

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-84-88>
УДК 635.54:631.524.86

Т.Ю. Полянина, И.В. Смирнова,
О.М. Вьютнова, Е.А. Евсеева,
Н.А. Ратникова, И.А. Новикова

Ростовская овощная опытная станция по
цикории – филиал ФГБНУ ФНЦО
152130, Россия, Ярославская область,
Ростовский район, с.Деревни

Конфликт интересов: Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы в равной доле
участвовали в написании статьи.

Для цитирования: Полянина Т.Ю., Смирнова
И.В., Вьютнова О.М., Евсеева Е.А., Ратникова
Н.А., Новикова И.А. Генетические источники
цикория корневого для селекции на устойчи-
вость к корневым гнилям. *Овощи России*.
2021;(3):84-88.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-84-88>

Поступила в редакцию: 04.02.2021

Принята к печати: 07.06.2021

Опубликована: 25.06.2021

Tatyana Yu. Polyana,ina,
Irina V. Smirnova, Olga M. Vyutnova,
Elena A. Evseeva,
Natalya A. Ratnikova, Irina A. Novikova

Rostov Vegetable experimental station on chicory –
Branch of the FSBSI FSVC
Derevni v., Rostov district, Yaroslavl region, Russia,
152130

Conflict of interest. The authors declare
no conflict of interest.

Authors' Contribution: All authors contributed
equally to the writing of the article.

For citations: Polyana,ina T.Yu., Smirnova I.V.,
Vyutnova O.M., Evseeva E.A., Ratnikova N.A.,
Novikova I.A. Genetic sources of resistance to
root rots chicory. *Vegetable crops of Russia*.
2021;(3):84-88. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-84-88>

Received: 04.02.2021

Accepted for publication: 07.06.2021

Accepted: 25.06.2021

Генетические источники цикория корневого для селекции на устойчивость к корневым гнилям



Резюме

Актуальность. Одна из существенных проблем в технологии получения корневого цикория – защита корнеплодов от поражения корневыми гнилями. Наиболее распространены поражения корнеплодов цикория различными патогенными видами грибов, вызывающими фомоз (*Phoma rostrupii* Sacc.), серую гниль (*Botrytis cinerea* (P.) Fr.J), мокрую бактериальную гниль (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.). Важное место в решении этой проблемы занимает выведение новых сортов, устойчивых к основным заболеваниям и адаптированных к условиям возделывания в почвенно-климатических условиях зоны цикоросеяния. Для этого необходимо, в первую очередь, определить круг сортов-доноров признака устойчивости к корневым гнилям, как в период вегетации культуры, так и во время длительного хранения.

Материал и методика исследований. В 2018-2020 годах были проведены исследования с целью оценки генисточников разного эколого-географического происхождения (в том числе на провокационном фоне) в условиях Нечерноземной зоны РФ и выделение из них доноров устойчивости к корневым гнилям. Исследования проводили на опытном поле Ростовской ОСЦ – филиале ФГБНУ ФНЦО.

Результаты. Исследования показали, что по поражаемости корнеплодов цикория корневыми гнилями образцы сильно отличались друг от друга, так Харпачи, Luxor не поражались ни на обычном, ни на провокационном фонах. Слабо поражались (менее 2%) на обоих фонах Петровский, Sleszka, Wixor. В наибольшей степени подвержены заражению возбудителями корневой гнили Французский, Albino, Wofnblane.

Ключевые слова: цикорий корневой, сохранность корнеплодов, *Phoma rostrupii*, *Botrytis cinerea*, *Erwinia carotovora*

Genetic sources of resistance to root rots chicory

Abstract

Relevance. One of the significant problems in the technology of obtaining root chicory is the protection of root vegetables from the defeat of root rots. The most common lesions of root vegetables chicory various pathogenic species of fungi causing phomosis (*Phoma rostrupii* Sacc.), gray rot (*Botrytis cinerea* (R.) Fr.J), wet bacterial rot (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.). An important place in solving this problem is the breeding of new varieties that are resistant to major diseases and adapted to the conditions of cultivation in the soil-climatic conditions of the chicory-seeding zone. This requires, first of all, to determine the range of donor varieties of the sign of resistance to root rots, both during the growing of culture, and during long-term storage.

