

<https://doi.org/10.47612/2079-3928-2023-1-217-222>
УДК 634.737:581.5:581.522.4(476)

Поступила в редакцию 30.03.2023
Received 30.03.2023

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ РАЗНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НА НАКОПЛЕНИЕ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ, ПЕКТИНОВЫХ И ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПЛОДАХ *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Ж. А. Рупасова¹, Н. Б. Криницкая¹, Д. О. Сулим¹, К. А. Добрянская¹,
В. С. Задаля¹, Н. Б. Павловский¹, А. Г. Павловская¹, Э. И. Коломиец²,
З. М. Алещенкова², М. Н. Мандрик-Литвинкович², И. И. Лиштван³

¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь;

²Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь;

³Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Аннотация. В связи с совершенствованием биологических систем защиты посадок голубики высокорослой от фитопатогенов в условиях Беларуси представляется весьма актуальным и целесообразным использование в этих целях микробных препаратов, обеспечивающее получение высококачественной экологически чистой ягодной продукции, что согласуется с принятым в Республике Беларусь в ноябре 2018 г. Законом «О производстве и обращении органической продукции», запрещающим использование в растениеводческих технологиях любых химических средств, в том числе фунгицидного действия. Для реализации этой цели в Ганцевичском районе Брестской области были впервые проведены испытания нового жидкого бактериального препарата *ХелсБеррин*, разработанного в Институте микробиологии НАН Беларуси на основе клеток, спор и продуктов метаболизма бактерий *Bacillus amyloliquefaciens* Б.16 и *Bacillus amyloliquefaciens* З.9 для защиты плодовых культур от болезней. Наряду с этим было проведено испытание еще одной формы данного препарата в сочетании с 2%-м раствором *Гумата калия*.

Оценку эффективности обозначенных фунгицидов проводили на основе исследования в опытной культуре степени воздействия их разных доз и кратности обработок растений на основные параметры развития и биохимический состав плодов в сравнении с химическим фунгицидом *Беллис*, разрешенным для использования на территории республики на посадках голубики высокорослой. Особый интерес при этом представляло исследование влияния обозначенных препаратов на содержание в ее плодах гидроксикоричных кислот, пектиновых и дубильных веществ (танинов), оказывающих многостороннее физиологическое действие на организм, что и определило цель настоящей работы.

Ключевые слова: голубика; фунгицидные препараты; гидроксикоричные кислоты; пектиновые вещества; дубильные вещества.

Для цитирования. Рупасова Ж. А., Криницкая Н. Б., Сулим Д. О., Добрянская К. А., Задаля В. С., Павловский Н. Б., Павловская А. Г., Коломиец Э. И., Алещенкова З. М., Мандрик-Литвинкович М. Н., Лиштван И. И. Влияние фунгицидных препаратов разной химической природы на накопление гидроксикоричных кислот, пектиновых и дубильных веществ в плодах *Vaccinium corymbosum* L. в условиях Беларуси // Природопользование. – 2023. – № 1. – С. 217–222.

INFLUENCE OF FUNGICIDE PREPARATIONS OF DIFFERENT CHEMICAL NATURE ON THE ACCUMULATION OF HYDROXYCINNAMIC ACIDS, PECTIN AND TANNINS IN *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. FRUIT UNDER THE CONDITIONS OF BELARUS

Zh. A. Rupasova¹, N. B. Krinitskaya¹, D. O. Sulim¹, K. A. Dobryanskaya¹,
V. S. Zadalia¹, N. B. Pavlovsky¹, A. G. Pavlovskaya¹, E. I. Kolomiets²,
Z. M. Aleshchenkova², M. N. Mandrik-Litvinkovich², I. I. Lishtvan³

¹Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus;

²Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus;

³Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract. In connection with the improvement of biological systems for the protection of plantings of tall blueberries from phytopathogens in the conditions of Belarus, it is assumed that it is very likely and promising to use microbial diseases in these cases, improve the increased ecological purity of berry products, which is consistent with the application in Belarus in November 2018 by the Law "On the production and prohibition of organic products", which prohibits

the use of any American products in crop technologies, including the volume of fungicidal action. To achieve this goal, in the Gantsevichi district of the Brest region. For the first time, a new liquid bacterial preparation, *HealthBerrin*, developed at the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, was tested on the basis of cells, spores and food products of *Bacillus amyloliquefaciens* B. 16, *Bacillus amyloliquefaciens* 3.9 bacteria to protect crop fruits from diseases. Along with this, another test of this drug was carried out in doses with a 2 % solution of potassium humate.

