

ISSN 1561-8323 (Print)

ISSN 2524-2431 (Online)

УДК 634.739.3:736(476)

<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2025-69-2-137-143>

Поступило в редакцию 18.11.2024

Received 18.11.2024

Член-корреспондент Ж. А. Рупасова¹, Н. Б. Павловский¹, академик Ф. И. Привалов¹,
М. Н. Мандрик-Литвинкович², академик Э. И. Коломиец²

¹Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь

²Химический синтез и биотехнологии, Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ И РЕГУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ НА БИОФЛАВОНОИДНЫЙ КОМПЛЕКС ПЛОДОВ *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. (ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Аннотация. Приведены результаты сравнительного исследования состава Р-витаминного комплекса плодов голубики высокорослой в зависимости от обработок опытной культуры биологическими регуляторами роста Оксидат торфа с микроэлементами и Ростмомент (каждый в концентрации 0,4 %), а также новым бактериальным препаратом фунгицидного действия Экоберит в концентрациях 1, 2 и 5 %. Наиболее выраженное стимулирующее действие на биосинтез собственно антоцианов, катехинов и общий выход биофлавоноидов оказывал Оксидат торфа. Экоберит в концентрации 5 % преимущественно стимулировал образование катехинов, в концентрации 2 % – флавонолов, а в концентрации 1 % ингибировал синтез лейкоантоцианов, собственно антоцианов, но при этом оказывал стимулирующее действие на образование катехинов и флавонолов. Применение Ростмомента снижало синтез лейкоантоцианов, антоциановых пигментов и катехинов, что в целом привело к обеднению плодов биофлавоноидами. Максимальная эффективность обогащения ягодной продукции голубики Р-витаминами достигалась при обработке растений Оксидатом торфа в концентрации 0,4 % и Экоберитом в концентрациях 2 и 5 %.

Ключевые слова: голубика высокорослая, плоды, биофлавоноидный комплекс, антоциановые пигменты, флавонолы, катехины, биологические фунгицидные препараты

Для цитирования. Влияние биологических средств защиты и регуляции роста растений на биофлавоноидный комплекс плодов *Vaccinium corymbosum* L. (голубики высокорослой) в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова, Н. Б. Павловский, Ф. И. Привалов [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2025. – Т. 69, № 2. – С. 137–143. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2025-69-2-137-143>

Corresponding Member Zhanna A. Rupasova¹, Nikolay B. Pavlovsky¹, Academician Fedor I. Privalov¹,
Marina N. Mandrik-Litvinkovich², Academician Emilia I. Kolomiets²

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

²Chemical Synthesis and Biotechnology, Minsk, Republic of Belarus,

THE EFFECT OF BIOPREPARATION FOR PLANT PROTECTION AND GROWTH REGULATION ON BIOFLAVONOID COMPLEX OF *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. (Highbush blueberry) IN THE CONDITIONS OF BELARUS

Abstract. The results of a comparative study of the composition of the P-vitamin complex of tall blueberry fruits are presented depending on the treatments of the experimental crop with biological growth regulators Oxidate torpha with trace elements and Rostmoment (each in a concentration of 0.4 %), as well as various concentrations (1, 2 and 5 %) of a new bacterial preparation of fungicidal action Ecoberit. Oxidate torpha had the most pronounced stimulating effect on the biosynthesis of anthocyanins, catechins and the total yield of bioflavonoids. Ecoberit at a concentration of 5 % mainly stimulated the formation of catechins, at a concentration of 2 % – flavonols, and at a concentration of 1 % it inhibited the synthesis of leucoanthocyanins, anthocyanins proper, but at the same time had a stimulating effect on the formation of catechins and flavonols. The use of Rostmoment reduced the synthesis of leucoanthocyanins, anthocyanin pigments and catechins, which generally led to fruit depletion with bioflavonoids. The maximum efficiency of enriching blueberry berry products with P-vitamins is achieved by treating plants with Oxidate torpha in concentration 0.4 % and Ecoberit in concentrations of 2 and 5 %.

Keywords: highbush blueberry, fruits, bioflavonoid complex, anthocyanin pigments, flavonols, catechins, biological fungicidal preparations

For citation. Rupasova Zh. A., Pavlovsky N. B., Privalov F. I., Mandrik-Litvinkovich M. N., Kolomiets E. I. The effect of biopreparation for plant protection and growth regulation on bioflavonoid complex of *Vaccinium corymbosum* L. (highbush blueberry) in the conditions of Belarus. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2025, vol. 69, no. 2, pp. 137–143 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2025-69-2-137-143>

Введение. Общеизвестно, что плоды голубики высокорослой являются природным источником широкого спектра биологически активных соединений, в том числе биофлавоноидов, оказывающих на организм человека многостороннее, в том числе Р-витаминное, действие при наиболее выраженной физиологической активности антоциановых пигментов, катехинов и флавонолов [1]. Высокие пищевые и лечебно-профилактические свойства плодов данного вида позволяют отнести их к продуктам премиум-класса, используемым в детском и диетическом питании населения. Исследованиями ученых Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси, выполненными в разные годы во всех агроклиматических зонах республики, подтверждена повышенная способность интродуцированных сортов голубики высокорослой к биосинтезу в плодах биофлавоноидов, но вместе с тем показана выраженная зависимость параметров их накопления от воздействия как регулируемых, так и нерегулируемых абиотических факторов [2].

