

УДК 634.5:631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-193-201

**УСТОЙЧИВОСТЬ ГИБРИДНЫХ
ФОРМ ОРЕХА ГРЕЦКОГО
(*JUGLANS REGIA* L.)
К БАКТЕРИОЗУ В УСЛОВИЯХ
ЮЖНОГО САДОВОДСТВА**

Артюхова Лариса Викторовна
младший научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и селекции садовых культур
e-mail: larisa.artuhova@yandex.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Грецкий орех (*Juglans regia* L.) принадлежащий к семейству *Juglandaceae*, широко культивируется во всех умеренных и субтропических регионах. В последние годы отмечены повреждения ореха грецкого бактериальным ожогом. Данное заболевание, известное как бактериоз, вызывает бактерия *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson. Наиболее сильный вред бактериоз наносит весной в сырую и теплую погоду, что приводит к снижению урожая и качеству плодов. Цель исследования – на основе многолетней полевой оценки устойчивости к бактериозу гибридных форм ореха грецкого выделить наиболее устойчивые генотипы для использования в селекции. Объекты исследования – 21 перспективная гибридная форма ореха грецкого селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ. Контроль – сорт Родина. Сад 2014 года посадки, схема размещения 5×4 м. Исследования проводили на естественном агрофоне в селекционном саду в 2019-2021 гг., в центральной части Прикубанской зоны садоводства Краснодарского края, на базе ЗАО ОПХ «Центральное» ФГБНУ СКФНЦСВВ г. Краснодара. НИР проводили согласно общепринятым программам и методикам. Оценка степени повреждения гибридных

UDC 634.5:631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-193-201

**STABILITY OF HYBRID
FORMS OF WALNUT
(*JUGLANS REGIA* L.)
TO BACTERIOSIS IN CONDITIONS
OF SOUTHERN GARDENING**

Artykhova Larisa Viktorovna
Junior Research Associate
of Variety studying
and Garden Crops Breeding Laboratory
e-mail: larisa.artuhova@yandex.ru

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

The walnut (*Juglans regia* L.), belonging to the *Juglandaceae* family, is widely cultivated in all moderate and subtropical regions. In recent years, damage to walnuts by bacterial blight has been noted. This disease, known as bacteriosis, is caused by the bacterium *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson. Bacteriosis causes the most severe damage in spring in wet and warm weather, which leads to a decrease in yield and quality of fruits. The purpose of the study is to identify the most resistant genotypes for use in breeding based on a long-term field assessment of resistance to bacteriosis of walnut hybrid forms. The objects of study are 21 promising hybrid forms of walnuts bred at the FSBSI NCFSCSHVW. Control variant is variety Rodina. The garden was planted in 2014, the layout was 5 × 4 m. The studies were carried out on a natural agrobbackground in a breeding garden in 2019-2021, in the central part of the Kuban horticulture zone of the Krasnodar region, on the basis of ZAO OPH Tsentralnoye of FSBSI NCFSCSHVW Krasnodar. R&D was carried out according to generally accepted programs and methods. The degree

форм ореха грецкого бактериозом выполнена с использованием шкалы от 0 до 5 баллов. Выявлено, что бактериоз ежегодно наносит ущерб растениям грецкого ореха, а степень поражения заболеванием зависит от сложившихся погодных условий. Установлено, что наиболее благоприятные для развития инфекции были 2019-2020 гг. По многолетним данным выделены устойчивые к бактериозу гибридные формы ореха грецкого: 17-2-35, 17-3-10, 17-3-12, 17-3-41, 17-3-44, 17-3-48, 17-3-24, 17-3-27, 17-3-29, степень поражения за годы исследования которых варьировала от 1,1 до 2,0 баллов, максимум не превышал 2,0 балла. Большинство гибридов, выделенных по устойчивости к бактериозу, были получены (из семьи Дачный – свободное опыление) селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ, имеющем в своем происхождении среднеазиатский сорт Идеал. Выделенные формы ореха грецкого перспективны для дальнейшей селекции на устойчивость к *Xanthomonas jglanis* (Pierce) Dowson.

