УДК 634.711:632.38 doi: 10.31360/2225-3068-2025-92-166-180
EDN UJDJUP

РЕЗУЛЬТАТЫ ФИТОСАНИТАРНОГО МОНИТОРИНГА ВИРУСА КУСТИСТОЙ КАРЛИКОВОСТИ МАЛИНЫ (*RASPBERRY BUSHY DWARF VIRUS*) В БЕЛАРУСИ

Гашенко О.А., Кухарчик Н.В., Фролова Л.В.

Республиканское унитарное предприятие «Институт плодоводства», Минск, Республика Беларусь, аг. Самохваловичи, e-mail: belhort@belsad.by

Гашенко О.А. orcid.org/0009-0006-6546-4692
Кухарчик Н. В. orcid.org/0009-0009-6658-9309
*Фролова Л.В. orcid.org/*0000-0001-9443-0447

Исследования проводили в отделах биотехнологии и ягодных культур РУП «Институт плодоводства» Минского района в 2023–2024 гг. в коллекционных и маточных насаждениях малины. Изучена распространённость вируса кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV) в насаждениях малины различного назначения и различной категории. В

2024 г. встречаемость *Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV) составила в среднем 11,6 %. Отмечено значительное различие в интенсивности заражения сортов малины. Максимальное превышение оптической плотности образцов по отношению к отрицательному контролю ($A_0/A_к$) при ИФА диагностике RBDV отмечено для сортов малины 'Метеор' (от 20,756 до 36,859 раз) – образцы, взятые с маточных насаждений 2022 года посадки, и 'Услада' (4,244 до 32,154 раз) – образцы из коллекции и маточника 2018 и 2022 года посадки, соответственно, что предполагает заражённость исходного посадочного материала. В результате проведения иммуноферментного анализа насаждений малины летней категории «Оригинальные» в 2023 году, было установлено отсутствие вирусов SLRV, ApMV, ToRSV, TRSV, RRV, TBRV, ArMV. Уровень реинфицирования RBDV составил 4,9 %. Повторное тестирование на наличие вируса кустистой карликовости малины (RBDV) в 2024 году показало отсутствие инфицированных растений, что повышает достоверность проводимых исследований. В имеющихся коллекционных и маточных насаждениях выделены свободные от вируса кустистой карликовости малины из 25 сортов малины летней (84 образца) отдела ягодных культур и из 8 сортов (58 образцов) отдела биотехнологии РУП «Институт плодоводства». Выделенные образцы сортов будут использованы для дальнейшей научной работы.

Ключевые слова: малина, вирус кустистой карликовости малины (RBDV), диагностика, DAS-ELISA-тест, Беларусь.

Введение. Среди заболеваний растений рода *Rubus* значительное место занимают вирусные болезни, многие из которых характеризуются широким распространением и высокой вредоносностью. Быстрое распространение вирусных заболеваний связано с лёгкостью заражения ими. Поскольку вирусы растений являются внутриклеточными паразитами, они легко передаются из поколения в поколение путём вегетативного размножения в полевых условиях, либо переносом вируса насекомыми от заражённого растения к здоровому. Заражение патогенными вирусами не всегда приводит к гибели растения, поскольку многие из вирусов могут не проявлять видимых симптомов, но присутствие вируса в растении, снижает урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур [5, 14, 18, 21].

Наиболее вредоносным вирусом на малине является вирус кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*, RBDV). Он поражает сорта малины обыкновенной или европейской красной (*Rubus idaeus* L.), малины чёрной или ежевикообразной (*Rubus occidentalis* L.)., ежевики (*Rubus fruticous* L.). Особая опасность RBDV заключается в способности передаваться от больного растения здоровому с пыльцой. Это делает контроль за его распространением в селекционных и

промышленных насаждениях особенно сложным. Причём вирус, содержащийся в пыльце малины, инфицирует не только семена, образующиеся после оплодотворения, но также и сами опыленные растения [1, 4, 5, 10, 11, 15–20].

На этапе выделения исходных растений большое внимание следует уделять современным методам диагностики, таким как иммуноферментный анализ. Разработка ИФА позволила выйти на качественно новый этап в диагностике вирусов благодаря существенному повышению специфичности и чувствительности анализа – метод способен выявлять вирусные частицы в концентрации 1–100 нг/мл. До настоящего времени ИФА является широко применяемым методом диагностики, на основании которого выделяют свободные от основных вирусов растения [2, 3, 7, 8, 9, 12, 13, 18].

