

Научная статья

УДК 633.854.78:582.916.26

DOI: 10.25230/2412-608X-2022-4-192-12-19

К морфофизиологической коэволюции заразики (*Orobanche cuman*) и подсолнечника

Татьяна Сергеевна Антонова
Нина Михайловна Арасланова
Мария Вячеславовна Ивебор
Светлана Леонидовна Саукова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
antonova-ts@mail.ru

Аннотация. В ускорении морфофункциональной изменчивости заразики (*Orobanche cuman* Wallr.), цветкового растения-паразита из семейства Orobanchaceae, прослеживается влияние антропогенных факторов. Этот вид заразики – облигатный паразит подсолнечника. Непрерывная селекция культуры на иммунитет к заразики проводится в РФ уже более 100 лет. В течение последних 30 лет ускоренный возврат подсолнечника в севообороте на прежнее поле через 1–3 года (вместо научно обоснованных 8–10 лет) помимо быстрого появления новых рас заразики привёл к сильному засорению полей её семенами, обеспечив жёсткую конкуренцию между отдельными особями за получаемое питание от растения-хозяина. В этих условиях культивация междурядий в посевах подсолнечника, поражённых заразики, способствовала постоянному травмированию развивающихся стеблей многих особей паразита, что привело к снятию апикального доминирования одного побега у некоторых представителей этого вида заразики. Появились, впервые обнаруженные нами, кустистые формы с равноправным развитием из клубенька многих побегов. Для обеспечения питания множественных побегов потребовалось укрепление гаусториальной области растения-паразита, внешне проявляющееся как утолщение корня растения-хозяина под клубеньком. Такие утолщения не являются проявлением защитной реакции растения-хозяина, а вызваны изменениями гаусториальной области паразита и наблюдаются при поражении корней подсолнечника представителями широко распространённой в последнее десятилетие и ставшей доминирующей расы G *O. cuman*. Таким

образом, в совместной эволюции растения-паразита и его хозяина впервые нами обнаружены кустистые формы *O. cuman* и свойственное им изменение гаусториальной зоны, внешне проявляющееся в видимом утолщении корня подсолнечника в этой области.

Ключевые слова: *O. cuman*, клубень, множественные побеги, утолщение гаусториальной области корня, антропогенное происхождение

Для цитирования: Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Ивебор М.В., Саукова С.Л. К морфофизиологической коэволюции заразики (*Orobanche cuman*) и подсолнечника // Масличные культуры. 2022. Вып. 4 (192). С. 12–19.

UDC 633.854.78:582.916.26

To the morphophysiological co-evolution of the broomrape (*Orobanche cuman*) and sunflower

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

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

M.V. Iwebor, leading researcher, PhD in agriculture

S.V. Saukova, senior researcher, PhD in agriculture

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

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
antonova-ts@mail.ru

Abstract. The accelerated morphofunctional variability of *Orobanche cuman*, a flowering parasitic plant of the family Orobanchaceae, can be traced to the influence of anthropogenic factors. This broomrape species is an obligate parasite of sunflower. Continuous breeding of the crop for immunity to broomrape has been conducted in the Russian Federation for more than 100 years. In the last 30 years, the accelerated return of sunflower in crop rotation to the previous field in 1-3 years (instead of the scientifically justified 8–10 years) resulted in the rapid emergence of new races of broomrape and contamination of fields with its seeds, which provided intense competition between individuals for the nutrition received from the host plant. Under these conditions, inter-row cultivation in sunflower sowings infested by the broomrape contributed to permanent injury of developing stems of many individuals of the parasite, which led to the removal of apical dominance of one shoot in some species of the broomrape. There have appeared the bushy forms with equal development of many shoots from a tubercle, which were detected for the first time by us. Strengthening of the haustorial part of the parasitic plant, externally manifested as thickening of the host plant root under the tubercle, was required for feeding the multiple shoots. Such

thickening is not a defensive reaction of the host plant but is caused by changes in the haustorial area of the parasite and is observed when sunflower roots are affected by species of the race G of *O. cumana* that became widely spread and dominant during the last decade. Thus, in the co-evolution of the parasitic plant and its host, we first discovered bushy forms of *O. cumana* and their characteristic change in the haustorial zone, which is externally manifested by the visible thickening of the sunflower root in this area.

