный гибрид обладает устойчивостью к заразихе расы G, комплексу рас ложной мучнистой росы и фомопсису.

Регионы испытаний – Центрально-Черноземный (5), Северо-Кавказский (6), Средневолжский (7), и Уральский (9). Оригинатором гибрида Арсенал ОР является ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (100 %).

Для оценки устойчивости гибрида подсолнечника Арсенал ОР к заразихе в условиях ФТК ЦЭБ ВНИИМК был проведён опыт по методу Панченко А.Я. [12] в камере фитотрона. Оценку проходили четыре гибрида подсолнечника, в качестве стандарта устойчивости к заразихе расы G был взят гибрид СИ Честер, в качестве восприимчивого стандарта был выбран гибрид Факел и сорт ВНИИМК 8883 при двукратной повторности проведения опыта (табл. 2).

Линия-восстановитель фертильности пыльцы ВК301 ОР является отцовской формой гибрида Арсенал ОР, получена в результате введения гена *Or*$_7$, контролирующего резистентность к *O. cumana* (раса G), от линии RG путем двух беккроссов в линию ВК301, последующего инбридинга и отбора заразихоустойчивых генотипов. Линия ВК301 ОР является гомозиготной по доминантному гену *Or*$_7$, что подтверждается опытами по проращиванию семян в условиях жёсткого инфекционного фона в теплице АОС – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (рис. 3 и 4).

Таблица 1

Характеристика гибрида подсолнечника Арсенал ОР

АОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Армавир, 2021–2022 гг.

Генотип	Период всходы-физиологическая спелость, сутки	Высота растений, см	Масса 1000 семянок, г	Масличность, %	Урожайность, т/га	Сбор масла, т/га
Арсенал ОР	97	184	53	46,8	3,79	1,59
Натали (st)	97	193	47	47,5	3,67	1,57
Отклонение от стандарта	0	-9	+6	- 0,7	+0,12	- 0,02
$НСР_{05}$					0,29	

Таблица 2

Результаты оценки гибрида Арсенал ОР на устойчивость к заразихе в условиях камеры фитотрона

ЦЭБ ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар, 2022 г.

Генотип	Поражаемость, %	Степень поражения, шт. клубеньков/раст.
Арсенал ОР	91	4,3
СИ Честер	86	1,8
Факел	100	38,1
ВНИИМК 8883	100	30,2
$НСР_{05}$		7,8

а б

Рисунок 3 – Растение линии подсолнечника ВК301 ОР (АОС, 2022 г.):
а) фаза цветения;
б) фаза технической спелости

В среднем за два года период всходы – цветение составил 48 суток, высота растений – 98 см, масса 1000 семянок – 40 г, масличность – 48,7 %, урожайность – 1,1 т/га (табл. 3). Линия ВК301 ОР сур является генетически близким аналогом линии ВК301.

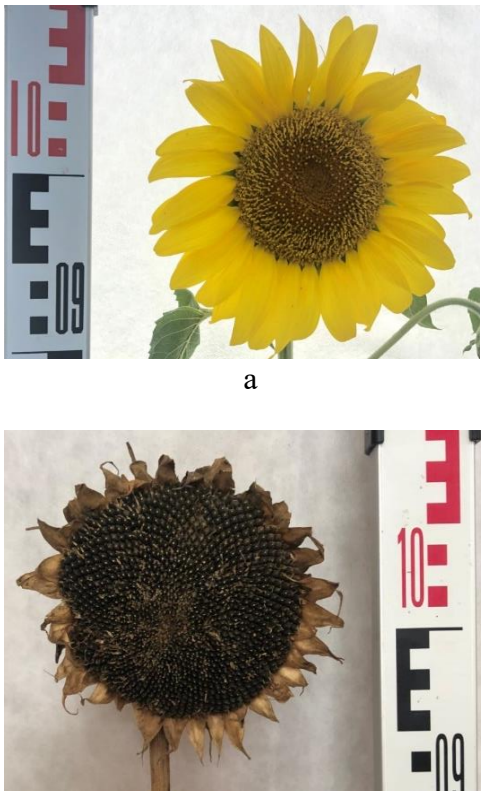
Оригинатором гибрида Арсенал ОР, а также линий ВА760 и ВК301 ОР является ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (100 %), данный гибрид предназначен для выращивания в регионах с распространением новых вирулентных рас заразихи.

Таблица 3

Характеристика линии-восстановителя фертильности пыльцы ВК 301 ОР

АОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Армавир, 2021–2022 гг.

Признак	Значение
Период всходы – цветение, сутки	48
Высота растений, см	98
Масса 1000 семянок, г	40,0
Масличность, %	48,7
Урожайность, т/га	1,1



а

б

Рисунок 4 – Корзинка линии подсолнечника ВК301 ОР (АОС, 2022 г.):
а) фаза цветения;
б) фаза технической спелости

Список литературы

1. *Tonev T.* [et al.]. Weed association dynamics in the sunflower fields // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2020. – T. 63. – P. 586–593.

2. *Hladni N., Miladinović D.* Confectionery sunflower breeding and supply chain in Eastern Europe // OCL. – 2019. – Vol. 26. – Art. No. 29. – 9 p. DOI: 10.1051/ocl/2019019.

3. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2024 году / Федеральная служба государственной статистики РФ: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/3EtJju (дата обращения: 05.02.2025).