Мониторинг *Raspberry bushy dwarf virus* методом иммуноферментного анализа проводится в РУП «Институт плодоводства» с 2007 года. В результате проведённых лабораторных исследований установлена частота поражения растений малины различными вирусами и выявлено, что наиболее распространённым является вирус кустистой карликовости малины (RBDV) [1].

Целью работы являлось оценка распространённости вируса *Raspberry bushy dwarf virus* в насаждениях малины летней разных сортов и сроков посадки в исходных и оригинальных насаждениях, выделение свободных от вируса растений для размножения и использования в скрещиваниях в РУП «Институт плодоводства».

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в отделах биотехнологии и ягодных культур РУП «Институт плодоводства» Минского района в 2023–2024 гг. в коллекционных и маточных насаждениях малины.

Объекты исследований – вирус кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*, RBDV); растения малины летней (‘Награда’, ‘Любетовская’, ‘Свирель’, ‘Лавина’, ‘Беглянка’, ‘Маросейка’, ‘Патриция’, ‘Таруса’, ‘Алая россыпь’, ‘Шоша’, ‘Вольница’, ‘Бальзам’, ‘Метеор’, ‘Клеопатра’, ‘Яркая’, ‘Бархатная’, ‘Лель’, ‘Турмалин’, ‘Саня’, ‘Услада’, ‘Двойная’, ‘Алёнушка’, ‘Спутница’, ‘Ситрия’, ‘Рубин’).

Листья отбирали в первую очередь с визуальными симптомами, повреждённые вредителями, морфологически аномальные. При отсутствии симптомов листья отбирали с разных сторон кроны со средней части побегов. Тестирование на наличие/отсутствие RBDV в полевых растениях малины проводили методом иммуноферментного анализа (DAS-ELISA-

тест) наборами фирмы Bioreba в соответствии с методическими рекомендациями производителя и согласно методике диагностики основных вирусных инфекций плодовых и ягодных культур. Регистрация результатов велась на автоматическом ридере iMark™ (Bio-Rad, США) при длине волны 405 нм. О заражённости исследуемых образцов судили по значениям оптической плотности окрашенного продукта ферментативной реакции анализируемых образцов (A_0) в сравнении с аналогичными показателями для отрицательного контроля ($A_к$). Положительными считали образцы, значение оптической плотности у которых в 2 раза и более превышало среднюю оптическую плотность отрицательного контроля ($A_0/A_к \geq 2$). Повторность анализа каждого образца двукратная [3, 6].

Результаты и их обсуждение. В течение 2024 г было протестировано 95 образцов растений 25 сортов малины летней на наличие вируса кустистой карликовости малины (*Raspberry bushy dwarf virus*, RBDV). Средняя заражённость вирусом составила 11,6 % (табл. 1).

Из 25 проверенных сортов наиболее заражёнными оказались сорта: ‘Метеор’ (45,5 %) и ‘Услада’ (26,7 %), менее заражёнными – ‘Награда’ (14,3 %) и ‘Бальзам’ (8,3 %). Число свободных от вируса растений составила 84 образца (88,4 %).

Следует отметить, что при проведении иммуноферментного анализа, оптическая плотность заражённых образцов превышала оптическую плотность отрицательного контроля ($A_0/A_к$) в 2–36 раз (табл. 2). Использование протокольной и уменьшенной в 2 раза навески растительного материала в экстрагирующем буфере (что актуально и для тестирования растений в культуре *in vitro*) позволяет получить превышение оптической плотности образца к отрицательному контролю ($A_0/A_к$), что свидетельствуют о высокой чувствительности метода и диагностических наборов, а также позволяет утверждать о заражённости RBDV-образцов [3].

В образцах малины сорта ‘Метеор’ методом ИФА установлена высокая концентрация вируса RBDV, что может быть обусловлено как высокой восприимчивостью данного сорта к вирусу, так и факторами предшествующего культивирования и размножения (посадка исходно заражённых растений). Превышение оптической плотности образцов по отношению к отрицательному контролю ($A_0/A_к$) составила от 20,756 до 36,859 раз, причём заражёнными образцами оказались образцы, взятые с маточных насаждений 2022 года посадки. Для образцов сорта ‘Услада’ $A_0/A_к$ составила от 4,244 до 32,154 раз. Образец под № 60 сорта ‘Услада’ был взят из коллекции 2018 года посадки, образцы № 63, 69, 74 – из маточника 2022 года посадки.