Key words: *O. cumana*, tubercle, multiple shoots, thickening of the haustorial area of a root, anthropogenic origin

Введение. Широко известный вид заразихи – *Orobanche cumana* Wallr., относится к семейству Orobanchaceae, все представители которого являются высокоспециализированными цветковыми растениями-паразитами. *O. cumana* – облигатный паразит подсолнечника, наносит ощутимый ущерб урожаям этой культуры в большинстве стран, где её возделывают [1–15]. Подсолнечник – важнейшая и основная масличная культура в Российской Федерации. Селекция на устойчивость его к поражению заразихой проводится здесь непрерывно уже более 100 лет.

Особенностью *O. cumana*, как и других видов заразих, является высокая плодовитость. В одном плоде-коробочке этого вида заразихи может сформироваться от 2000 до 5000 мельчайших пылевидных семян. Учитывая, что на стебле одного растения в наше время может образоваться до 100 цветков, то потенциал плодовитости одной особи паразита может составить 500 000 семян [16]. Такое огромное количество семян быстро накапливается в почве, засоряя поля, и от них трудно избавиться. При этом степень поражения восприимчивых к заразихе сортов и гибридов подсолнечника становится высокой, а возделывание культуры и вовсе нерентабельным.

Проблема засорения полей семенами заразихи усугубляется тем, что за последние три десятилетия в стране нарушены все нормы правильного обращения с землёй. Возврат подсолнечника на прежнее

поле происходит через 1–3 года вместо научно обоснованного севооборота (8–10 лет). Такая интенсификация возделывания этой культуры привела к тому, что в целом по Российской Федерации ежегодные площади под ней увеличились более чем в 4 раза, составив в 2021 г. 9 652 000 га, а укороченный севооборот способствовал (и продолжает способствовать!) сильному засорению полей семенами заразихи. Всё это послужило ускорению физиологической и морфологической изменчивости *O. cumana*. На протяжении двух последних десятилетий мы обнаруживаем на подсолнечнике помимо новых физиологических рас новые морфотипы *O. cumana*, не описанные ботаниками ранее.

Цель нашего исследования – обосновать некоторые новые, наследственно закрепившиеся морфофизиологические изменения у *O. cumana*.

Материалы и методы. Сотрудники лаборатории иммунитета ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК на протяжении многих лет проводят ежегодный мониторинг расовой структуры популяций *O. cumana* в регионах возделывания подсолнечника в РФ, собирая созревшие семена с растений паразита для определения их расовой принадлежности и использования при создании искусственных инфекционных фондов в селекции на устойчивость. В последние годы мы собираем семена наиболее вирулентной и доминирующей расы G заразихи в Волгоградской, Саратовской, Воронежской, Ростовской, Оренбургской областях и Краснодарском крае преимущественно на гибридах подсолнечника иностранной селекции с неполной устойчивостью к этой расе, но устойчивых ко всем предыдущим. Неполная устойчивость к расе G гибридов подсолнечника даёт возможность собрать её семена в чистом виде (без примеси семян других рас) для селекционных целей. Попутно с идентификацией расовой структуры популяций *O. cumana* наблюдаем полиморфизм представителей расы G.

В тепличных условиях создавали инфекционный фон из семян расы G зарази-хи и проверяли устойчивость к ней разных генотипов подсолнечника с наблюдением за состоянием гаусториаль-но-клубеньковой области на разных ста-диях развития паразита. Ранние фазы развития растений заразихи (начало фор-мирования клубенька и др.) на корнях подсолнечника наблюдали с использова-нием стереоскопического микроскопа по-сле отмывания поражённых корней у растений подсолнечника 30-дневного возраста.