Evaluation of the effectiveness of fungicides, carried out on the basis of a study in the experimental culture of the degree of exposure to various doses and the frequency of plant treatments based on the main development parameters and the biochemical composition of the results of the study with the *Bellis* chemical fungicide, approved for use on the territory of the Republic on tall blueberry plantations. Of particular interest was the study of identified diseases for the content in its fruits of hydroxycinnamic acids, pectin and tannin manifestations (tannins), which have a multifaceted physiological effect on the organ, which is determined by the whole essence of the work.

Keywords: blueberries; fungicides; hydroxycinnamic acids; pectins; tannins.

For citation. Rupasova Zh. A., Krinitskaya N. B., Sulim D. O., Dobryanskaya K. A., Zadalja V. S., Pavlovsky N. B., Pavlovskaya A. G., Kolomiets E. I., Aleshchenkova Z. M., Mandrik-Litvinkovich M. N., [Lishtvan I. I.] Influence of fungicide preparations of different chemical nature on the accumulation of hydroxycinnamic acids, pectin and tannins in *Vaccinium corymbosum* L. fruit under the conditions of Belarus. *Nature Management*, 2023, no. 1, pp. 217–222.

Методика и материалы исследований. Исследования выполнены на примере сорта *Bluecrop* голубики высокорослой в рамках двух полевых экспериментов с идентичной шестивариантной схемой обработок растений в период созревания плодов, но при разном уровне плодородия почвы: менее высоким – на экспериментальном участке отраслевой лаборатории интродукции и технологии ягодных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЭБ) и более высоким – расположенном на 10 км севернее крестьянско-фермерского хозяйства «Ягодное лукошко» (КФК):

вариант 1 – контроль (обработка водой);

вариант 2 – обработка растений водно-диспергируемыми гранулами химического фунгицида *Беллис* из расчета 0,8 кг/га при норме расхода 2 г/л;

варианты 3 и 4 – дву- и четырехкратная обработка жидким микробным препаратом *ХелсБеррин* из расчета 20 л/га при норме расхода 50 мл/л соответственно;

варианты 5 и 6 – дву- и четырехкратная обработка жидким биологическим препаратом *ХелсБеррин* в сочетании с 2%-м *Гуматом калия* из расчета 20 л/га при норме расхода 50 мл/л соответственно.

В варианте опыта с двукратной обработкой растений первая по времени совпадала со второй обработкой в варианте с четырехкратной обработкой, тогда как вторая обработка проводилась за 3–5 дней до сбора плодов. В варианте с четырехкратной обработкой первую проводили по завершении цветения растений, две последующие – через каждые 10 дней, а последнюю – за 3–5 дней до сбора плодов. Норма расхода рабочей жидкости на одну обработку составляла 2 л на каждый вариант опыта в двукратной повторности.

Почва на экспериментальном участке отраслевой лаборатории Центрального ботанического сада НАН Беларуси – торфяно-глеевая, мелиорированная, развитая на слое пушицево-сфагнового верхового торфа, подстилаемом с глубины 50 см рыхлым, разнозернистым песком. Торф среднеразложившийся, с зольностью 15 % и содержанием P_2O_5 – 131 мг/кг, K_2O – 180, Ca – 246, Mg – 32 мг/кг. Реакция почвенного раствора (pH_{H_2O}) в пристволевой зоне посадок голубики варьировалась в диапазоне 4,9–6,2, тогда как у мульчирующего слоя (древесные опилки) она составляла 4,9–5,3, а в междурядьях – 4,7–5,1.

Почва на участке КФХ «Ягодное лукошко» – дерново-подзолистая, супесчаная, с содержанием гумуса 3,5 %, P_2O_5 – 285 мг/кг, K_2O – 74, Ca – 982, Mg – 124 мг/кг. Реакция почвенного раствора (pH_{H_2O}) в пристволевой зоне посадок голубики соответствовала области более низких, чем на предыдущем участке, значений – от 3,8 до 4,9, при pH мульчирующего слоя (древесные опилки) в пределах от 4,7 до 4,8, а в междурядьях – от 5,0 до 5,7.