Таблица 1. Распространенность вируса RBDV на сортах малины летней в коллекционных и маточных насаждениях отдела ягодных культур (2024 г.)

Table 1. Occurrence of RBDV on summer raspberry cultivars of collection and mother plantings of the Berry Crops Department (2024)

Сорт	Общее число тестированных растений, *шт.*		Общая заражённость вирусом, *%*	Число свободных от вируса растений	
	всего	из них заражено		*шт.*	*%*
‘Награда’	7	1	14,3	6	85,7
‘Любетовская’	1	0	0	1	100,0
‘Свирель’	2	0	0	2	100,0
‘Лавина’	2	0	0	2	100,0
‘Беглянка’	1	0	0	1	100,0
‘Маросейка’	4	0	0	4	100,0
‘Патриция’	2	0	0	2	100,0
‘Таруса’	2	0	0	2	100,0
‘Алая россыпь’	2	0	0	2	100,0
‘Шоша’	2	0	0	2	100,0
‘Вольница’	2	0	0	2	100,0
‘Бальзам’	12	1	8,3	11	91,7
‘Метеор’	11	5	45,5	6	54,5
‘Клеопатра’	1	0	0	1	100,0
‘Яркая’	1	0	0	1	100,0
‘Бархатная’	3	0	0	3	100,0
‘Лель’	2	0	0	2	100,0
‘Турмалин’	1	0	0	1	100,0
‘Саня’	1	0	0	1	100,0
‘Услада’	15	4	26,7	11	73,3
‘Двойная’	3	0	0	3	100,0
‘Алёнушка’	14	0	0	14	100,0
‘Спутница’	2	0	0	2	100,0
‘Ситрия’	1	0	0	1	100,0
‘Рубин’	1	0	0	1	100,0
Всего:	**95**	**11**	**11,6**	**84**	**88,4**

Таблица 2. Оптическая плотность образцов, полученная методом иммуноферментного анализа (DAS-ELISA-теста), в коллекционных и маточных насаждениях малины отдела ягодных культур

Table 2. Optical density of samples, obtained by enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA test), in the collection and mother raspberry plantings in the Berry Crops Department

Сорт	Тип насаждения	Год посадки	Оптическая плотность образца (A_0)	Значение отрицательного контроля ($A_к$)	Превышение оптической плотности образца к отрицательному контролю ($A_0/A_к$)
‘Награда’	маточник	2022	0,082	0,075	1,093
‘Награда’	маточник	2022	0,08	0,075	1,067
‘Награда’	маточник	2022	0,079	0,075	1,053
‘Награда’	маточник	2022	0,079	0,075	1,053
‘Награда’	маточник	2022	0,079	0,075	1,053
‘Награда’	коллекция	2018	0,176	0,078	2,256
‘Награда’	коллекция	2018	0,077	0,078	0,987
‘Любетовская’	коллекция	2018	0,073	0,078	0,936
‘Свирель’	коллекция	2018	0,105	0,078	1,346
‘Свирель’	коллекция	2018	0,096	0,078	1,231
‘Лавина’	коллекция	2018	0,082	0,078	1,051
‘Лавина’	коллекция	2018	0,089	0,078	1,141
‘Беглянка’	коллекция	2018	0,084	0,078	1,077
‘Маросейка’	коллекция	2018	0,083	0,078	1,064
‘Маросейка’	маточник	2022	0,078	0,076	1,026
‘Маросейка’	маточник	2022	0,1	0,076	1,316
‘Маросейка’	маточник	2022	0,081	0,076	1,066
‘Патриция’	коллекция	2018	0,078	0,078	1,0
‘Патриция’	коллекция	2018	0,077	0,078	0,987
‘Таруса’	коллекция	2018	0,084	0,078	1,077
‘Таруса’	коллекция	2018	0,076	0,078	0,974
‘Алая россыпь’	коллекция	2018	0,082	0,078	1,051
‘Алая россыпь’	коллекция	2018	0,071	0,078	0,910