Material and methods. In 2018-2020, studies were carried out to assess gene sources of different ecological and geographical origin (including against a provocative background) in the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation and to isolate donors of resistance to root rot from them. Research on the Rostov Vegetable experimental station on chicory.

Results. Studies have shown that the defeat of root vegetables chicory root rots genetic sources were very different from each other, so Harpachi, Luxor did not affect the root rots neither on the usual nor on provocative backgrounds.

Keywords: chicory root, chicory phomosis, preservation of root, *Phoma rostrupii*, *Botrytis cinerea*, *Erwinia carotovora*

Введение

Корневые гнили остаются серьезной глобальной угрозой продуктивности сельскохозяйственных культур. Они обычно вызываются более чем одним типом патогена и поэтому часто называются комплексом корневой гнили. Грибные и оомицетные виды являются преобладающими участниками комплекса, в то время как бактерии и вирусы, как известно, также вызывают корневую гниль [1].

Корневые гнили оказывают значительное влияние на мировое растениеводство [2]. В зависимости от причинного агента, восприимчивости хозяина и условий окружающей среды потери урожая могут варьировать от незначительно превышающих экономический порог до потери всего урожая [3-5]. Корневые гнили являются наиболее вредоносными болезнями и у цикория корневого. В неблагоприятные годы ими поражается до 40-50% корнеплодов, которые при приемке урожая на перерабатывающих предприятиях выбраковываются из зачетного веса и не оплачиваются. Таким образом, производители корнеплодов теряют до 50% прибыли [6,7].

Поэтому в технологии получения корневого цикория защита корнеплодов от поражения корневыми гнилями является одной из насущных проблем. Включение генетической устойчивости в возделываемые культуры считается наиболее эффективным и устойчивым решением для борьбы с корневыми гнилями [1]. Формирование генетических коллекций овощных культур по хозяйственно ценным признакам имеет важнейшее значение для будущего развития селекционной науки. Исходный материал для селекции играет главную роль в создании новых сортов и гибридов, устойчивых к корневым гнилям [8,9,10,11].

Наиболее распространены поражения корнеплодов цикория различными патогенными видами грибов, вызывающими фомоз (*Phoma rostrupii* Sacc.), серую гниль (*Botrytis cinerea* (P.) Fr.J), мокрую бактериальную гниль (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.)

Серая гниль (*Botrytis cinerea* (P.) Fr.J) относится к подклассу Eumycetes из группы Ascomycetes, везде рассматривается в настоящее время как самостоятельный вид. Грибница *Botrytis cinerea* состоит из бесцветных серо-оливковых гиф. От этих гиф отходят конидиеносцы в несколько ярусов. Конидии сидят в виде гроздей овальной формы. Серая гниль, в отличие от белой гнили, не наблюдается в траншеях и хранилищах с температурой ниже 0°C. В лабораторных условиях развивается от 1 до 2,5°C. Температурный минимум серой гнили лежит ниже 2°C. Оптимум – от 22 до 25°C. Максимум – 33°C. Активное образование грибницы происходит на корнеплодах цикория при температуре от 15 до 20°C. При более низких температурах обильное



Рис. 1. Растение цикория корневого сорт Spicak с признаками поражения корнеплода фомозом (*Phoma rostrupii* Sacc.)
Fig. 1. Plant of chicory cv. Spicak with signs of phoma rooting (*Phoma rostrupii* Sacc.)



Рис. 2. Цикорий корневого сорт Петровский с признаками поражения корнеплода мокрой бактериальной гнилью (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.)
Fig. 2. Chicory cv. Petrovskiy with signs of wet bacterial rot (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.)