В результате мониторинговых исследований фитосанитарной ситуации в насаждениях голубики в юго-западной части Беларуси [3] выявлена значительная поражаемость растений болезнями, доминирующее положение среди которых принадлежит ожогу побегов, или раку стеблей (*Fusicoccum putrefaciens*), а также фомопсисному увяданию ветвей (*Phomopsis vaccinii*), что негативно сказывается не только на урожайности, но и на качестве плодов. В последние годы в мировой практике при проведении защитных мероприятий на промышленных плантациях данной культуры для получения высококачественной экологически чистой ягодной продукции широко практикуется применение микробных препаратов фунгицидного действия. Но поскольку большинство из них обладает направленным спектром антимикробного действия к отдельным патогенам, это инициировало создание белорусскими учеными экологически безопасных биопестицидов комплексного действия с фитозащитной активностью, предназначенных для повышения продуктивности голубики, одним из которых явился бактериальный препарат фунгицидного действия Экоберит. Он представляет собой консорциум из штаммов бактерий рода *Bacillus* с ростстимулирующей, антимикробной, азотфиксирующей и фосфатмобилизующей активностями. Предполагается, что его применение при производстве саженцев голубики и обработке прикустовой зоны плодоносящих растений позволит получать посадочный материал и ягодную продукцию высокого качества.

Вместе с тем учитывая экспериментально установленную нами в плодах зависимость скорости биосинтеза органических соединений разной химической природы от воздействия внешних факторов [4; 5], следовало ожидать, что с применением данного препарата могут изменяться биохимические характеристики ягодной продукции, в том числе содержание биофлавоноидов, и обусловленный ими уровень Р-витаминной и антиоксидантной активности. В связи с этим в 2024 г. в условиях опытной культуры на генеративных растениях районированного сорта Bluescop голубики высокорослой проведены сравнительные исследования влияния разных доз Экоберита и двух видов биологических препаратов ростстимулирующего действия – регулятора роста Ростомонт, а также Оксидата торфа «Голубика» с микроэлементами на биофлавоноидный комплекс плодов. Действующим веществом первого из них являются дрожжи рода *Saccharomyces* и продукты их метаболизма, а его препаративная форма представлена водорастворимыми гранулами (ВГ) с количеством жизнеспособных клеток в пределах 10 ± 3 %. Второй препарат представляет собой 4 %-ный водный концентрат биологически активных веществ, содержащихся в природном продукте – торфе. В состав препарата входят гуминовые и фульвовые кислоты – до 80 %, 16 аминокислот, из которых 9 незаменимых, моно- и полисахариды, фенолы, хиноны, макро- и микроэлементы, а также производные витаминов группы В, D, D₃, РР.

Материалы и методы исследования. Полевые исследования выполнены в южной агроклиматической зоне республики (Ганцевичский р-н Брестской обл.). На протяжении весеннего периода температурный фон значительно превышал среднюю многолетнюю норму при дефиците атмосферных осадков в марте и в наибольшей степени в мае на фоне их избыточного выпадения в апреле, обусловившего достаточное увлажнение почвы и тем самым обеспечившего весьма комфортные условия для развития и более раннего, чем обычно, прохождения фенологических фаз опытными растениями.

Почва экспериментального участка – торфяно-глеевая, мелиорированная, развитая на слое пушицево-сфагнового верхового торфа, подстилаемого с глубины 50 см рыхлым, разнозернистым песком. Торф среднеразложившийся, с зольностью 15 % и содержанием P_2O_5 – 131, 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.

Схема опыта включала 6 вариантов обработки растений: 1 – контроль (обработка водой); 2, 3 – обработка 0,4 %-ными водными растворами препаратов Ростмомент и Оксидат торфа соответственно; 4–6 – обработка 1, 2 и 5 %-ными водными растворами Экоберита соответственно. Полив и обработки растений обозначенными препаратами осуществлялись в начале фазы бутонизации и далее 4 раза с интервалом в 15–20 дней до начала созревания плодов при норме расхода рабочего раствора 10 л/растение.

В период плодоношения опытных растений в высушенных при температуре 60 °С измельченных пробах плодов голубики каждого варианта определяли содержание основных компонентов биофлавоноидного комплекса, в том числе суммарное количество антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [6], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [7]; собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметрическим методом [8, 9]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [9]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Как и следовало ожидать, плоды голубики оказались весьма богаты биофлавоноидами, общее количество которых изменялось по вариантам опыта в диапазоне 8909–14776 мг/100 г сухой массы при расхождении в нем крайних значений в 1,7 раза, что однозначно указывало на существенное влияние испытываемых агроприемов на параметры накопления этих чрезвычайно ценных в физиологическом плане соединений (табл. 1).