‘Шоша’	коллекция	2018	0,077	0,078	0,987
‘Шоша’	коллекция	2018	0,076	0,078	0,974
‘Вольница’	коллекция	2018	0,101	0,078	1,295
‘Вольница’	коллекция	2018	0,078	0,078	1,0
‘Бальзам’	коллекция	2018	0,081	0,078	1,038
‘Бальзам’	маточник	2022	0,07	0,078	0,897
‘Бальзам’	маточник	2022	0,073	0,078	0,936
‘Бальзам’	маточник	2022	0,07	0,078	0,897
‘Бальзам’	маточник	2022	0,077	0,078	0,987
‘Бальзам’	маточник	2022	0,073	0,078	0,936
‘Бальзам’	маточник	2022	0,07	0,078	0,897
‘Бальзам’	маточник	2022	0,073	0,078	0,936
‘Бальзам’	маточник	2022	0,077	0,078	0,987
‘Бальзам’	маточник	2022	0,07	0,078	0,897
‘Бальзам’	маточник	2022	0,079	0,078	1,013
‘Бальзам’	маточник	2022	0,366	0,078	4,692
‘Метеор’	коллекция	2018	0,079	0,078	1,013
‘Метеор’	маточник	2022	2,875	0,078	36,859
‘Метеор’	маточник	2022	0,075	0,078	0,962
‘Метеор’	маточник	2022	0,078	0,078	1,0
‘Метеор’	маточник	2022	1,663	0,078	21,321
‘Метеор’	маточник	2022	0,076	0,078	0,974
‘Метеор’	маточник	2022	1,619	0,078	20,756
‘Метеор’	маточник	2022	0,076	0,078	0,974
‘Метеор’	маточник	2022	0,076	0,078	0,974
‘Метеор’	маточник	2022	1,955	0,078	25,064
‘Метеор’	маточник	2022	2,242	0,078	28,744
‘Клеопатра’	коллекция	2018	0,082	0,078	1,051
‘Яркая’	коллекция	2018	0,079	0,078	1,013
‘Бархатная’	коллекция	2018	0,081	0,078	1,038
‘Бархатная’	коллекция	2018	0,078	0,078	1,0
‘Бархатная’	коллекция	2018	0,08	0,078	1,026
‘Лель’	коллекция	2018	0,08	0,078	1,026
‘Лель’	коллекция	2018	0,077	0,078	0,987
‘Турмалин’	коллекция	2018	0,081	0,078	1,038
‘Саня’	коллекция	2018	0,096	0,078	1,231

‘Услада’	коллекция	2018	2,508	0,078	32,154
‘Услада’	маточник	2022	0,094	0,078	1,205
‘Услада’	маточник	2022	0,109	0,078	1,397
‘Услада’	маточник	2022	0,331	0,078	4,244
‘Услада’	маточник	2022	0,078	0,078	1,0
‘Услада’	маточник	2022	0,085	0,078	1,090
‘Услада’	маточник	2022	0,072	0,078	0,923
‘Услада’	маточник	2022	0,073	0,078	0,936
‘Услада’	маточник	2022	0,095	0,078	1,218
‘Услада’	маточник	2022	1,538	0,078	19,718
‘Услада’	маточник	2022	0,072	0,078	0,923
‘Услада’	маточник	2022	0,077	0,078	0,987
‘Услада’	маточник	2022	0,084	0,078	1,077
‘Услада’	маточник	2022	0,075	0,078	0,962
‘Услада’	маточник	2022	1,217	0,078	15,603
‘Двойная’	коллекция	2018	0,085	0,078	1,090
‘Двойная’	маточник	2022	0,077	0,075	1,027
‘Двойная’	маточник	2022	0,076	0,075	1,013
‘Алёнушка’	коллекция	2018	0,08	0,078	1,026
‘Алёнушка’	коллекция	2018	0,081	0,078	1,038
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,08	0,078	1,026
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,085	0,078	1,090
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,084	0,078	1,077
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,08	0,078	1,026
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,074	0,078	0,949
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,073	0,078	0,936
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,072	0,078	0,923
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,072	0,078	0,923
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,078	0,078	1,0
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,106	0,078	1,359
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,08	0,078	1,026
‘Алёнушка’	маточник	2022	0,078	0,078	1,0
‘Спутница’	коллекция	2018	0,083	0,078	1,064
‘Спутница’	коллекция	2018	0,123	0,078	1,577
‘Ситрия’	коллекция	2018	0,095	0,078	1,218
‘Рубин’	коллекция	2018	0,082	0,078	1,051