образование грибницы и конидий идет замедленным темпом. Серая гниль относится к аэробным организмам [6,7].

Фомоз – возбудителем которого является гриб (*Phoma rostrupii* Sacc.), проявляется в нескольких формах: на всходах – корнеед, на листьях – зональная пятнистость, на стеблях – точечность, на корнеплодах – в виде гнили темно-коричневого цвета. Пораженная ткань корнеплодов сухая, нередко трухлявая, бурая. В больных тканях формируются полости, выстилаемые мицелием серо-белого цвета. Быстрому развитию инфекции благоприятствует высокая влажность и температурный режим 23...25°C.

Мокрую бактериальную гниль (рис.2) вызывают множественные виды бактерий, самыми опасными из них являются (*Erwinia carotovora* (Jones) Holt.) На пораженном корнеплоде можно заметить мокнущие пятна бурого или черного цвета. Вскоре пятна появляются на всем корнеплоде. Он размягчается, его консистенция становится слизистой с неприятным запахом. Развитию заболевания способствуют высокая температура и влажность воздуха, а также избыточный фон азотных удобрений, внесенных в период роста [6,7].

Селекции цикория корневого в области повышения устойчивости к корневым гнилям уделяется недостаточное внимание. Работы в данном направлении в России ведутся только на Ростовской станции по цикорию. Важное место в решении этой проблемы занимает выведение новых сортов, устойчивых к основным заболеваниям и адаптированных к условиям возделывания в почвенно-климатических условиях зоны цикоросеяния. Для этого необходимо в первую очередь определить круг сортов-доноров признака устойчивости к корневым гнилям как в период вегетации культуры, так и во время длительного хранения.

Материал и методы исследования

В 2018-2020 годах были проведены исследования с целью оценки генисточников разного эколого-географического происхождения (в том числе на провокационном фоне) в условиях Нечерноземной зоны РФ и выделение из них доноров устойчивости к корневым гнилям. Исследования проводили на опытном поле Ростовской ОСЦ – филиале ФГБНУ ФНЦО.

Исходным материалом для исследований послужили 25 генисточников цикория корневого разного эколого-географического происхождения (Чехия, Югославия, Польша, Франция, Бельгия, Голландия, Канада, Венгрия, Германия, Австрия, Россия).

Размеры и схемы размещения делянок отвечали ОСТ 4671-78 «Этапы селекции овощных культур» [12], «Методики полевого опыта» [13], «Методики опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» [14]. Коллекционный питомник закладывали

согласно «Методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов», рекомендованных ВИР [15].

Посевные качества семян определяли в соответствии с ГОСТ Р 52325-2005 [16].

Учетная площадь делянки составила 2,8 м² (ширина 1,4 м, длина – 2,0 м) без повторений.

Поражение корнеплодов и степень поражения корневыми гнилями определяли во время уборки и после хранения визуально в соответствии с Методическими указаниями по изучению и поддержанию мировых коллекций корнеплодов [15].

Посев цикория проводили вручную на гребнях с междурядьями 70 см при норме высева 300 тыс. шт. всхожих семян на гектар.

В течение вегетации осуществляли две ручные прополки с прореживанием.

Корнеплоды хранили в овощехранилище, где поддерживается температурный режим 2...30 С, образцы помещали в полиэтиленовые пакеты, снабженные этикетками. При хранении корнеплодов цикория корневого рекомендуется поддерживать влажность на уровне 85-90%.

Искусственно зараженный фон, согласно Методическими указаниями по изучению и поддержанию мировых коллекций корнеплодов [15], проводили путем внесения остатков растений, зараженных всеми указанными выше видами возбудителей болезней, собранных в предыдущую осень. Корнеплоды сохранили в бурте под укрытием проветренного торфа. Весной размельчили, смешали с торфом и равномерно распределили по обрабатываемому участку. Учет повреждаемости корнеплодов проводили при уборке и зимнем хранении.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований за три года по среднему показателю представлены в таблице 1.