Результаты и обсуждение. Исключи-тельно высокая интенсивность производ-ства семян у *O. cymana*, паразитирующей на подсолнечнике, свидетельствует о воз-растающем уровне жизнедеятельности этого облигатного паразита. Как отмечали ранее Э.С. Терёхин и З.И. Никитичева [17], в процессе структурной эволюции паразитных цветковых растений проис-ходит приспособление к новому способу функциональной активности, и метамор-фоз в их онтогенезе указывает на услож-нение организации. Обратимся к описанию вида растения *Orobanche cu-mana* Wallr., представленному в извест-ном труде «Флора СССР», т. 23, изданном АН СССР в 1958 г.: «... соцветие цилин-дрическое или продолговатое, много-цветковое . . . равное остальной части стебля или длиннее её . . .» [18]. Подразу-мевается, что часть стебля от основания до соцветия не имеет на себе цветков (го-лая) (рис. 1). Такие растения *O. cymana* классического типа во множестве наблю-даются в посевах подсолнечника по сей день. Вместе с тем внешний вид очень многих особей расы G *O. cymana* уже да-леко не соответствует этому описанию. Так, например, высока частота встречае-мости растений, у которых цветки распо-лагаются по всему стеблю (рис. 2), что, несомненно, способствует увеличению как семенной продуктивности отдельной

особи заразихи, так и репродуктивного потенциала вида *O. cymana* в целом.

O. cymana на протяжении прошлого сто-летия описывалась как высоко поли-морфный вид из-за свойственной ей тогда способности паразитировать на разных видах растений из разных семейств.



Рисунок 1 – Типичное растение *O. cymana* с оформленным колосовидным соцветием, нижняя часть стебля без цветков (ориг.)



Рисунок 2 – Отличающиеся от типичных растения *O. cymana* с расположением цветков по всему стеблю (ориг.)

Однако уже многие десятилетия она специализируется как облигатный парази-т подсолнечника, хотя по-прежнему не утратила способности поражать ряд дру-гих видов растений, например, томаты.

Так, в Израиле на поле, сильно засоренном семенами *O. cyma* в ходе многолетнего интенсивного возделывания подсолнечника, выращенные растения томатов в массе своей оказались поражены заразихой [12]. Здесь, в России мы также наблюдали случаи развития *O. cyma* на рассаде томатов и на одуванчике лекарственном, выросших в теплице в почве, куда случайно попали семена заразихи.

Однако подчеркнём, что на протяжении последних двух десятков лет высокий полиморфизм *O. cyma* наблюдается не на разных видах растений, а на одном и том же виде растения-хозяина – на подсолнечнике [16]. Мы связываем это с антропогенным воздействием, ускоряющим эволюционную изменчивость этого растения-паразита.

Интенсификация возделывания подсолнечника на протяжении трёх последних десятилетий с повсеместным засорением полей семенами заразихи, способными сохранять всхожесть (находясь в почве) до 20 лет [16] обеспечила сильную конкуренцию между особями паразита за питание, получаемое от растения-хозяина. Особи заразихи, располагающиеся на корнях растения-хозяина ближе к месту ответвления их от главного корня, имеют преимущество в получении метаболитов подсолнечника по сравнению с особями, отстоящими дальше на этом же корне. Проростки семян последних, проникнув в корень и сформировав гаусторий, могут и погибнуть, не получая достаточного питания, чтобы образовать клубёнок, из которого в дальнейшем должен вырасти стебель заразихи. Очевидно, на этом этапе должна включаться изменчивость функциональной и анатомо-морфологической составляющих гаусториально-клубеньковой области, работающая на выживаемость отдельной особи паразита, а в целом обеспечивающая размножение и сохранение вида. Обилие семян заразихи в почве ведёт к высокой степени инфицирования растений под-

солнечника. Конкуренция между особями заразихи за выживание на одном и том же растении-хозяине должна была привести к усилению метаболизма на ранних стадиях развития, к изменению физиологической и анатомо-морфологической составляющих гаусториально-клубеньковой области. Это мы и наблюдаем в настоящее время у представителей расы G заразихи. Внешне изменения гаусториальной области выглядят как утолщение корня подсолнечника под сформированным клубеньком (рис. 3 а, б, в).

