



ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К ФИТОФТОРОЗНОЙ КОЖИСТОЙ ГНИЛИ ЗЕМЛЯНИКИ ДЛЯ СРЕДНЕГО УРАЛА

✉ Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В.

*Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук*

Екатеринбург, Россия

✉ e-mail: sadovodnauka@mail.ru

Представлены результаты изучения гибридов земляники для дальнейшей селекции в период массового распространения заболеваний, способствующих недобору ягодной продукции, – серой и фитофторозной кожистой гнили ягод. Исследования выполнены в полевом опыте на Свердловской селекционной станции садоводства на коллекции живых растений открытого грунта в 2018–2021 гг. Объекты исследований – восемь элитных гибридов среднего и позднего сроков созревания, происходящих из семей: Соловушка × Totem, Соловушка × Dukat, Соловушка × Marmolada, Амулет × Marmolada. Контрольные сорта – Гейзер и Боровицкая. Изучение гибридов проведено в соответствии с общепринятыми методиками по комплексу хозяйственно ценных признаков и степени поражения грибной болезнью. В уральских условиях серая гниль отмечается почти ежегодно, фитофтора на ягодах – в отдельные годы. В благоприятные для развития фитофторы годы потери урожая у неустойчивых к заболеванию сортов среднего и среднепозднего сроков созревания могут быть значительными. На Среднем Урале болезнь наблюдают и на поздних сортах земляники. Установлено, что устойчивость к фитофторозной кожистой гнили контролируется полигенно при аддитивном влиянии нескольких генов и не зависит от рас возбудителя. Так как иммунитета у земляники к данному заболеванию нет, проведена работа с привлечением устойчивых сортов, выделенных при изучении в полевых условиях. В результате исследований выявлены устойчивые (с потерей урожая до 10%) среднеспелые гибриды 2-45-10 и 2-54-11, которые будут привлечены в селекционный процесс на признак устойчивости к фитофторозной кожистой гнили.

Ключевые слова: земляника, устойчивость, фитофторозная кожистая гниль, гибрид, источник

SOURCES OF STRAWBERRY RESISTANCE TO LATE BLIGHT LEATHERY ROT FOR THE MIDDLE URALS

✉ Nevostrueva E.Yu., Andreeva G.V.

*Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science
Yekaterinburg, Russia*

✉ e-mail: sadovodnauka@mail.ru

The results of the study of strawberry hybrids for further breeding in the period of mass spread of diseases contributing to the shortage of berry products - gray and late blight leathery rot of berries - are presented. The studies were carried out in a field experiment at the Sverdlovsk Horticultural Breeding Station on the collection of live plants in the open ground in 2018-2021. The objects of the study are eight elite hybrids of medium and late maturity, originating from the families Solovushka × Totem, Solovushka × Dukat, Solovushka × Marmolada, Amulet × Marmolada. The check varieties are Geyser and Borovitskaya. The hybrids were studied in accordance with the generally accepted methods for the complex of economically valuable characters and the degree of infestation by the

fungal disease. In the conditions of the Urals, gray rot is observed almost annually, and the late blight on berries - in some years. In the years favorable for the development of the late blight, yield losses in the varieties that are not resistant to the disease of medium and medium maturity dates can be significant. In the Middle Urals, the disease is also observed on the late varieties of strawberries. It was found that resistance to late blight leathery rot is controlled polygenetically through the additive effect of several genes and does not depend on the races of the pathogen. Since there is no immunity to this disease in strawberries, work was carried out with the use of resistant varieties isolated when studied in the field. As a result of the research the resistant (with yield loss up to 10%) medium-maturing hybrids 2-45-10 and 2-54-11 were identified, which will be involved in the breeding process for the trait of resistance to late blight leathery rot.

Keywords: strawberries; resistance, late blight leathery rot, hybrid, source

Для цитирования: Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В. Источники устойчивости к фитофторозной кожистой гнили земляники для Среднего Урала // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 80–85. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-9>

For citation: Nevostrueva E.Yu., Andreeva G.V. Sources of strawberry resistance to late blight leathery rot for the Middle Urals. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 80–85. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-9>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Исследования выполнены по государственному заданию НИОКР по направлению 4.1.2. Растениеводство, защита и биотехнология растений. Раздел 4.1.2.1 Поиск, сохранение, изучение генетических ресурсов растений и использование их в селекционном процессе при создании новых форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур. По теме «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам» (№ 0532-2021-0008).