Ключевые слова: ГРЕЦКИЙ ОРЕХ, ГИБРИДНЫЕ ФОРМЫ, СЕЛЕКЦИЯ, УСТОЙЧИВОСТЬ, БОЛЕЗНИ, БАКТЕРИОЗ

of damage of walnut hybrid forms by bacteriosis was assessed using a scale from 0 to 5 points. It was revealed that bacteriosis annually damages walnut plants, and the degree of disease damage depends on the prevailing weather conditions. It was found that the most favorable years for the development of infection were 2019-2020. According to long-term data, hybrid forms of walnut resistant to bacteriosis have been identified: 17-2-35, 17-3-10, 17-3-12, 17-3-41, 17-3-44, 17-3-48, 17-3-24, 17-3-27, 17-3-29, the degree of damage over the years of study of which varied from 1.1 to 2.0 points, the maximum did not exceed 2.0 points. Most of the hybrids isolated for resistance to bacteriosis were obtained from the Dachny family – free pollination of the NCFSCHVW breeding, which has in its origin the Central Asian variety Ideal. The isolated forms of walnut are promising for further breeding for resistance to *Xanthomonas jglanis* (Pierce) Dowson.

Key words: WALNUT, HYBRID FORMS, BREEDING, RESISTANCE, DISEASES, BACTERIOSIS

Введение. Грецкий орех (*Juglans regia* L.), принадлежащий к семейству *Juglandaceae*, является широко выращиваемой и экономически важной древесной культурой, которая культивируется во всех умеренных и субтропических регионах [1]. Орех грецкий считается теплолюбивой плодовой культурой. Рост и продуктивность ореха напрямую зависит от внешних факторов окружающей среды [2-4].

В последние годы отмечены повреждения ореха грецкого бактериальным ожогом. Данное заболевание, известное как бактериоз, вызывает бактерия *Xanthomonas jglanis* (Pierce) Dowson [4-6]. Бактерия проникает в растение через устьицы, чечевички плодов, рыльца и ранки. Могут поражаться практически все надземные органы растения, но наиболее серьезные повреждения возникают в плодах [7-9]. Выживает бактерия преимущественно в

спящих почках. Цветы обычно заражаются, как только они появляются весной, даже после того, как рыльца становятся восприимчивыми к пыльце. Многие пораженные цветки и мелкие плоды опадают на землю. Распространяется бактерия *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson дождем, насекомыми и пылью. Пыльца, переносимая ветром на большие расстояния, переносит бактерии с зараженных тычиночных цветков [10-13]. Характерными симптомами являются поверхностные поражения на незрелых плодах, которые начинаются в виде небольших, пропитанных водой пятен, которые затем темнеют и быстро увеличиваются. Инфекция в конечном итоге приводит к темным поражениям размером около 2,5 см [14]. Причина основного ущерба – снижение урожайности и качества плодов (зараженные плоды не пригодны для продажи). Наиболее сильный вред бактериоз наносит весной в сырую и теплую погоду. В отсутствии влаги при оптимальной температуре воздуха распространение и развитие заболеваемости резко снижается [15].

Борьба с заболеванием носит профилактический характер и заключается в еженедельном применении бактерицидов, однако их применение ведет к удорожанию продукции [16]. В этой связи актуальны исследования, направленные на создание и выделение устойчивых к бактериозу генотипов ореха грецкого. Цель исследования – на основе многолетней полевой оценки устойчивости к бактериозу гибридных форм ореха грецкого выделить наиболее устойчивые генотипы для использования в селекции.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2019-2021 гг. в селекционном саду, в центральной части Прикубанской зоны садоводства Краснодарского края, на базе ЗАО ОПХ «Центральное» г. Краснодара. Объекты исследования – 21 перспективная гибридная форма ореха грецкого селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ. В изучении были гибриды из 5 семей: 17-2-20, 17-2-26, 17-2-30, 17-2-35, 17-2-41 (сеянец Идеала – свободное опыление); 17-3-9, 17-3-10, 17-3-12, 17-3-13, 17-3-16, 17-3-19, 17-3-22 (Я-Б-84 – свободное опыление); 17-3-48, 17-3-24, 17-3-27, 17-3-29,

17-3-30 (Дачный – свободное опыление); 17-3-34, 17-3-41, 17-3-44 (Я-Ю-50 – свободное опыление); 17-2-44 (Я-Ю-40 – свободное опыление); контроль – сорт Родина (отбор из местных популяций Краснодарского края). Сад 2014 года посадки, схема размещения 5×4 м. НИР проводили согласно программам и методикам: «Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве»; «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». В работе использовали полевые методы исследования [17-18].