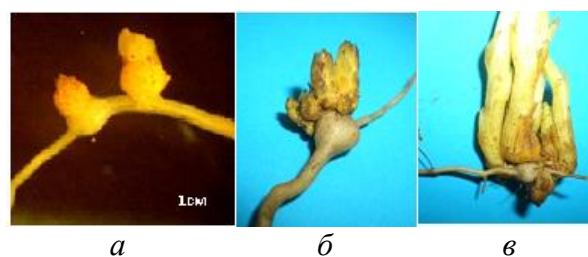


Рисунок 3 (а, б, в) – Утолщения корня подсолнечника в гаусториальной области заразихи:

а – клубёнок справа – типичный, не имеет под собой утолщения; б, в – кустистый морфотип особей расы G, развивающийся из одного клубенька (ориг.)

Как видно из рисунка 3а, в природе по-прежнему встречаются и особи паразита, не вызывающие утолщение корня. Но несомненно в эволюционном плане более выигрышное положение в конкуренции за питание, получаемое от растения-хозяина, занимают особи, способные быстро формировать многоклеточный гаусторий с более мощной собственной сосудистой системой. Это важный момент, так как применяемая повсеместно культивация междурядий посевов подсолнечника часто приводит к механическому травмированию стебля и клубенька заразихи, что, по нашему мнению, со временем привело к снятию апикального доминирования одного побега, развивающегося из клубенька. Из клубенька *O. cyma* обычно развиваются 1–2 побега с доминированием первого. В посевах же подсолнечника

в полях, где преобладает засорение семенами расы G заразихи, в настоящее время часто наблюдаются множественные побеги *O. cymata*, вырастающие из одного клубенька (рис. 4), и мощное утолщение под ними корня растения-хозяина в области гаусториальной зоны паразита (рис. 3 б, в). Можно бы предположить, что это утолщение представляет собой разрастание тканей самого корня вокруг гаусториальной зоны паразита и является защитной реакцией растения-хозяина на его внедрение. Однако в наших экспериментах у восприимчивых генотипов подсолнечника при выращивании их в тепличных условиях на инфекционном фоне семян расы G заразихи также наблюдались такие утолщения корней в области гаусториальной зоны паразита. Следовательно, этот признак связан со свойствами особей расы G заразихи.



Рисунок 4 – Морфотип *O. cymata* – кустистая форма, справа извлечённый из почвы куст, стрелкой указан единственный клубень, от которого отходят все побеги (ориг.)

Очевидно, что в таком случае причиной утолщения корня растения-хозяина может быть разрастание гаустории паразита внутри корня, и это свойственно особям заразихи, эволюционно наиболее продвинутым. Действительно, чтобы обеспечить равноправное развитие мно-

жественных побегов и образование ими семян, гаусториальная область паразита должна была претерпеть изменения, которые способствовали бы её укреплению и полноценному развитию всех побегов заразихи, исходящих из одного и того же клубенька.

На примере *O. cymata*, паразитирующей на подсолнечнике, можно проследить, что особенности функциональной и морфологической организации, обеспечивающие существование и воспроизведение особи, популяции и вида в целом, подвержены воздействию антропогенных факторов в описываемом нами конкретном случае.