По одному из тестируемых образцов малины сортов ‘Награда’ (№ 6, из коллекции 2018 года посадки) и ‘Бальзам’ (№ 39, из маточника 2022 г. посадки) установлена $A_0/A_к$ – 2,256 и 4,692, соответственно (табл. 2). Образцы были взяты с визуальными симптомами поражения вирусом кустистой карликовости малины (рис. 1). Наличие единичных поражённых растений данных сортов даёт основание предполагать заражение растений вирусом уже после посадки (возможно при пчелоопылении). Данные наблюдения легли в основу проводимых в настоящее время исследований по оценке имеющихся векторов переноса RBDV.

Рис. 1. Растения малины с симптомами поражения вирусом кустистой карликовости малины (RBDV)

Fig. 1. Raspberry plants with symptoms of *raspberry bush dwarf virus* (RBDV) infection

Результаты мониторинга (по данным ИФА) вируса кустистой карликовости малины (RBDV), проводимого с 2007 года, показали снижение общего уровня инфицирования, однако, колебание числа выявленных инфицированных растений по годам остаётся значительным (табл. 3).

Необходимо отметить, что с 2010 года закладка маточников малины в отделе биотехнологии РУП «Институт плодоводства» проводилась с использованием растений, оздоровленных в культуре *in vitro* и протестированных перед посадкой на отсутствие вируса

RBDV, что позволило снизить количество инфицированных растений (табл. 3). В тоже время уровень реинфицирования вирусом растений малины остаётся достаточно высоким, что определяется невозможностью убрать все векторы переноса вируса в открытом грунте (табл. 4).

Таблица 3. Распространенность RBDV в насаждениях малины по данным ИФА диагностики в различные годы

Table 3. Occurrence of RBDV in raspberry plantings according to ELISA diagnostics in different years

Вирус	Количество инфицированных растений (%) за периоды					
	2007–2008 гг.	2009–2012 гг.	2013–2019 гг.	2021 г.	2023 г.	2024 г.
RBDV	38,2	36,7	2,5	19,6	4,9	11,6

Таблица 4. Реинфицирование RBDV насаждений категории «Оригинальное» сортов малины летней (отдел биотехнологии, ИФА, 2023–2024 гг.)

Table 4. Reinfection with RBDV of the plantings from the categoryy “Original” of summer raspberry cultivars (Biotechnology Department, ELISA, 2023–2024)

Сорт	Год посадки	Количество протестированных растений, *шт.*		Количество инфицированных растений (*шт.*) за периоды	
		2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
‘Алёнушка’	2021	10	10	–	–
‘Метеор’	2021	10	10	–	–
‘Награда’	2021	5	5	–	–
‘Двойная’	2021	7	7	–	–
‘Каскад делайт’	2021	5	5	–	–
‘Бальзам’	2021	10	9	1	–
‘Гусар’	2021	10	9	1	–
‘Патриция’	2021	4	3	1	–
Всего:		**61**	**58**	**3**	**–**

В течение 2023–2024 гг. в отделе биотехнологии был протестирован маточник малины летней, заложенный оздоровленными растениями в культуре *in vitro* 2021 года посадки. В 2023 году проведено тестирование на наличие не только вируса кустистой карликовости малины (RBDV), но и следующих вирусов: вирус латентной кольцевой пятнистости земляники (SLRV), вирус мозаики яблони (ApMV), вирус кольцевой пятнистости томата (ToRSV), вирус кольцевой пятнистости табака (TRSV), вирус кольцевой пятнистости малины (RRV), вирус чёрной кольчатости томата (TBRV), вирус мозаики арабис.

(ArMV).По результатам тестирования было установлено отсутствие вирусов SLRV, ApMV, ToRSV, TRSV, RRV, TBRV, ArMV. Вирус кустистой карликовости малины (RBDV) диагностирован в 3 (4,9 %) образцах из 61 взятых для тестирования (табл. 4).

Повторное тестирование на наличие вируса кустистой карликовости малины (RBDV) в 2024 году показало отсутствие инфицированных растений. Тестирование на наличие вирусов SLRV, ApMV, ToRSV, TRSV, RRV, TBRV, ArMV в 2024 году не проводилось.