Исследования показали, что по поражаемости корнеплодов цикория корневыми гнилями генисточники сильно отличались друг от друга. Так, на обычном фоне образцы Luxor и Харпачи вовсе не имели корнеплодов с признаками болезней, образцы Петровский, Sleszka, Wixor поражались слабо (менее 2%), в то время как Французский и Spisak были повреждены поражению сильно (20,4 и 21,7 %%, соответственно).

На провокационном фоне поражение корнеплодов корневыми гнилями увеличивалось.

Меньше всех страдали образцы Петровский (2,5%), Sleszka (2,5%), Rexor (3,0%), Харпачи (3,5%). Следует отметить, что образцы, сильно пораженные на обычном фоне, также сильно были подвержены заражению возбудителями корневой гнили и на провокационном фоне. В наибольшей

Таблица 1. Поражаемость корнеплодов цикория корневыми гнилями генисточников разного эколого-географического происхождения в условиях Нечерноземной зоны РФ
 Table 1. Infestation of chicory root of different ecological and geographical origin rot in the conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation

№ п/п	Наименование генисточника	Происхождение	Пораженность корневыми гнилями, %		
			на агрофоне	на провокационном фоне	в процессе зимнего хранения
1	Sleszka	Чехия	1,2	2,5	5,9
2	Spicak	Чехия	21,7	42,5	0,0
3	Bilogorka OS-2	Югославия	6,6	17,0	6,3
4	Bilogorka OS-3	Югославия	11,8	23,0	17,8
5	Подлуга Куявска	Польша	14,1	32,5	17,2
6	Поляновицка	Польша	3,3	5,5	16,7
7	Французский	Франция	20,4	39,5	28,4
8	TidWog	Франция	8,2	22,0	18,3
9	Berguce	Франция	4,3	9,5	4,4
10	Cassel	Франция	5,1	7,0	0,0
11	Orchies	Франция	3,4	7,0	2,7
12	Albino	Бельгия	16,1	39,5	31,0
13	Novira	Бельгия	8,3	20,0	11,2
14	Rexor	Голландия	2,5	3,0	1,2
15	Wixor	Голландия	1,7	8,0	13,6
16	Luxor	Голландия	0,0	0,0	0,0
17	Large Rooted	Канада	5,3	13,0	18,6
18	Харпачи	Венгрия	0,0	3,5	0,0
19	Магдебургский	Германия	10,7	31,0	17,4
20	Wonfblane	Голландия	15,7	45,5	38,1
21	Fredonia	Венгрия	11,0	25,0	30,0
22	Kaffeezichorie	Австрия	3,0	7,0	13,6
23	Dogarage	Австрия	4,0	9,0	7,1
24	Петровский	Россия	0,7	2,5	5,5
25	Ярославский	Россия	8,1	17,5	16,2

степени – Французский (39,5%), Albino (39,5%), Wonfblane (45,5%).

После длительного зимнего хранения установлено, что образцы Харпачи, Spicak, Luxor сохранились полностью, в то время как у образцов Французский, Fredonia, Albino, Wonfblane процент корнеплодов,

пораженных гнилями, был значительным и составил 28,4; 30,0; 31,0 и 33,1% соответственно.