Многие растения заразихи (*O. cymata*) при производстве подсолнечника подвергаются травмированию во время культивации междурядий посевов от сорняков. Рассматривая травмирование на протяжении многих лет как антропогенный фактор, наблюдаем изменения в морфофизиологической организации современных особей заразихи, паразитирующей на подсолнечнике. Это повлекло за собой необходимость изменения метаболизма в направлении обеспечения дополнительного притока питательных веществ, получаемых от растения-хозяина, и укрепления гаусториальной области паразита. В настоящее время мы уже не можем описывать растение *O. cymata* только как 1–2-стебельное. Равноправными членами популяций этого вида на подсолнечнике стали впервые описываемые нами довольно часто встречающиеся кустистые формы (рис. 5), когда из одного клубенька вырастают несколько стеблей (мы насчитывали до 50 штук), каждый из которых формирует полноценные репродуктивные органы и семена. По-видимому, таксономическое описание вида *O. cymata*, сделанное в прошлом веке, нуждается в дополнениях, которые описывали бы состоявшиеся за последние три десятилетия под действием антропо-

генных факторов морфофункциональные изменения у паразита, специализирующегося на подсолнечнике в наши дни.



Рисунок 5 – Кустистые (см. стрелки) и одностебельные формы *O. cumana*, выросшие на одном растении подсолнечника, Саратовская область, 2019 г. (ориг.)

Описанные изменения у заразики, паразитирующей на подсолнечнике, можно дополнить и некоторыми другими новыми признаками. Однако в данной работе мы не ставили это своей целью.

Заключение. Описанные эволюционные изменения гаусториально-клубеньковой области облигатного паразита подсолнечника *O. cumana* состоялись под воздействием факторов антропогенного происхождения. Первый фактор – это долговременное бесконтрольное выращивание подсолнечника при коротком севообороте, что вызвало сильное повсеместное засорение полей семенами заразики, обеспечив жёсткую конкуренцию между отдельными особями паразита за получаемое питание от растения-хозяина. Второй фактор, неразрывно связанный с первым, – это культивация междурядий посевов подсолнечника от сорняков. Постоянное применение культивации в посевах, поражённых заразой, привело к снятию апикального доминирования одного побега у отдельных особей паразита и формированию

множественных побегов из одного клубенька. Это повлекло за собой укрепление гаусториальной области в ходе ускорившейся морфофункциональной изменчивости клубенька. Утолщения корней подсолнечника в гаусториальной области заразики не являются защитной реакцией растения-хозяина, а вызваны изменениями в гаустории паразита, свойственными представителям широко распространившейся в последнее десятилетие и ставшей доминирующей расы G *O. cumana*. Таким образом, в совместной эволюции растения-паразита и его хозяина впервые нами обнаружены кустистые формы *O. cumana* и свойственное им изменение гаусториальной зоны, внешне проявляющееся в видимом утолщении корня подсолнечника в этой области.

Список литературы

1. Amri M.Z., Abbes S., Ben Youssef M., Bouchadida H., Ben Salach Kharrat M. Detection of the parasitic plant *Orobanchе cumana* on sunflower in Tunisia // Afr. J. Biotechnol. – 2012. – No 11. – P. 4163–4167.
2. Kaya Ya. Current situation of sunflower broomrape around the world // Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanchе* spp.) in sunflower. Cordoba, Spain. – 2014. – P. 9–18.
3. Ma D.T. and Jan C.C. Distribution and race composition of sunflower broomrape (*Orobanchе cumana* Wallr.) in Northern China // Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (*Orobanchе* spp.) in sunflower. Cordoba, Spain. – 2014. – P. 65–69.
4. Fernández-Martínez J., Pérez-Vich B., Velasco L. Sunflower broomrape (*Orobanchе cumana* Wallr.) // In: Sunflower. – AOCS Press: Urbana, IL, USA, 2015. – P. 129–155.
5. Molinero-Ruiz L., Delavault P., Perez-Vich B., Pacureanu-Joita M., Bulos M., Altieri E., Dominguez J. History of the race structure of *Orobanchе cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review // Spanish journal of Agricultural Research. – 2015. – 13 (4) e10R01. – 19 pp. DOI: 10.5424/sjar/2015134-8080.
6. Risnoveanu L., Joita-Pacureanu M.J., Anton F.G. The virulence of broomrape (*Oro-*

banche cumana Wallr.) in sunflower crop in Braila area, in Romania // *Helia*. – 2016. – 39. – P. 189–196.