Acknowledgments

The research was carried out under the state R&D assignment under the direction 4.1.2 Plant breeding, plant protection and biotechnology. Section 4.1.2.1 Search, preservation, study of plant genetic resources and their use in the breeding process to create new forms, varieties and hybrids of agricultural, medicinal and aromatic crops. On the topic "Development of competitive, high-yielding varieties of cereals, legumes, fodder, fruit and berry crops and potatoes of world-class on the basis of promising genetic resources resistant to bio- and abiotic factors" (№ 0532-2021-0008).

ВВЕДЕНИЕ

На Среднем Урале, как и во многих регионах возделывания земляники садовой, основными болезнями, вызывающими гниль ягод, являются серая и фитофторозная кожистая гнили [1–4]. Если поражение серой гнилью отмечается практически ежегодно [5], то появление фитофтороза на ягодах в уральских условиях наблюдается в отдельные годы. Данному заболеванию способствует наличие капельно-жидкой влаги в период формирования и созревания урожая, поэтому максимальное развитие болезни наблюдается после дождей¹.

Потери урожая при благоприятных для заболевания условиях у восприимчивых

сортов, преимущественно среднего и среднепозднего сроков созревания, могут составлять почти 100% [6, 7]. В условиях Среднего Урала поражению этой болезни подвержены и поздние сорта.

Проведенными в последние годы исследованиями установлено, что устойчивость к фитофторозной кожистой гнили (возбудитель болезни – *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schrot.) контролируется у земляники садовой полигенно и не зависит от рас гриба [8–11]. В практической селекции значимо выявление источников устойчивости в полевых условиях с дальнейшим вовлечением их в гибридизацию².

¹Бенне Р. Промышленное производство земляники. М.: Колос, 1978. 77 с.

²Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (под ред. Е.Н. Седова). Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 416–443.

Поэтому эффективный путь решения данной проблемы, позволяющий получать экологически чистую ягодную продукцию, – создание новых сортов земляники, сочетающих в своем генотипе комплекс хозяйственно ценных признаков с устойчивостью к данной болезни.

Цель исследований – выявить новые исходные формы земляники, устойчивые к фитофторозной кожистой гнили, для дальнейшей селекции.

Задачи исследований:

- изучить селекционный материал на признак устойчивости к заболеванию и комплекс хозяйственно ценных признаков,
- выделить по результатам изучения источника устойчивости для селекции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в полевом опыте на Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (УрФАНИЦ УрО РАН) на коллекции живых растений открытого грунта «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале» (Свердловская ССС УрФАНИЦ УрО РАН, Екатеринбург) в 2018–2021 гг. Объекты исследований – восемь элитных гибридов земляники садовой среднего и позднего сроков созревания. Контрольные сорта для среднеспелых гибридов – Гейзер, поздних – Боровицкая.

Почва участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Закладка опыта проведена весной в 2017 и 2019 гг. Схема посадки – $0,9 \times 0,2$ м. Гибриды для изучения высажены в трех повторностях, размещение в опыте рендомизированное. Агротехника возделывания общепринятая для культуры земляники. Участок расположен на богаре.

Изучение проводили согласно общепринятой методике (см. сноску 2): подсчитывали число пораженных ягод на деланке

и общее число снятых ягод с переводом в процентное отношение. Согласно методике, устойчивые к болезни сорта должны иметь не более 10% потери урожая в годы, благоприятные для развития болезни, не более 5% – в обычные годы; среднеустойчивые – до 20 и 10% соответственно; неустойчивые – с потерями урожая, превышающими данные пределы. Обработка данных по урожайности и средней массе ягоды изучаемых гибридов проведена в соответствии с общепринятой методикой³. Оценка вкуса свежих ягод определена органолептически.

Гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову использован при выяснении влагообеспеченности вегетационных периодов. Обеспеченность влагой определена по следующей классификации: избыточное увлажнение – больше 1,6; достаточное увлажнение – 1,6–1,3; слабая засушливость – 1,3–1,0; засушливость – 1,0–0,7; сильная засушливость – 0,7–0,4; сухость – меньше 0,4⁴.

Условия перезимовки в годы наблюдений характеризовались как благоприятные для культуры земляники, максимальная степень подмерзания гибридов земляники не превышала 1,0–1,5 балла. Условия вегетационных периодов 2018–2021 гг. не отличались контрастностью – ГТК 0,8–1,3 (см. табл. 1), но сильно различались по месяцам – от засушливых с дефицитом осадков (май –

Табл. 1. Показатели гидротермического коэффициента (ГТК) вегетационных периодов 2018–2021 гг.

Table 1. Indicators of the hydrothermal coefficient (HTC) of the growing seasons of 2018–2021

Год	Гидротермический коэффициент				
	Май	Июнь	Июль	Август	Среднее
2018	1,3	1,3	1,7	1,0	1,3
2019	0,8	0,9	1,4	1,6	1,2
2020	0,6	0,9	0,3	2,6	1,1
2021	0,2	0,8	1,5	0,8	0,8

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

⁴Федоров А.В. Сельскохозяйственная гидрометеорология. Л.-М.: Гидрометеиздат, 1938. 271 с.

Табл. 2. Количество осадков в периоды формирования и созревания урожая земляники в 2018 и 2021 гг.

Table 2. The amount of precipitation during the periods of formation and ripening of the strawberry crop in 2018 and 2021

Год	Дата цветения	Дата созревания	Количество выпавших осадков от нормы в периоды, %	
			формирования урожая	созревания
2018	18.06–04.07	13.07–03.08	129	47
2021	24.05–04.06	25.06–18.07	76	143

июнь 2019 г., май – июль 2020 г., май – июль 2021 г.) до переувлажненных (июль 2018 г., август 2020 г., июль 2021 г.).

Благоприятные условия для развития фитофторозной кожистой гнили сложились в 2018, 2021 гг. (см. табл. 2).

При этом в 2018 г. ягоды поразились болезнью еще в период формирования урожая (во время налива ягод), а в 2021 г. – уже при созревании (выпало осадков 143% от нормы).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучаемые элитные гибриды земляники за период исследований показали хороший уровень признака зимостойкости, степень подмерзания большинства семян не превышала 1,0 балла. У гибридов 3-45-10 и 2-54-11

данный показатель был несколько ниже – 1,5 балла (см. табл. 3).

Наибольшей урожайностью отличились гибриды среднего срока созревания 3-44-10 (10,5 т/га) и позднеспелый – 2-43-10 (7,4 т/га). Низкоурожайным оказался гибрид 9-44-10 (5,3 т/га). Остальные гибриды в опыте не имели существенной разницы с контрольными сортами.

Крупноплодными среди гибридов среднего срока созревания являются – 9-44-10, 3-44-10, 8-44-10 из семьи Соловушка × Totem, средняя масса ягоды которых составила 9,9–11,7 г. Из позднеспелых существенно крупнее по сравнению с контролем была Боровицкая – гибрид 2-43-10 (16,1 г). Масса ягоды на уровне контрольных сортов

Табл. 3. Краткая хозяйственно-биологическая характеристика элитных гибридов земляники, 2018–2021 гг.

Table 3. Brief economic and biological characteristics of elite strawberry hybrids, 2018–2021

Гибрид	Происхождение	Степень подмерзания, балл	Урожайность, т/га	Средняя масса ягоды, г	Оценка вкуса, балл
Гейзер – контроль		1,0	7,8	8,2	4,4
3-44-10	Соловушка × Totem	1,0	10,5	10,6	4,2
8-44-10	Соловушка × Totem	1,0	8,4	11,7	4,5
3-45-10	Соловушка × Dukat	1,5	8,1	8,9	4,0
2-45-10	Соловушка × Dukat	1,0	7,0	8,2	4,4
2-54-11	Амulet × Marmolada	1,5	6,8	7,8	4,5
9-44-10	Соловушка × Totem	1,0	5,3	9,9	4,5
НСР ₀₅			1,8	1,5	
Боровицкая – контроль		2,0	4,2	9,9	4,0
2-43-10	Соловушка × Marmolada	1,0	7,4	16,1	4,0
1-43-10	Соловушка × Marmolada	1,0	5,5	13,9	4,3
НСР ₀₅			1,7	5,2	

Табл. 4. Поражение фитофторозной кожистой гнилью ягод элитных гибридов земляники, 2018, 2021 гг.