Оценку степени повреждения сортов и гибридных форм ореха грецкого к бактериозу проводили, используя шкалу от 0 до 5 баллов:

0 – поражение отсутствует;

1 – очень слабое: небольшие некротические пятна на единичных листьях, побегах или плодах;

2 – слабое: поражено до 10 % пестичных цветков, на поверхности листьев, побегов или плодов мелкие пятна (размером 1-2 мм), занимающие до 10 % площади;

3 – среднее: поражено до 25 % цветков, некротические пятна разрастаясь сливаются между собой, поражая до 25 % поверхности листьев, побегов и плодов;

4 – сильное: поражено до 50 % цветков, некротические пятна занимают до 50 % поверхности листьев, побегов и плодов;

5 – очень сильное: поражено более 50 % цветков, большие некротические пятна покрывают более 50 % площади листьев, побегов или плодов; пораженные листья, плоды опадают. У растений, пораженных болезнями бактериального или грибного происхождения, в результате которых усыхают и опадают листья, резко снижается морозоустойчивость.

Обсуждение результатов. Погодные условия в прикубанской зоне садоводства за годы исследования (2019-2021 гг.) складывались следующим образом. Весенний период за годы исследования отмечен неустойчивым температурным режимом, неравномерным выпадением осадков и нередко

наличием возвратных весенних заморозков. Средняя температура воздуха за период исследования составила от +4,5 до +19,1 °С. Максимальная температура воздуха варьировала от +17,9 до +33,4 °С. За весенний период осадки отмечены в пределах 112-207 мм.

Летний период за годы исследования зачастую был жаркий и сухой, нередко дождливый. Максимальная температура воздуха была от +33 до +38,4 °С. Самые жаркие месяцы июль-август. Осадки в летний период за годы исследования составили от 156-212 мм. Отмечен дефицит осадков в июне 2019, 2020 гг., июле 2021 г., августе 2019 г. Серьезный дефицит осадков был в августе 2020 г. (10,7 мм). Избыточное количество осадков отмечено в июле 2019 г. (130 мм), 2020 г. (106,8 мм) и в августе 2021 г. (75 мм).

Сравнительная оценка степени поражения бактериозом гибридных форм ореха грецкого за годы исследования в 2019-2021 год показала, что 2019-2020 год был наиболее благоприятный для развития болезни (рис. 1.).