7. Martín-Sanz A., Malek J., Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L. Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity // *Front. Plant Sci.* – 2016. – 7. – P. 589.

8. Maklik E., Kyrychenko V.V., Pacureanu M.J. Race composition and phenology of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Ukraine // *Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower*, Bucharest, Romania, July 2–4, 2018. – P. 67–78.

9. Zhang X., Zheng C., Wang M., An Y., Zhao S., Jan C.C. Identification of broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) biotypes in the main sunflower growing areas of China // *Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower*, Bucharest, Romania, July 2–4, 2018. – P. 19–22.

10. Duca M., Clapco S., Nedelcov M., Dencicov L. Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanche cumana* Wallr. in the Republic of Moldova // *OCL*. – 2019. – 26. – P. 3.

11. Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Путинова Ю.В. Расовая принадлежность семян заразики (*Orobanche cumana* Wallr.), собранных на полях разных регионов РФ в 2019 году // *Аграрная наука*. – 2020. – 339 (6). – С. 62–65.

12. Dor E., Plakhine D., Joel D.M., Larose H., Westwood J.H., Smirnov E., Ziadna H., Hershenhorn J. A new race of sunflower broomrape (*Orobanche cumana*) with a wider host range due to changes in seed response to strigolactones // *Weed Sci.* – 2020. – 68 (2). – P. 137–142. DOI: 10.1017/wsc.2019.73.

13. Chabaud M., Folletti T., Boniface M., Pérez-Vich B., Legendre A., Delavault Ph., Simier Ph., Pouvreau J., Velasco L. & Muñoz S. Resistances to *Orobanche cumana* by exploiting *Helianthus* genetic diversity // *Proceedings of the 20th International Sunflower Conference*, Novi Sad, Serbia, June 20–23, 2022. – P. 73.

14. Dedic B., Radeka I., Jovic S., Miladinovic D., Cvejic S., Jockovic M., Radanovic A., Miklic V. Sunflower broomrape – update on virulence in Serbia // *Proceedings of the 20th International Sunflower Conference*, Novi Sad, Serbia, 20–23 June, 2022. – P. 164.

15. Duca M., Clapco S., Gisca I., Cucereavii A., Martea R., Wang C. Aggressiveness of broomrape populations infesting sunflower in different countries // *Proceedings of the 20th International Sunflower Conference*, Novi Sad, Serbia, 20–23 June, 2022. – P. 257.

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

17. Терёхин Э.С., Никитичева З.И. Постсеменное развитие паразитных Angiospermae. Метаморфоз // *Ботанический журнал*. – 1968. – 53 (1). – С. 39–57.

18. Новопокровский И.В., Цвелёв Н.Н. Семейство *Orobanchaceae*. – Флора СССР, 1958. – XXIII. – С. 19–115.

References

1. Amri M.Z., Abbes S., Ben Youssef M., Bouchadida H., Ben Salach Kharrat M. Detection of the parasitic plant *Orobanche cumana* on sunflower in Tunisia // *Afr. J. Biotechnol.* – 2012. – No 11. – P. 4163–4167.

2. Kaya Ya. Current situation of sunflower broomrape around the world // *Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobanche spp.) in sunflower*. Cordoba, Spain. – 2014. – P. 9–18.

3. Ma D.T. and Jan C.C. Distribution and race composition of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in Northern China // *Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobanche spp.) in sunflower*. Cordoba, Spain. – 2014. – P. 65–69.

4. Fernández-Martínez J., Pérez-Vich B., Velasco L. Sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) // In: *Sunflower*. – AOCS Press: Urbana, IL, USA, 2015. – P. 129–155.

5. Molinero-Ruiz L., Delavault P., Perez-Vich B., Pacureanu-Joita M., Bulos M., Altieri E., Dominguez J. History of the race structure of *Orobanche cumana* and the breeding of sunflower for resistance to this parasitic weed: A review // *Spanish journal of Agricultural*

Research. – 2015. – 13 (4) e10R01. – 19 pp. DOI: 10.5424/sjar/2015134-8080.