Таким образом, по результатам ИФА-диагностики в имеющихся коллекционных и маточных насаждениях выделены свободные от вируса кустистой карликовости малины из 25 сортов малины летней (84 образца) отдела ягодных культур и из 8 сортов (58 образцов) отдела биотехнологии РУП «Институт плодоводства». Выделенные образцы сортов будут использованы для дальнейшей научной работы.

Выводы. Распространённость вируса кустистой карликовости малины (RBDV) в насаждениях (коллекционных и маточных) малины составила 11,6 %.

Максимальное превышение оптической плотности образцов по отношению к отрицательному контролю ($A_0/A_к$) при ИФА-диагностике RBDV отмечено для сортов малины ‘Метеор’ (от 20,756 до 36,859 раз) образцы, взятые с маточных насаждений 2022 года посадки и ‘Услада’ (4,244 до 32,154 раз) образцы из коллекции и маточника 2018 и 2022 г. посадки, соответственно, что может быть обусловлено как высокой восприимчивостью данного сорта к вирусу, так и факторами предшествующего культивирования и размножения.

В результате проведения иммуноферментного анализа насаждений малины летней категории «Оригинальные» в 2023 году, также было установлено отсутствие вирусов SLRV, ApMV, ToRSV, TRSV, RRV, TBRV, ArMV. Уровень реинфицирования RBDV составил 4,9 %. Повторное тестирование на наличие вируса кустистой карликовости малины (RBDV) в 2024 году показало отсутствие инфицированных растений, что повышает достоверность проводимых исследований.

В имеющихся коллекционных и маточных насаждениях выделены свободные от вируса кустистой карликовости малины из 25 сортов малины летней (84 образца) отдела ягодных культур и из 8 сортов (58 образцов) отдела биотехнологии РУП «Институт плодоводства». Выделенные образцы сортов будут использованы для дальнейшей научной работы.

Исследования проведены в рамках договора с БРФФИ № Б24 МС-016 от 02 мая 2024 г., задания «Скрининг генетических ресурсов актинидии и малины для интродукции в условиях Европейского Севера и Арктической зоны Российской Федерации и определение оптимального метода размножения выделенных генотипов в культуре in vitro» на 2024–2026 годы

Список литературы/References

1. Волосевич Н.Н., Кухарчик Н. В. Диагностика вируса кустистой карликовости малины (RBDV) методом RT-PCR, Земляробства і ахова раслін. 2010; 6 : 4-6. [Volosevich N.N., Kucharchik N.V. Diagnosis of raspberry bushy dwarf virus (RBDV) by RT-PCR, Agriculture and plant protection. 2010; 6 : 4-6. (In Rus)].
2. Гашенко О.А., Кухарчик Н.В. Оценка распространённости патогенных вирусов малины и оздоровления от RBDV на этапе инициации культуры *in vitro*: Global science and innovation 2022: Central Asia : XVIII межд. науч.-практ. конф., Астана, 2022; 4(18) : 52-56. [Gashenko O.A., Kucharchik N.V. Evaluation of the prevalence of pathogenic raspberry viruses and elimination of RBDV at initiation stage of *in vitro* culture: Global science and innovation 2022: Central Asia : XVIII International Scientific and practical Conference, Astana, 2022; 4(18) : 52-56. (In Rus)].
3. Гашенко О.А., Божидай Т.Н., Колбанова Е.В. и др. Эффективность ИФА и ПЦР-анализа при диагностике *Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV) у растений малины в культуре *in vitro*, Плодоводство. 2023; 35 : 62-68. [Gashenko O.A., Bozhidai T.N., Kolbanova E.V., et al. Effectiveness of ELIZA and PCR-Tests in diagnosis *Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV) in raspberry plants *in vitro* culture, Fruit growing. 2023; 35 : 62-68. (In Rus)]. DOI: 10.47612/013497592023356268.
4. Евдокименко С.Н. Значение оздоровленного от вредоносных вирусов гибридного фонда малины в современной селекции, Садоводство и виноградарство. 2018; 2 : 30-32. [Yevdokimenko S.N. Significance of the raspberry hybrid fund sanitized from malicious viruses in the contemporary breeding, Horticulture and Viticulture. 2018; 3 : 30-32. (In Rus)]. DOI: 10.25556/VSTISP.2018.2.12302.
5. Карпушина М.В., Супрун И.И. Методы и подходы к элиминации вирусов в условиях *in vitro* и *in vivo*, Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020; 63(3) : 254-269. [Karpushina M.V., Suprun I.I. Methods and approaches to virus elimination under *in vitro* and *in vivo* conditions, Fruit growing and viticulture of South Russia. 2020, 63(3) : 254-269. (In Rus)]. DOI: I 10.30679/2219-5335-2020-3-63-254-269.
6. Колбанова Е.В., Божидай Т.Н. Возможность определения вируса кустистой карликовости малины (RBDV) у растений-регенерантов малины в культуре *in vitro* методом DAS-ELISA-теста, Плодоводство. 2018; 30 : 131-135. [Kolbanova E.V., Bozhidai T.N. The possibility of detection of *Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV) in microshoots of raspberry