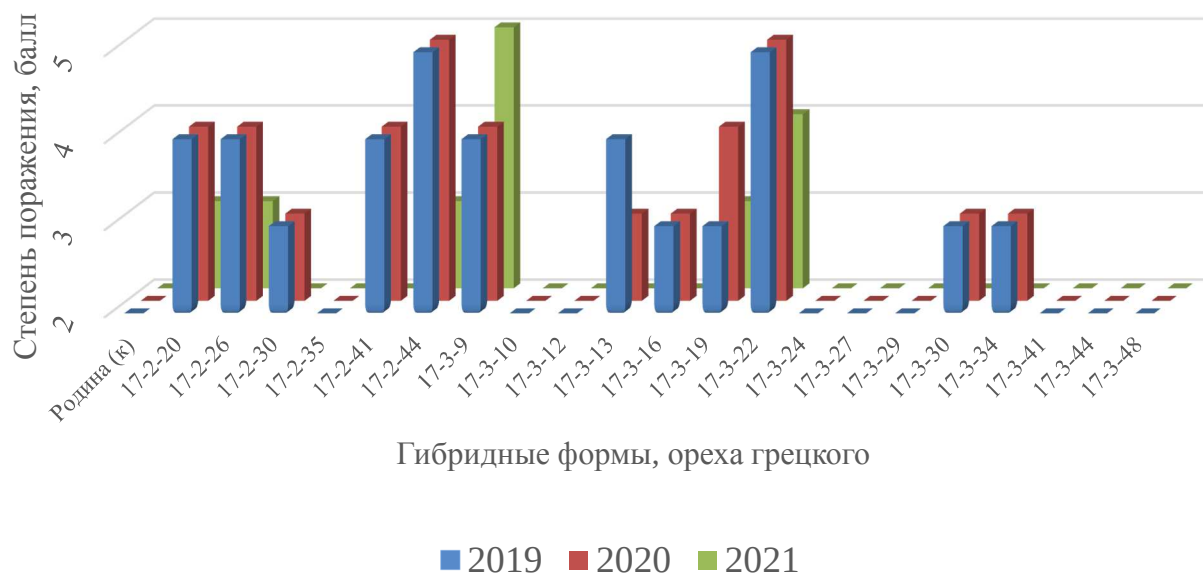


Рис. 1. Степень поражения бактериозом сортов и гибридных форм ореха грецкого в условиях Прикубанской зоны Краснодарского края, ЗАО ОПХ «Центральное», 2019-2021 гг.

По степени устойчивости к бактериозу все анализируемые сеянцы ореха грецкого можно разделить на три группы: устойчивые, среднеустойчивые и сильно поражаемые (рис. 2.).

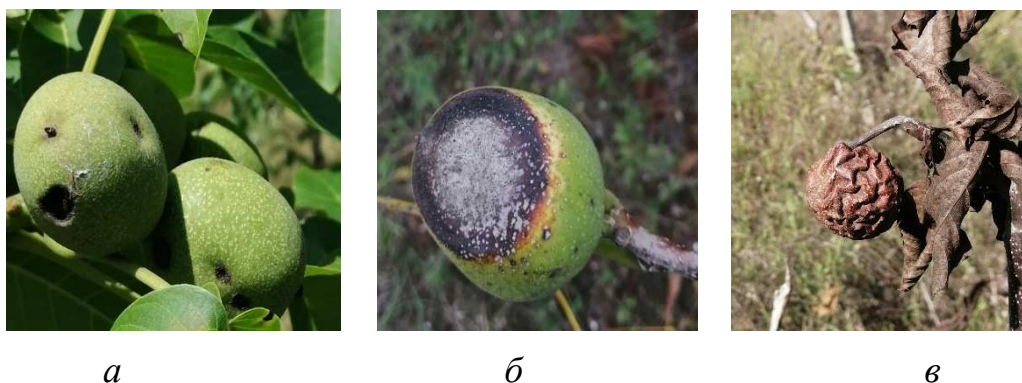


Рис. 2. Поражение плодов ореха грецкого бактериозом – *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson (2021 г.): а – в степени 2 балла (17-3-29); б – в степени 3 балла (17-3-16); в – в степени 5 баллов (17-3-9)

К первой группе, устойчивых форм ореха грецкого, у которых отмечена степень поражения бактериозом от 1,1 до 2 баллов, нами отнесены: 17-3-10, 17-3-12, 17-3-24, 17-3-27, 17-3-29, 17-3-41, 17-3-44, 17-3-48, 17-2-35. В этой же группе и контрольный сорт Родина (табл.).

Максимальная степень поражения бактериозом (в баллах) гибридных форм ореха грецкого в условиях Прикубанской зоны Краснодарского края, ЗАО ОПХ «Центральное», 2019-2023 гг.

Максимальная степень поражения бактериозом за 2019-2023 гг.					Поражение бактериозом отсутствует
5 балла	4 балла	3 балла	2 балла	1 балла	0 балла
17-2-44 17-3-9 17-3-22	17-2-20 17-2-26 17-2-41 17-3-13 17-3-19	17-2-30 17-3-16 17-3-30 17-3-34	17-2-35 17-3-10 17-3-12 17-3-24 17-3-27 17-3-29 17-3-41 17-3-44 17-3-48 Родина (к)	-	-

Во вторую группу, среднеустойчивых гибридов ореха грецкого, имеющих балл поражения бактериозом от 2,1 до 3 баллов, включены формы: 17-2-30, 17-3-16, 17-3-30, 17-3-34.

К третьей группе, сильно поражаемых, имеющих балл поражения бактериозом от 3,1 до 5 баллов, отнесены: 17-2-20, 17-2-26, 17-2-41, 17-3-13, 17-3-19, 17-2-44, 17-3-9, 17-3-22.