6. Risnoveanu L., Joita-Pacureanu M.J., Anton F.G. The virulence of broomrape (*Orobanchе cumana* Wallr.) in sunflower crop in Braila area, in Romania // *Helia*. – 2016. – 39. – P. 189–196.

7. Martín-Sanz A., Malek J., Fernández-Martínez J.M., Pérez-Vich B., Velasco L. Increased virulence in sunflower broomrape (*Orobanchе cumana* Wallr.) populations from Southern Spain is associated with greater genetic diversity // *Front. Plant Sci.* – 2016. – 7. – P. 589.

8. Maklik E., Kyrychenko V.V., Pacureanu M.J. Race composition and phenology of sunflower broomrape (*Orobanchе cumana* Wallr.) in Ukraine // *Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower*, Bucharest, Romania, July 2–4, 2018. – P. 67–78.

9. Zhang X., Zheng C., Wang M., An Y., Zhao S., Jan C.C. Identification of broomrape (*Orobanchе cumana* Wallr.) biotypes in the main sunflower growing areas of China // *Proceedings of the 4th International Symposium on Broomrape in Sunflower*, Bucharest, Romania, July 2–4, 2018. – P. 19–22.

10. Duca M., Clapco S., Nedelcov M., Dencicov L. Influence of environmental conditions on the virulence and distribution of *Orobanchе cumana* Wallr. in the Republic of Moldova // *OCL*. – 2019. – 26. – P. 3.

11. Antonova T.S., Araslanova N.M., Pitinova Yu.V. Rasovaya prinadlezhnost' semyan zarazikhi (*Orobanchе cumana* Wallr.), sobrannykh na polyakh raznykh regionov RF v 2019 godu // *Agrarnaya nauka*. – 2020. – 339 (6). – C. 62–65.

12. Dor E., Plakhine D., Joel D.M., Larose H., Westwood J.H., Smirnov E., Ziadna H., Hershenhorn J. A new race of sunflower broomrape (*Orobanchе cumana*) with a wider host range due to changes in seed response to strigolactones // *Weed Sci.* – 2020. – 68 (2). – P. 137–142. DOI: 10.1017/wsc.2019.73.

13. Chabaud M., Folletti T., Boniface M., Pérez-Vich B., Legendre A., Delavault Ph., Simier Ph., Pouvreau J., Velasco L. & Muños

S. Resistances to *Orobanchе cumana* by exploiting *Helianthus* genetic diversity // *Proceedings of the 20th International Sunflower Conference*, Novi Sad, Serbia, June 20–23, 2022. – P. 73.

14. Dedic B., Radeka I., Jovic S., Miladinovic D., Cvejic S., Jockovic M., Radanovic A., Miklic V. Sunflower broomrape – update on virulence in Serbia // *Proceedings of the 20th International Sunflower Conference*, Novi Sad, Serbia, June 20–23, 2022. – P. 164.

15. Duca M., Clapco S., Gisca I., Cucereavii A., Martea R., Wang C. Aggressiveness of broomrape populations infesting sunflower in different countries // *Proceedings of the 20th International Sunflower Conference*, Novi Sad, Serbia, 20–23 June, 2022. – P. 257.

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

17. Terekhin E.S., Nikiticheva Z.I. Postsemennoe razvitie parazitnykh Angiospermae. Metamorfoz // *Botanicheskiy zhurnal*. – 1968. – 53 (1). – S. 39–57.

18. Novopokrovskiy I.V., Tsvelev N.N. Semeystvo Orobanchaceae. – Flora SSSR, 1958. – XXIII. – S. 19–115.

Сведения об авторах

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

Н.М. Арасланова, вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук

М.В. Ивевор, вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук

С.Л. Саукова, ст. науч. сотр., канд. биол. наук

Получено/Received

26.10.2022

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

31.10.2022

Получено после доработки/Manuscript revised

02.11.2022

Принято/Accepted

11.11.2022

Manuscript on-line

30.12.2022