4. *Хатнянский В.И., Децына А.А., Илларионова И.В.* Технология первичного семеноводства крупноплодного заразихоустойчивого сорта подсолнечника Казак // Масличные культуры. – 2024. – Вып. 1 (197). – С. 10–16.

5. *De Gramont C.B., Bellone S., Hernandez M.* [et al.]. Genetic diversity analysis of broomrape (*Orobanche cumana*) populations in sunflower growing areas in Europe // Proc. of 5th Intern. Symposium on Broomrape in Sunflower. – Antalya, Turkey, November 1–3, 2023. – P. 9.

6. *Chang M., Jan C.-C.* Resistance of wild *Helianthus* species to the prevailing Chinese broomrape (*Orobanche cumana* L.) races // Proc. of the 20th Intern. Sunfl. Conf. – Novi Sad, Serbia, June 20–23, 2022. – P. 118–121.

7. *Бейлин И.Г.* Цветковые паразиты и полупаразиты. – М.: Колос, 1968. – 68 с.

8. *Антонова Т.С.* Заразиха на подсолнечнике. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2018. – 58 с.

9. *M. Jocković, Jocić S., Cvejić S.* [et al.]. In the race with the broomrape – is there a winner? // Proc. of 5th Intern. Symposium on Broomrape in Sunflower. – Antalya, Turkey, November 1–3, 2023. – P. 13–14.

10. *Antonova T., Araslanova N., Iwebor M., Saukova S.* Evolution of O*robance cumana* Wallr. in intensive sunflower cultİvation in regions of Russian Federation // Proc. of 5th Intern. Symposium on Broomrape in Sunflower. – Antalya, Turkey, November 1–3, 2023. – P. 33–34.

11. *Бороевич С.* Принципы и методы селекции растений. – М.: Колос, 1984. – 344 с.

12. *Панченко А.Я.* Ранняя диагностика заразихоустойчивости при селекции и улучшающем семеноводстве подсолнечника // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1975. – № 2. – С. 107–115.

References

1. Tonev T. [et al.]. Weed association dynamics in the sunflower fields // Scientific Papers. Series A. Agronomy. – 2020. – T. 63. – P. 586–593.

2. Hladni N., Miladinović D. Confectionery sunflower breeding and supply chain in Eastern Europe // OCL. – 2019. – Vol. 26. – Art. No. 29. – 9 p. DOI: 10.1051/ocl/2019019.

3. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii v 2024 godu / Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki RF: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: https://clck.ru/3EtJju (data obrashcheniya: 05.02.2025).

4. Khatnyanskiy V.I., Detsyna A.A., Illarionova I.V. Tekhnologiya pervichnogo semenovodstva krupnoplodnogo zarazikhoustoychivogo sorta podsolnechnika Kazak // Maslichnye kul'tury. – 2024. – Vyp. 1 (197). – S. 10–16.

5. De Gramont C.B., Bellone S., Hernandez M. [et al.]. Genetic diversity analysis of broomrape (*Orobanche cumana*) populations in sunflower growing areas in Europe // Proc. of 5th Intern. Symposium on Broomrape in Sunflower. — Antalya, Turkey, November 1–3, 2023. – P. 9.

6. Chang M., Jan C.-C. Resistance of wild Helianthus species to the prevailing Chinese broomrape (*Orobanche cumana* L.) races // Proc. of the 20th Intern. Sunfl. Conf. – Novi Sad, Serbia, June 20–23, 2022. – P. 118–121.

7. Beylin I.G. Tsvetkovye parazity i poluparazity. – M.: Kolos, 1968. – 68 s.

8. Antonova T.S. Zarazikha na podsolnechnike. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2018. – 58 s.

9. M. Jocković, Jocić S., Cvejić S. [et al.]. In the race with the broomrape – is there a winner? // Proc. of 5th Intern. Symposium on Broomrape in Sunflower. – Antalya, Turkey, November 1–3, 2023. – P. 13–14.

10. Antonova T., Araslanova N., Iwebor M., Saukova S. Evolution of *Orobance cumana* Wallr. in intensive sunflower cultİvation in regions of Russian Federation // Proc. of 5th Intern. Symposium on Broomrape in Sunflower. – Antalya, Turkey, November 1–3, 2023. – P. 33–34.

11. Boroevich S. Printsipy i metody selektsii rasteniy. – M.: Kolos, 1984. – 344 s.

12. Panchenko A.Ya. Rannyaya diagnostika zarazikhoustoychivosti pri selektsii i uluchshayushchem semenovodstve podsolnechnika // Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. – 1975. – № 2. – S. 107–115.

Сведения об авторах

С.С. Фролов, канд. с.-х. наук
И.Н. Фролова, ст. науч. сотр.
Н.И. Зайцев, д-р с.-х. наук
И.А. Рахуба, мл. науч. сотр.
Я.Н. Демурин, гл. науч. сотр., д-р биол. наук, профессор
Н.Н. Толмачёва, эксперт, канд. биол. наук
Ю.В. Чебанова, вед. науч. сотр., канд. биол. наук
О.А. Рубанова, ст. науч. сотр., канд. биол. наук

Получено/Received
10.02.2025
Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed
19.02.2025
Получено после доработки/Manuscript revised
19.02.2025
Принято/Accepted
31.03.2025
Manuscript on-line
25.05.2025