Table 4. Infestation with late blight leathery rot of the berries of elite strawberry hybrids, 2018, 2021

Гибрид	Поражение ягод фитофторозной кожистой гнилью по годам, %	
	2018 г.	2021 г.
Гейзер – контроль	3,5	33,6
2-45-10	0	1,1
2-54-11	0	4,7
8-44-10	3,3	22,8
9-44-10	6,1	29,6
3-45-10	2,0	41,3
3-44-10	3,4	52,2
Боровицкая – контроль	0,9	14,6
2-43-10	0,6	18,3
1-43-10	1,2	37,4

отмечена у остальной части гибридов, высокая оценка вкуса свежих ягод – у гибридов 8-44-10, 2-54-11, 9-44-10 (4,5 балла). Вкус большинства изучаемых гибридов в опыте был на уровне контролей или ниже.

Фитофторозная кожистая гниль ягод отмечена в 2018 и 2021 гг. (см. табл. 4). Если в 2018 г. потери урожая от данного заболевания были небольшие (максимальные – до 6,1% – зарегистрированы у гибрида 9-44-10), то в 2021 г. поражение ягод гнилью было довольно значительным (22,8–52,2% – у средне-спелых гибридов и 18,3–37,4% – у поздних). Наименьшие потери от болезни отмечены у гибридов 2-45-10 и 2-54-11 (1,1–4,7%).

По максимальному поражению ягод фитофторозной кожистой гнилью (2021 г.) изучаемые гибриды были распределены на следующие категории:

- устойчивые (потери урожая до 10%) – 2-45-10, 2-54-11;
- среднеустойчивые (от 10 до 20%) – 2-43-10;
- неустойчивые (более 20%) – 8-44-10, 9-44-10, 1-43-10, 3-45-10, 3-44-10.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований, из числа изучаемых элитных гибридов выявлены два

гибрида среднего срока созревания, устойчивые к фитофторозной кожистой гнили: 2-45-10 (Соловушка × Dukat) и 2-54-11 (Амulet × Marmolada). В год максимального развития болезни (2021) потери урожая гибридов составили 1,1 и 4,7% соответственно. Выделенные гибриды также сочетают в своем генотипе комплекс хозяйственно ценных признаков на уровне контрольного сорта Гейзер. Данные гибриды будут использованы в селекции в качестве новых исходных форм, устойчивых к фитофторозной кожистой гнили.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин С.Е. Новые болезни земляники в Средней полосе России // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 38. Ч. 1. С. 88–95.
2. Холод Н.А. Болезни земляники на юге России // Защита и карантин растений. 2013. № 10. С. 28–30.
3. Холод Н.А., Пузанова Л.А., Метлицкая К.В. Современное фитосанитарное состояние насаждений земляники // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 29. Ч. 2. С. 236–242.
4. Лазарев А.М. Болезни ягод земляники // Защита и карантин растений. 2006. № 6. С. 70–71.
5. Невоструева Е.Ю. Источники устойчивости к серой гнили ягод земляники для условий Среднего Урала // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181 (3). С. 166–170. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-166-170.
6. Козлова И.И., Каширская Н.Я., Чеснокова И.Н. Распространение гриба *Phytophthora cactorum* в насаждениях земляники в экологических условиях северной лесостепи Черноземья // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. Т. 36. Ч. 1. С. 282–288.
7. Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск, 2004. С. 116–117.
8. Denoyes-Rothan B., Lerceteau-Köhler E., Guérin G., Bosseur S., Bariac J., Martin E., Roudeillac P. QTL analysis for resistance to *Colletotrichum acutatum* and *Phytophthora cactorum* in octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*) // Acta Hort. 2004. N 663. P. 147–152. DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.663.19.
9. Храбров И.Э., Антонова О.Ю., Шаповалов М.И., Семенова Л.Г. Устойчивость земляники к основным грибным патогенам: R-гены и их ДНК-маркеры // Биотехнология