Образцы Харпачи и Luxor проявили устойчивость к корневым гнилям как в период вегетации, так и во время хранения. Образец Французский являлся сильнопоражаемым. Spicak показал себя одним из

Таблица 2. Группировка генисточников корневого цикория по устойчивости к корневым гнилям в период вегетации на искусственном инфекционном фоне

Table 2. Grouping of genetic sources of root chicory by resistance to root rot during the growing season against an artificial infectious background

Группа по устойчивости к корневым гнилям	Генетические источники
Устойчивые (до 5%)	Sleszka, Петровский, Харпачи, Rexor, Luxor,
Среднеустойчивые (5-15%)	Cassel, Orchies, Kaffeezichorie, Wixor Dogarage, Berguce, Large Rooted
Восприимчивые (свыше 15%)	Bilogorka OS-3, Ярославский, Novira, TidWog, Bilogorka OS-2, Fredonia, Магдебургский, Подлуга Куявска, Albino, Французский, Wonfblane

лидеров по заражению возбудителями корневых гнилей во время вегетации, однако после перезимовки (при отборе на хранение растений, не пораженных во время вегетации) сохранился на 100%. Это обусловлено тем, что данный сорт отличается сильной поражаемостью аэробными видами гнилей во время вегетации и устойчив к поражению анаэробными видами во время хранения.

Провокационный фон является наиболее информативным для оценки устойчивости цикория корневого к комплексу патогенов и позволяет четко выявить различия между образцами по этому признаку. Многолетние исследования цикория корневого на провокационном фоне на устойчивость к корневым гнилям позволило объединить сортообразцы в группы устойчивых, среднеустойчивых и восприимчивых.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что устойчивые к корневым гнилям образцы являются ценными генетическими источниками для вовлечения их в селекционный процесс. Среднеустойчивые также могут быть включены в селекционные программы, поскольку

могут являться носителями ценных хозяйственных признаков, в составе их есть устойчивые биотипы. В дальнейшем эти популяции можно улучшить отбором в направлении повышения устойчивости. Восприимчивые исключаются из селекционного процесса.

Таким образом, как генисточники устойчивости к корневым гнилям в период вегетации нами выделены образцы: Харпачи, Sleszka, Wixor и Петровский, а после длительного хранения – Spicakj, Cassel, Luxor, Харпачи практически с нулевым значением пораженных корнеплодов. Указанные образцы обладают наследственными факторами устойчивости к указанным патогенам и поэтому являются донорами для дальнейшей селекционной работы по выведению новых сортов, устойчивых к негативному воздействию корневых гнилей. Кроме того, они отличаются высокими показателями товарности, урожайности и химико-технологическими свойствами, что подтвердилось в результате многолетнего изучения в коллекционном питомнике в условиях Нечерноземной зоны РФ.

Об авторах:

Татьяна Юрьевна Полянина – научный сотрудник, rossc2010@yandex.ru

Ирина Викторовна Смирнова – руководитель Ростовской овощной опытной станции по цикорию – филиала ФГБНУ ФНЦО

Ольга Михайловна Вьютнова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

Елена Александровна Евсеева – научный сотрудник

Наталья Алексеевна Ратникова – научный сотрудник

Ирина Александровна Новикова – научный сотрудник

About the authors:

Tatyana Yu. Polyaniina – Researcher, rossc2010@yandex.ru

Irina V. Smirnova – Head of the Rostov Vegetable Experimental Station on chicory - branch of FSBSI FSVС