При выполнении аналитических работ в высушенных при температуре 60 °С пробах растительного материала определяли содержание гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [1]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [2]; дубильных веществ (танинов) – титрометрическим методом Левенталя [3]. Все аналитические определения выполнены в двукратной биологической и трехкратной аналитической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Показанные выше различия субстратной основы в полевых экспериментах, на наш взгляд, могли отразиться на восприимчивости опытных растений к воздействию испытываемых фунгицидных препаратов, что нашло подтверждение в результатах биохимических исследований. Как следует из табл. 1, плоды голубики в эксперименте на территории ЭБ характеризовались несколько меньшим, чем в КФХ, содержанием в сухой массе гидроксикоричных кислот, изменявшимся в соответствующих диапазонах – 662,6–1045,2 мг/100 г и 887,4–1061,0 мг/100 г.

При этом аналогичные интервалы изменения содержания пектиновых и дубильных веществ (танинов) были весьма близки в обоих экспериментах и составляли 5,85–6,72 и 5,79–6,80 %, 2,08–2,56 и 2,05–2,37 % соответственно. Вместе с тем ширина приведенных выше диапазонов варьирования исследуемых показателей биохимического состава плодов голубики в рамках обоих полевых экспериментов свидетельствовала об определенном влиянии на них испытываемых фунгицидных препаратов. Для количественной оценки этого влияния были определены относительные различия данных показателей с контролем в вариантах опытов с применением последних, приведенные в табл. 2. Различия эдафических условий в данных экспериментах оказали существенное влияние на темпы биосинтеза в ягодной продукции гидроксикоричных кислот. Так, в опыте на ЭБ большинство испытываемых агроприемов обуславливали активизацию их накопления на 12–50 % относительно контроля, наиболее существенную на фоне обработок растений ХелсБеррином в сочетании с Гуматом калия, и лишь при отдельном четырехкратном применении *ХелсБеррина* отмечено незначительное снижение содержания данных соединений. При этом в эксперименте на территории КФХ наблюдалась противоположная картина, свидетельствующая об обеднении ими плодов голубики на 13–16 % по сравнению с контролем.

Таблица 1. Содержание гидроксикоричных кислот, пектиновых и дубильных веществ (в сухой массе) в плодах *V. corymbosum* в вариантах полевых опытов

Table 1. The content of hydroxycinnamic acids, pectin and tannins (in dry weight) in the fruits of *V. corymbosum* in the variants of field experiments

Показатель	Гидроксикоричные кислоты, мг/100 г		Пектиновые вещества, %		Дубильные вещества, %	
	$X \pm st$	t_{CT}	$X \pm st$	t_{CT}	$X \pm st$	t_{CT}
<i>Отраслевая лаборатория интродукции и технологии ягодных растений</i>						
1. Контроль	698,1 ± 6,8	–	5,85 ± 0,04	–	2,08 ± 0,01	–
2. Беллис	792,8 ± 6,8	9,8*	6,05 ± 0,05	3,0*	2,27 ± 0,03	4,6*
3. Х/Б, 2-я обработка	781,0 ± 20,5	3,8*	6,25 ± 0,04	6,7*	2,12 ± 0,01	1,7
4. Х/Б, 4-я обработка	662,6 ± 6,8	–3,7*	6,43 ± 0,05	9,5*	2,56 ± 0,01	18,6*
5. Х/Б + Гумат К, 2-я обработка	934,8 ± 6,8	24,5*	6,62 ± 0,04	12,9*	2,43 ± 0,01	13,6*
6. Х/Б + Гумат К, 4-я обработка	1045,2 ± 14,2	22,0*	6,72 ± 0,05	12,7*	2,43 ± 0,01	13,6*
<i>Крестьянско-фермерское хозяйство «Ягодное лукошко»</i>						
1. Контроль	1061,0 ± 3,9	–	5,79 ± 0,05	–	2,05 ± 0,01	–
2. Беллис	887,4 ± 6,8	–22,0*	6,13 ± 0,07	4,1*	2,18 ± 0,01	4,7*
3. Х/Б, 2-я обработка	922,9 ± 6,8	–17,5*	6,37 ± 0,04	9,0*	2,25 ± 0,01	5,4*
4. Х/Б, 4-я обработка	919,0 ± 10,4	–12,7*	6,48 ± 0,05	10,0*	2,31 ± 0,01	9,2*
5. Х/Б + Гумат К, 2-я обработка	1057,0 ± 3,9	–0,7	6,68 ± 0,04	13,4*	2,37 ± 0,01	12,4*
6. Х/Б + Гумат К, 4-я обработка	922,9 ± 6,8	–17,5*	6,80 ± 0,04	15,7*	2,37 ± 0,01	12,4*