- и селекция растений. 2019. № 2 (3). С. 30–40. DOI: 10.3090/2658-6266-2019-3-о3.
10. Nellist C.F., Vickerstaff R.J., Sobczyk M.K., Marina-Montes C., Wilson F.M., Simpson D.W., Whitehouse A.B., Harrison R.J. Quantitative trait loci controlling *Phytophthora cactorum* resistance in the cultivated octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*) // Horticulture Research. 2019. N 6. 60 p. DOI: 10.1038/s41438-019-0136-4.
11. Shaw D.V., Hansen J., Browne G.T. Genotypic variation for resistance to *Phytophthora cactorum* in a California strawberry breeding population // Journal of American Society of Horticultural Science. 2006. N 131 (5). P. 687–690. DOI: 0.21273/JASHS.131.5.687.
1. Golovin S.E. New strawberry diseases in Central Russia. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2014, vol. 38 (1), pp. 88–95. (In Russian).
2. Kholod N.A. Diseases of strawberries in the south of Russia, *Zashchita i karantin rasteniy = Plant protection and quarantine*, 2013, no.10, pp. 28–30. (In Russian).
3. Kholod N.A., Puzanova L.A., Metlitskaya K.V. Modern phytosanitary state of strawberry plantations. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2012, vol. 29 (2), pp. 236–242. (In Russian).
4. Lazarev A.M. Diseases of strawberries. *Zashchita i karantin rasteniy = Plant protection and quarantine*, 2006, no. 6, pp. 70–71. (In Russian).
5. Nevostrueva E.Yu. Sources of resistance to gray rot of strawberries for the conditions of the Middle Urals. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii = Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2020, no. 181 (3), pp. 166–170. (In Russian). DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-166-170.
6. Kozlova I.I., Kashirskaya N.Ya., Chesnokova I.N. Distribution of the fungus *Phytophthora cactorum* in strawberry plantations in the ecological conditions of the northern forest-steppe of the Chernozem region. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2013, vol. 36 (1), pp. 282–288. (In Russian).
7. Zubov A.A. *Theoretical foundations of strawberry breeding*. Michurinsk, 2004, pp. 116–117. (In Russian).
8. Denoyes-Rothan B., Lerceteau-Köhler E., Guérin G., Bosseur S., Bariac J., Martin E., Roudeillac P. QTL analysis for resistance to *Colletotrichum acutatum* and *Phytophthora cactorum* in octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*). *Acta Horti*, 2004, no. 663, pp. 147–152. DOI: 10.17660/ActaHorti.2004.663.19.
9. Khrabrov I.E., Antonova O.Yu., Shapovalov M.I., Semenova L.G. Strawberry resistance to the major fungal phytopathogens: *R* genes and their DNA markers. *Biotehnologiya i selektsiya rasteniy = Plant Biotechnology and Breeding*, 2019, no. 2 (3), pp. 30–40. (In Russian). DOI: 10.3090/2658-6266-2019-3-о3.
10. Nellist C.F., Vickerstaff R.J., Sobczyk M.K., Marina-Montes C., Wilson F.M., Simpson D.W., Whitehouse A.B., Harrison R.J. Quantitative trait loci controlling *Phytophthora cactorum* resistance in the cultivated octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*). *Horticulture Research*, 2019, no. 6, 60 p. DOI: 10.1038/s41438-019-0136-4.
11. Shaw D.V., Hansen J., Browne G.T. Genotypic variation for resistance to *Phytophthora cactorum* in a California strawberry breeding population. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 2006, no. 131 (5), pp. 687–690. DOI: 0.21273/JASHS.131.5.687.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Невострюева Е.Ю.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 620142, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Белинского, 112-а; e-mail: sadovodnauka@mail.ru

Андреева Г.В., старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Elena Yu. Nevostrueva**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 112-a, Belinskogo St., Yekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620142, Russia; e-mail: sadovodnauka@mail.ru

Galina V. Andreeva, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 09.08.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 18.11.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023