Выделенные по результатам многолетних полевых исследований формы ореха грецкого, устойчивые к бактериозу: 17-3-10, 17-3-12 (из семьи Я-Б-84 – свободное опыление); 17-3-24, 17-3-27, 17-3-48, 17-3-29 (Дачный – свободное опыление); 17-3-41, 17-3-44 (из семьи Я-Ю-50 – свободное опыление); 17-2-35 (сеянец Идеала – свободное опыление), представляют особую ценность для селекции и значительный интерес для производства.

Большинство гибридов, выделенных по устойчивости к бактериозу, были получены из семьи Дачный – свободное опыление, селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ, имеют в своем происхождении среднеазиатский сорт Идеал.

Выводы. По результатам исследования выявлено, что бактериоз, *Xanthomonas juglandis* (Pierce) Dowson, ежегодно наносит ущерб растениям грецкого ореха, а степень поражения заболеванием зависит от сложившихся погодно-климатических условий. Выделены 9 гибридных форм ореха грецкого (из 4-х семей среди 5-ти изученных) – источники устойчивости к бактериозу: 17-2-35, 17-3-10, 17-3-12, 17-3-41, 17-3-44, 17-3-48, 17-3-24, 17-3-27, 17-3-29, перспективные для дальнейшего изучения и селекционного использования.

Литература

1. Луговской А.П., Балапанов И.М. Хозяйственные и биологические особенности отборных форм ореха грецкого в условиях юга России [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 52(4). С. 30-41. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/18/04/04.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-4-52-30-41 (дата обращения: 15.06.2022).
2. Методические подходы к оценке адаптивных признаков сортов ореха грецкого / А.П. Луговской [и др.] // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. Т. 25. Краснодар, 2019. С. 97-103.

3. Balapanov I., Artykhova L. Management of walnut genetic resources to improve the efficiency of the breeding process in the South of Russia // E3S Web of Conferences. EDP Sciences. 2021. V. 254. P. 01024.
4. Drienovsky R. et al. Imagistic analysis for estimating the degree of bacteriosis attack (*Xanthomonas juglandis*) in walnut // Research Journal of Agricultural Science. 2019. V. 51. №. 4. P. 41-50.
5. Seta S. A., Moschini R., Gonzalez M. P. Models based on meteorological variables to estimate the epidemic progress of the walnut bacteriosis in varieties of different behavior // Summa Phytopathologica. 2021. V. 47. №. 1. P. 16-20.
6. Drienovsky R., Sala F. Imagistic analysis for estimating the degree of bacteriosis attack (*Xanthomonas juglandis*) in walnut. 2019. V. 51 №. 4. P. 41-50.
7. Fernandes C. et al. Comparative Genomics of *Xanthomonas euroxanthea* and *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* Strains Isolated from a Single Walnut Host Tree // Microorganisms. 2021. V. 9. №. 3. P. 624. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030624>
8. Fernandes C. et al. Genotyping and epidemiological metadata provides new insights into population structure of *Xanthomonas* isolated from walnut trees // bioRxiv. 2018. P. 397703.
9. Fernandes C. et al. Comprehensive diversity assessment of walnut-associated xanthomonads reveal the occurrence of distinct *Xanthomonas arboricola* lineages and of a new species (*Xanthomonas euroxanthea*) within the same tree // Plant Pathology. 2021. V. 70. № 4. P. 943-958.
10. Usanov Z. Biological effectiveness of chemical control of walnut diseases in the conditions of tashkent region // epra international journal of agriculture and rural economic research (arer). 2021.V. 9. №. 9. P. 1-1.
11. Cullen N. P., Fethers A. M., Ashman T. L. Integrating microbes into pollination // Current Opinion in Insect Science. 2021. V. 44. P. 48-54.
12. Mousavi Pour S. H., Najafi Pour G. Genotypic characteristics of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, causal agent of walnut bacterial blight, based on Rep-PCR in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province // Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture). 2018. V. 41. №. 2. P. 73-87.
13. Kałużna M. et al. *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* and pv. *corylina*: Brothers or distant relatives? Genetic clues, epidemiology, and insights for disease management // Molecular Plant Pathology. 2021. V. 22. №. 12. P. 1481-1499.
14. Pothier J. F. et al. Complete Genome and Plasmid Sequence Data of Three Strains of *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, the Bacterium Responsible for Bacterial Blight of Hazelnut // Phytopathology. 2022. V. 112. №. 4. P. 956-960.
15. Cuesta-Morondo S. et al. Complete Genome Sequence Resources of Six Strains of the Most Virulent Pathovars of *Xanthomonas arboricola* Using Long-and Short-Read Sequencing Approaches // Phytopathology. 2022. P. PHYTO-10-21-0436-A.
16. Keshavarzi K., Karimipour Fard H. Bacterial diseases of walnut trees in Iran // Plant Pathology. 2021. V. 10. P. 1.
17. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
18. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: ВНИИСПК, 1995. 504 с.