* Статистически значимые по *t*-критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

Таблица 2. Относительные различия с контролем вариантов опыта с применением фунгицидных препаратов по характеристикам биохимического состава плодов *V. corymbosum*, %

Table 2. Relative differences with the control variants of the experiment with the use of fungicidal preparations according to the characteristics of the biochemical composition of the fruits of *V. corymbosum*, %

Показатель	Вариант опыта				
	Беллис	Х/Б, 2-я обработка	Х/Б, 4-я обработка	Х/Б + Гумат К, 2-я обработка	Х/Б + Гумат К, 4-я обработка
<i>Отраслевая лаборатория интродукции и технологии ягодных растений</i>					
Гидроксикоричные кислоты	+13,6	+11,9	–5,1	+33,9	+49,7
Пектиновые вещества	+3,4	+6,8	+9,9	+13,2	+14,9
Дубильные вещества	+9,1	–	+23,0	+16,8	+16,8
Совокупный эффект	+26,1	+18,7	+27,8	+63,9	+81,4
<i>Крестьянско-фермерское хозяйство «Ягодное лукошко»</i>					
Гидроксикоричные кислоты	–16,4	–13,0	–13,4	–	–13,0
Пектиновые вещества	+5,9	+10,0	+11,9	+15,4	+17,4
Дубильные вещества	+6,3	+9,8	+12,7	+15,6	+15,6
Совокупный эффект	–4,2	+6,8	+11,2	+31,0	+20,0

Примечание. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

Вместе с тем в обоих экспериментах под действием испытываемых фунгицидов выявлены однотипные тенденции в активизации биосинтеза пектиновых и дубильных веществ, наиболее выразительные при использовании микробных препаратов и приведшие к увеличению их содержания на территории ЭБ на 3–15 и 9–23 %, на территории КФХ – на 6–17 и 6–16 % относительно контроля соответственно. Для выявления интегральной картины результативности фунгицидных препаратов разной химической природы в отношении исследуемых органических соединений в каждом варианте обоих экспериментов было осуществлено суммирование относительных размеров выявленных различий с контролем параметров их накопления и с учетом знака, дающее представление о совокупном эффекте от испытываемых агроприемов (см. табл. 2).

Как видим, позитивное действие испытываемых препаратов на совокупность данных биохимических характеристик плодов голубики в опыте на ЭБ оказалось в среднем в 2–4 раза выше, нежели в условиях КФХ, причем в обоих экспериментах наиболее успешными в этом плане были обработки растений *ХелсБеррином* в сочетании с *Гуматом калия* – четырехкратные в первом случае и двукратные во втором. При этом в опыте на ЭБ наименее результативным следовало признать двукратное применение *ХелсБеррина*, тогда как на территории КФХ – использование химического фунгицида *Беллис*, для которого был показан даже незначительный совокупный отрицательный эффект.

На основании результатов биохимического скрининга плодов *V. corymbosum* в рамках обоих полевых экспериментов были выявлены варианты с наибольшими и соответственно наименьшими значениями исследуемых показателей. Как следует из табл. 3, в опыте на территории ЭБ наиболее высоким содержанием гидроксикоричных кислот и пектиновых веществ характеризовалась ягодная продукция варианта с четырехкратной обработкой растений *ХелсБеррином* в сочетании с *Гуматом калия*, а дубильных веществ – продукция варианта с четырехкратной обработкой *ХелсБеррином*, обеспечившей минимальное накопление в ней гидроксикоричных кислот. На фоне двукратного применения данного препарата выявлено наименьшее содержание в плодах дубильных веществ, сопоставимое с таковым в контроле, характеризовавшемся также минимальным накоплением пектиновых веществ.