plants in culture *in vitro* by DAS-ELIZA, Fruit growing. 2018; 30 : 131-135. (In Rus)].
7. Кухарчик Н.В., Гашенко О.А. Создание генобанка сортов малины, свободных от *Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV) в культуре *in vitro*: Наука и образование в современном мире: вызовы XXI: матер. XIV межд. науч.-практ. конф., (сельскохозяйственные науки), Астана, 2023; 5 : 51-57. [Kucharchik N.V., Gashenko O.A. Creation of a raspberry gene bank free from Raspberry bushy dwarf virus (EBV) *in vitro* culture: Science and education in the modern world: challenges of the XXI century: International Scientific and practical Conference, (agricultural sciences), Astana, 2023; 5 : 51-57. (In Rus)]. ISBN: 978-601-332-271-1.
8. Кухарчик Н.В., Кастрицкая М.С., Семенас С.Э. и др. Методика диагностики основных вирусных инфекций плодовых и ягодных культур. Минск: Вараксин А.Н., 2015, 32 с. [Kucharchik N.V., Kastrytskaya M.S., Semenas S.E., et al. Procedure for diagnosing the main viral infections of fruit and berry crops. Minsk: Varaksin A.N., 2015; 32. (In Rus)]. ISBN: 978-985-7128-97-6.
9. Рягузова Т.В. Диагностика вирусов плодово-ягодных культур и современные методы их оздоровления, Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020, 7(1-2) : 130-134. [Ryaguzova T.V. Diagnostics of viruses of fruit and berry crops and modern methods of their improvement, Selection and variety breeding of horticultural crops. 2020, 7(1-2) : 130-134. (In Rus)]. DOI: 10.24411/2500-0454-2020-11234.
10. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д. и др. Распространённость, вредоносность вирусных болезней малины и современные методы оздоровления. Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (земляника, малина), Мичуринск-Наукоград РФ, 2019; 292-307. [Upadyshev M.T., Metlitskaya K.V., Petrova A.D., et al. Prevalence, harmfulness of viral diseases in raspberry and modern sanitation methods. Modern trends of berry growing development in Russia (strawberries, raspberries), Michurinsk-Naukograd RF, 2019; 292-307. (In Rus)]. ISBN: 978-5-89609-576-7.
11. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д. и др. Вирусные болезни на сортах малины *Rubus Idaeus* L. и современные методы оздоровления, Аграрная наука. 2019; 3 : 143-146. [Upadyshev M.T., Metlitskaya K.V., Petrova A.D., et al. Viruses diseases of raspberry and modern sanitation methods, Agrarian science. 2019; 3 : 143-146. (In Rus)]. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-3-143-146.
12. Упадышев М.Т., Петрова А.Д., Метлицкая К.В., и др. Современные способы оздоровления растений плодовых и ягодных культур от вирусов: Актуальные проблемы биотехнологии: оздоровление и размножение плодовых, ягодных, дикорастущих культур и винограда: Всероссийская науч.-практ. конф., Махачкала, 2019; 77-86. [Upadyshev M.T., Petrova A.D., Metlitskaya K.V., et al. Modern ways of improving the health of fruit and berry crops from viruses: Current problems of biotechnology: improvement and propagation of fruit, berry, wild crops and grapes: All-Russian Scientific and practical Conference, Makhachkala, 2019; 77-86. (In Rus)]. ISBN: 978-5-00128-338-6.
13. Упадышев М.Т. Диагностика вирусов плодовых и ягодных культур – важный этап в производстве сертифицированного посадочного материала, Садоводство и виноградарство. 2018; 2 : 43-48. [Upadyshev M.T. Diagnosis of viruses of fruit and small fruit crops is an important stage in the production of certified planting material, Horticulture and Viticulture. 2018; 2 : 43-48. (In Rus)]. DOI: 10.25556/VSTISP.2018.2.12306.
14. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д. Диагностика вредоносных вирусов на сортах малины после культуры *in vitro*, Плодоводство и ягодоводство России. 2017; 48(1) : 272-275. [Upadyshev M.T., Metlitskaya K.V., Petrova A.D. Diagnostics of harmful viruses on raspberry varieties of after *in vitro* culture, Pomiculture and small fruits