References

1. Lugovskoj A.P., Balapanov I.M. Hozyajstvennye i biologicheskie osobennosti otbornykh form orekha greckogo v usloviyakh yuga Rossii [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2018. № 52(4). S. 30-41. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/18/04/04.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-4-52-30-41 (data obrashcheniya: 15.06.2022).

2. Lugovskoj A. P. i dr. Metodicheskie podhody k ocenke adaptivnyh priznakov sortov orekha greckogo // Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya. T. 25. Krasnodar, 2019. S. 97-103.
3. Balapanov I., Artykhova L. Management of walnut genetic resources to improve the efficiency of the breeding process in the South of Russia // E3S Web of Conferences. EDP Sciences. 2021. V. 254. P. 01024.
4. Drienovsky R. et al. Imagistic analysis for estimating the degree of bacteriosis attack (*Xanthomonas juglandis*) in walnut // Research Journal of Agricultural Science. 2019. V. 51. №. 4. P. 41-50.
5. Seta S. A., Moschini R., Gonzalez M. P. Models based on meteorological variables to estimate the epidemic progress of the walnut bacteriosis in varieties of different behavior // Summa Phytopathologica. 2021. V. 47. № 1. P. 16-20.
6. Drienovsky R., Sala F. Imagistic analysis for estimating the degree of bacteriosis attack (*Xanthomonas juglandis*) in walnut. 2019. V. 51 №. 4. P. 41-50.
7. Fernandes C. et al. Comparative Genomics of *Xanthomonas euroxanthea* and *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* Strains Isolated from a Single Walnut Host Tree // Microorganisms. 2021. V. 9. №. 3. P. 624. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030624>
8. Fernandes C. et al. Genotyping and epidemiological metadata provides new insights into population structure of *Xanthomonas* isolated from walnut trees // bioRxiv. 2018. P. 397703.
9. Fernandes C. et al. Comprehensive diversity assessment of walnut-associated xanthomonads reveal the occurrence of distinct *Xanthomonas arboricola* lineages and of a new species (*Xanthomonas euroxanthea*) within the same tree // Plant Pathology. 2021. V. 70. № 4. P. 943-958.
10. Usanov Z. Biological effectiveness of chemical control of walnut diseases in the conditions of tashkent region // Epra international journal of agriculture and rural economic research (arer). 2021.V. 9. №. 9. P. 1-1.
11. Cullen N. P., Feters A. M., Ashman T. L. Integrating microbes into pollination // Current Opinion in Insect Science. 2021. V. 44. P. 48-54.
12. Mousavi Pour S. H., Najafi Pour G. Genotypic characteristics of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*, causal agent of walnut bacterial blight, based on Rep-PCR in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province // Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture). 2018. V. 41. №. 2. P. 73-87.
13. Kažna M. et al. *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* and pv. *corylina*: Brothers or distant relatives? Genetic clues, epidemiology, and insights for disease management // Molecular Plant Pathology. 2021. V. 22. №. 12. P. 1481-1499.
14. Pothier J. F. et al. Complete Genome and Plasmid Sequence Data of Three Strains of *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, the Bacterium Responsible for Bacterial Blight of Hazelnut // Phytopathology. 2022. V. 112. №. 4. P. 956-960.
15. Cuesta-Morondo S. et al. Complete Genome Sequence Resources of Six Strains of the Most Virulent Pathovars of *Xanthomonas arboricola* Using Long-and Short-Read Sequencing Approaches // Phytopathology. 2022. P. PHYTO-10-21-0436-A.
16. Keshavarzi K., Karimipour Fard H. Bacterial diseases of walnut trees in Iran // Plant Pathology. 2021. V. 10. P. 1.
17. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. Oryol: VNIISPK, 1999. 608 s.
18. Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. Oryol: VNIISPK, 1995. 504 s.