Таблица 3. Варианты полевых опытов с наибольшими (max) и наименьшими (min) биохимическими характеристиками плодов *V. corymbosum*

Table 3. Variants of field experiments with the highest (max) and lowest (min) biochemical characteristics of *V. corymbosum* fruits

Показатель	Вариант опыта					
	Контроль	Беллис	Х/Б, 2-я обработка	Х/Б, 4-я обработка	Х/Б + Гумат К, 2-я обработка	Х/Б + Гумат К, 4-я обработка
<i>Отраслевая лаборатория интродукции и технологии ягодных растений</i>						
Гидроксикоричные кислоты	–	–	–	min	–	max
Пектиновые вещества	min	–	–	–	–	max
Дубильные вещества	min	–	min	max	–	–
<i>Крестьянско-фермерское хозяйство «Ягодное лукошко»</i>						
Гидроксикоричные кислоты	max	min	–	–	max	–
Пектиновые вещества	min	–	–	–	–	max
Дубильные вещества	min	–	–	–	max	max

Примечание. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

В отличие от эксперимента на ЭБ, в полевом опыте на территории КФХ максимальное содержание в плодах гидроксикоричных кислот, сопоставимое с таковым в контроле, установлено при двукратной обработке растений *ХелсБеррином* в сочетании с *Гуматом калия*, обусловившей также наиболее высокое содержание в них дубильных веществ. Вместе с тем, как и в эксперименте на ЭБ, максимальное накопление пектиновых веществ все же было выявлено при четырехкратной обработке растений данными препаратами, тогда как минимальное, как, впрочем, и дубильных веществ, – в контрольном варианте опыта. При этом наименьшее содержание гидроксикоричных кислот установлено при использовании химического препарата *Беллис*.

Заключение. В результате исследования влияния фунгицидных препаратов – химического *Беллис* и бактериальных *ХелсБеррина* и *ХелсБеррина*, в сочетании с *Гуматом калия* при дву- и четырехкратных обработках растений на содержание гидроксикоричных кислот, пектиновых и дубильных веществ в плодах голубики высокорослой в рамках двух полевых экспериментов с идентичной шестивариантной схемой, но при разном уровне плодородия почвы: менее высоком – на экспериментальной базе Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЭБ) и более высоком – расположенном на 10 км севернее крестьянско-фермерском хозяйстве «Ягодное лукошко» (КФХ), установлено следующее.

В полевом опыте на ЭБ большинство испытываемых агроприемов обуславливали активизацию накопления гидроксикоричных кислот на 12–50 % относительно контроля, наибольшую на фоне обработок растений *ХелсБеррином* в сочетании с *Гуматом калия*, тогда как в эксперименте на территории КФХ наблюдалась противоположная картина, указывавшая на обеднение ими плодов голубики на 13–16 %. В обоих экспериментах под действием испытываемых фунгицидов выявлены однотипные тенденции в активизации биосинтеза пектиновых и дубильных веществ на 3–15 и 9–23 % на территории ЭБ и на 6–17 и 6–16 % – в КФХ.

Позитивное действие испытываемых препаратов на совокупность исследуемых биохимических характеристик в опыте на менее плодородной почве на ЭБ 2–4 раза превышало таковое на более плодородном субстрате в КФХ при наибольшей результативности применения *ХелсБеррина* в сочетании с *Гуматом калия* – четырехкратного в первом случае и двукратного во втором.

Список использованных источников

1. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники : автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук / Н. Г. Марсов. – Пермь, 2006. – С. 99–101.
2. Ермакова, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермакова. – 3-е изд. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
3. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М. : Медицина, 1987. – Вып. 1 : Общие методы анализа. – С. 286–287.