Olga M. Vyutnova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher

Elena A. Evseeva – Researcher

Natalya A. Ratnikova – Researcher

Irina A. Novikova – Researcher

• Литература

- Williamson-Benavides B.A., Dhingra A. Understanding Root Rot Disease in Agricultural Crops. *Horticulturae*. 2021;(7):33. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020033>
- Kumari N., Katoch S. Wilt and Root Rot Complex of Important Pulse Crops: Their Detection and Integrated Management. In *Management of Fungal Pathogens in Pulses*. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2020. pp. 93–119.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. *Phytophthora Diseases Worldwide*. American Phytopathological Society (APS Press): St. Paul, MN, USA, 1996. ISBN 0890542120.
- Gaulin E., Jacquet C., Bottin A., Dumas B. Root rot disease of legumes caused by *Aphanomyces euteiches*. *Mol. Plant Pathol.* 2007;(8):539–548.
- Bodah E.T. Root rot diseases in plants: A review of common causal agents and management strategies. *Agric. Res. Technol. J.* 2017;(5):555661.
- Вильчик В.А. Цикорий. Ярославль, В-в Книжное издательство. 1982. С.8-11.
- Быковский Ю.А., Вьютнова О.М., Ратникова Н.А. Ag-Bion-2 против корневых гнилей цикория. Картофель и овощи. 2014;(12):14-15.
- Banga O., de Bruyn Y., Snicets L. Selections and carrots for caroterecotent. *Euphytica*. 1955;(4):183-189.
- Buishand Y., Babelman W. Genetical and plant breeding possibilities for improving the quality of vegetables. *Euphytica*. 1979;(28):611-632.
- Grassman H., Schninzler W., Habbeger R. Evaluation of different coloured carrot cultivars on antioxidative capacity based on their carotenoid and phenolic contents. *Int J Food Sci Nutr.* 2007 Dec;58(8):603-611. <https://doi.org/10.1080/09637480701359149>
- Laferriere L., Babelman W. Inheritance of color, total carotenoids, alpha-carotene and beta-carotene in carrots. *Proc.Amer. Soc. Hoke Sci.* 1968;(1):408-418;
- ОСТ 4671-78 Этапы селекции овощных культур.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1985.
- Белик Б.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. 2011.
- Методические указания ВИР. 1989.
- ГОСТ Р 52325-2005.

• References

- Williamson-Benavides B.A., Dhingra A. Understanding Root Rot Disease in Agricultural Crops. *Horticulturae*. 2021;(7):33. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020033>
- Kumari N., Katoch S. Wilt and Root Rot Complex of Important Pulse Crops: Their Detection and Integrated Management. In *Management of Fungal Pathogens in Pulses*. Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. 2020. pp. 93–119.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. *Phytophthora Diseases Worldwide*. American Phytopathological Society (APS Press): St. Paul, MN, USA, 1996. ISBN 0890542120.
- Gaulin E., Jacquet C., Bottin A., Dumas B. Root rot disease of legumes caused by *Aphanomyces euteiches*. *Mol. Plant Pathol.* 2007;(8):539–548.
- Bodah E.T. Root rot diseases in plants: A review of common causal agents and management strategies. *Agric. Res. Technol. J.* 2017;(5):555661.
- Vilchik V.A. *Chicory*. Yaroslavl, V-v Book Publishing house. 1982. p.8-11. (In Russ.)
- Bykovsky Yu. A., Vyutnova O. M., Ratnikova N. A. Ad-Bion-2 against chicory root rot. Potatoes and vegetables. 2014;(12):14-15. (In Russ.)
- Banga O., de Bruyn Y., Snicets L. Selections and carrots for caroterecotent. *Euphytica*. 1955;(4):183-189.
- Buishand Y., Babelman W. Genetical and plant breeding possibilities for improving the quality of vegetables. *Euphytica*. 1979;(28):611-632.
- Grassman H., Schninzler W., Habbeger R. Evaluation of different coloured carrot cultivars on antioxidative capacity based on their carotenoid and phenolic contents. *Int J Food Sci Nutr.* 2007 Dec;58(8):603-611. <https://doi.org/10.1080/09637480701359149>
- Laferriere L., Babelman W. Inheritance of color, total carotenoids, alpha-carotene and beta-carotene in carrots. *Proc.Amer. Soc. H. Sci.* 1968;(1):408-418;
- OST 4671-78 Stages of vegetable crop selection. (In Russ.)
- Dospikhov B.A. Methodology of field experience. M., Agropromizdat, 1985. (In Russ.)
- Belik B.F. Methodology of experimental business in vegetable growing and melon growing. 2011. (In Russ.)
- Methodological guidelines VIR. 1989. (In Russ.)
- GOST R 52325-2005. (In Russ.)