culture in Russia. 2017; 48(1) : 272-275. (In Rus)].
15. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Петрова А.Д. Особенности распространения вредоносных вирусов в насаждениях ягодных культур, Сборник научных трудов ГНБС. 2017; 144(2) : 190-193. [Upadyshev M.T., Metlitskaya K.V., Petrova A.D. Features of the spread of harmful viruses in plantations of small berry crops, Woks of the State Nikit. Botan. Gard. 2017; 144(2) : 190-193. (In Rus)].
16. Converse R.H. Virus Diseases of Small Fruits, United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook. 1987; 631 : 277.
17. Egger J. Review of viruses in raspberry production, Master thesis. Plant Sciences. As. 2022; 62.
18. Melike Yurtmen. Raspberry and Blueberry Virus, URL: https://www.intechopen.com/chapters/1137916#. the link is active on: 20.08.2024. DOI: 10.5772/intechopen.1001860.
19. Martin R.R., MacFarlane S., Sabanadzovic S., et al. Viruses and virus diseases of Rubus, Plant Disease. 2013; 97(2) : 168-182. DOI: 10.1094/PDIS-04-12-0362-FE.
20. Stace-Smith R. Red Raspberry Virus Disease, Plant Disease. 1984; 68(4) : 274-279.
21. Tan J.L., Trandem N., Fránová J., et al. Known and Potential Invertebrate Vectors of Raspberry Viruses, Viruses. 2022; 14(571) : 1-23. DOI: 10.3390/v14030571.

PHYTOSANITARY MONITORING RESULTS OF *RASPBERRY BUSHY DWARF VIRUS* IN BELARUS

Gashenko O.A., Kukharchik N.V., Frolova L.V.

Republican Unitary Enterprise Institute of Fruit Growing, Samokhvalovitchy, Minsk region, the Republic of Belarus, e-mail: belhort@belsad.by

The research was carried out in the Biotechnology and Berry Crops Departments of RUE "Institute of Fruit Growing" (Minsk region, in 2023–2024) in collected and parental raspberry plantations. The prevalence of raspberry bushy dwarf virus (RBDV) in raspberry plantations of various purposes and different categories was studied. In 2024, the occurrence of raspberry bushy dwarf virus (RBDV) averaged 11.6 %. There is a significant difference in the intensity of infection of raspberry cultivars. The maximum excess of the optical density of the samples relative to the negative control ($A_0/A_к$) during ELISA diagnostics of RBDV was recorded for raspberry cultivars ‘Meteor’ (from 20,756 to 36,859 times), samples taken from the parental plantings of the planting year 2022, and for ‘Uslada’ (4,244 to 32,154 times), samples from the collection and the mother plantation of the planting year 2018 and 2022, respectively, this suggests contamination of the initial planting material. As a result of ELISA diagnostics of raspberry plantations of the summer category "Original" in 2023, there was established an absence of viruses SLRV, ApMV, ToRSV, TRSV, RRV, TBRV, ArMV. The rate of RBDV reinfection was 4.9 %. Repeated testing for the presence of *Raspberry bushy dwarf virus* (RBDV) in 2024 showed the absence of infected plants, which increases the reliability of ongoing research. In the available collection and mother plantings, raspberries free from bushy dwarf virus were isolated from 25 summer raspberry cultivars (84 cultivar-samples) from

the Berry Crops Department and from 8 cultivars (58 cultivar-samples) from the Biotechnology Department of RUE "Institute of Fruit Growing". The selected samples of the cultivars will be used for further scientific work.

Key words: raspberry, raspberry bushy dwarf virus (RBDV), diagnostics, DAS-ELISA-test, Belarus.