References

1. Marsov N. G. *Fitokhimicheskoye izucheniye i biologicheskaya aktivnost' brusniki, klyukvy i cherniki: avtoref. dis. ... kand. farmatsevt. nauk* [Phytochemical study and biological activity of lingonberries, cranberries and blueberries. Dr. pharmacist. sci. diss. abstract]. Perm', 2006, pp. 99–101. (in Russian)
2. Ermakova A. I. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical research of plants]. 3rd ed. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1987, 430 p. (in Russian)
3. *Opredeleniye soderzhaniya dubil'nykh veshchestv v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye* [Determination of the content of tannins in medicinal plant materials]. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR = State Pharmacopoeia of the USSR*. Moscow, Medicine Publ., 1987, iss. 1, General methods of analysis, pp. 286–287. (in Russian)

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна – член-корреспондент, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией химии растений, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь). E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Криницкая Наталья Болеславовна – научный сотрудник, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь). E-mail: vasileuskaya@cbg.org.by

Сулим Дарья Олеговна – младший научный сотрудник, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь). E-mail: vasileuskaya@cbg.org.by

Добрянская Ксения Андреевна – младший научный сотрудник, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь). E-mail: vasileuskaya@cbg.org.by

Information about the authors

Zhanna A. Rupasova – Corresponding Member, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Lab of Plant Chemistry, State Scientific Institution "Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus" (Surganova Str., 2v, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Natalya B. Krinitskaya – Researcher, State Scientific Institution "Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus" (Surganova Str., 2v, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: vasileuskaya@cbg.org.by

Daria O. Sulim – Junior Researcher, State Scientific Institution "Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus" (Surganova Str., 2v, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: vasileuskaya@cbg.org.by

Ksenia A. Dobryanskaya – Junior Researcher, State Scientific Institution "Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus" (Surganova Str., 2v, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: vasileuskaya@cbg.org.by

Задаля Виктория Сергеевна – научный сотрудник, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь). E-mail: zada.93@mail.ru

Павловский Николай Болеславович – заведующий лабораторией интродукции и технологии ягодных растений, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь). E-mail: pavlovskiy@tut.by

Павловская Алла Генриховна – научный сотрудник, ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Беларусь). E-mail: pavlovskiy@tut.by

Коломиец Эмилия Ивановна – академик, доктор биологических наук, генеральный директор ГНПО «Химический синтез», директор, заведующий лабораторией средств биологического контроля Института микробиологии НАН Беларуси (ул. Академика Купревича, 2, 220141, г. Минск, Беларусь). E-mail: kolomiets@mbio.bas-net.by

Алещенкова Зинаида Михайловна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. Академика Купревича, 2, 220141, г. Минск, Беларусь). E-mail: aleschenkova@mbio.bas-net.by

Мандрик-Литвинкович Марина Николаевна – доктор биологических наук, заведующий лабораторией молекулярной диагностики и биологического контроля фитопатогенных микроорганизмов, Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. Академика Купревича, 2, 220141, г. Минск, Беларусь). E-mail: aleschenkova@mbio.bas-net.by

Лиштван Иван Иванович – академик, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: info@nature-nas.by

Victoria S. Zadalia – Researcher, State Scientific Institution "Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus" (Surganova Str., 2v, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: zada.93@mail.ru

Nikolai B. Pavlovsky – Ph. D. (Biology), Head of the Lab of introduction and technology of berry plants, State Scientific Institution "Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus" (Surganova Str., 2v, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: pavlovskiy@tut.by

Alla G. Pavlovskaya – Researcher, State Scientific Institution "Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus" (Surganova Str., 2v, 220012, Minsk, Belarus). E-mail: pavlovskiy@tut.by

Emilia I. Kolomiets – Academician, D. Sc. (Biology), Director General of SNPO "Chemical Synthesis", Director, Head of the Lab of Biological Control Means of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus (Academika Kuprevicha Str., 2, 220141, Minsk, Belarus). E-mail: kolomiets@mbio.bas-net.by

Zinaida M. Aleshchenkova – D. Sc. (Biology), Chief Researcher, Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus (Academika Kuprevicha Str., 2, 220141, Minsk, Belarus). E-mail: aleschenkova@mbio.bas-net.by

Marina N. Mandrik-Litvinkovich – D. Sc. (Biology), Head of the Lab of molecular diagnostics and biological control of phytopathogenic microorganisms, Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus (Academika Kuprevicha Str., 2, 220141, Minsk, Belarus). E-mail: aleschenkova@mbio.bas-net.by

Ivan I. Lishtvan – Academician, D. Sc. (Technical), Professor, Chief Researcher, Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: info@nature-nas.by