Доминирующее положение в составе биофлавоноидного комплекса плодов голубики принадлежало антоциановым пигментам, общая доля которых при содержании 5408–11362 мг/100 г составляла 61–77 % (табл. 2). При этом на долю собственно антоцианов, содержание которых изменялось в интервале 2540–7620 мг/100 г, приходилось 27–52 %, тогда как относительная доля лейкоантоцианов при содержании 2128–3842 мг/100 г составляла 24–39 %. Долевое участие флавонолов в Р-витаминном комплексе плодов голубики в рамках эксперимента варьировалось в диапазоне 18–36 % при содержании 2299–3696 мг/100 г, тогда как таковое катехинов не превышало 3–7 % при содержании 248–674 мг/100 г.

Вместе с тем на фоне применения испытываемых фунгицидных препаратов в составе данного комплекса обнаружены заметные сдвиги в соотношении основных групп полифенолов относительно контроля, указывавшие на то, что их применение, за исключением Оксидата торфа, способствовало снижению в нем долевого участия общего количества антоциановых пигментов на 7–11 %, особенно на фоне обработок Ростмоментом, а также минимальной дозой Экоберита. Столь значительное ослабление позиций данных соединений в составе Р-витаминного комплекса в большинстве случаев было обусловлено снижением относительной доли лейкоантоцианов на 5–15 %, наиболее значительным и примерно одинаковым при использовании Ростмолента и Оксидата торфа. При этом в последнем случае отмечено максимальное в эксперименте увеличение доли собственно антоцианов (почти на 20 % по сравнению с контролем), обусловившее, в отличие от остальных вариантов с обработками, усиление позиций антоциановых пигментов в целом на 5 % относительно контроля. Менее выразительное, чем при использовании Оксидата торфа, увеличение долевого участия собственно антоцианов в составе биофлавоноидного комплекса плодов голубики, не превышавшее 3–4 % относительно контроля, наблюдалось также при использовании Ростмолента, а также максимальной дозы Экоберита, но это, тем не менее, не способствовало повышению в нем роли антоциановых пигментов в целом.

Т а б л и ц а 1. Содержание биофлавоноидов в сухой массе плодов голубики высокорослой в вариантах полевого опыта с применением биопрепаратов, мг/100 г

T a b l e 1. Content of bioflavonoids in the dry mass of highbush blueberry fruits in field experiment variants with plant treatments with biopreparations, mg/100 g

Вариант опыта Experimental variant	Собственно антоцианы Anthocyanins proper		Лейкоантоцианы Leucoanthocyanins		Сумма антоциановых пигментов Total anthocyanin pigments	
	$X \pm st$	t_{ct}	$X \pm st$	t_{ct}	$X \pm st$	t_{ct}
Контроль	3220,0 ± 20,0	—	3774,0 ± 50,0	—	6994,0 ± 32,6	—
Ростмомент, 0,4 %	3280,0 ± 52,9	1,1	2128,0 ± 84,7	−16,7*	5408,0 ± 137,6	−11,2*
Оксидат торфа, 0,4 %	7620,0 ± 227,2	19,3*	3742,0 ± 373,9	−0,1	11362,0 ± 187,5	23,0*
Экоберит, 1 %	2540,0 ± 80,0	−8,2*	3258,0 ± 97,5	−4,7*	5798,0 ± 32,2	−26,1*
Экоберит, 2 %	3360,0 ± 11,5	6,1*	3842,0 ± 68,0	0,8	7202,0 ± 58,1	3,1*
Экоберит, 5 %	3660,0 ± 91,7	4,7*	3022,0 ± 121,7	−5,7*	6682,0 ± 32,6	−6,8*
	Флавонолы Flavonols		Катехины Catechins		Сумма биофлавоноидов Total bioflavonoids	
	$X \pm st$	t_{ct}	$X \pm st$	t_{ct}	$X \pm st$	t_{ct}
Контроль	2299,0 ± 29,4	—	394,0 ± 7,2	—	9687,0 ± 54,2	—
Ростмомент, 0,4 %	3252,8 ± 17,0	28,0*	248,0 ± 11,1	−11,0*	8908,8 ± 114,1	−6,2*
Оксидат торфа, 0,4 %	2741,8 ± 90,1	4,7*	672,0 ± 12,5	19,3*	14775,8 ± 259,2	19,2*
Экоберит, 1 %	3184,7 ± 61,4	13,0*	582,0 ± 6,9	18,8*	9564,7 ± 88,5	−1,2
Экоберит, 2 %	3695,5 ± 136,3	10,0*	492,0 ± 6,9	9,8*	11389,5 ± 125,0	12,5*
Экоберит, 5 %	2912,1 ± 29,5	14,7*	674,2 ± 0,9	38,6*	10268,3 ± 27,4	9,6*

П р и м е ч а н и е. * – статистически значимые по t -критерию Стьюдента различия с контролем при $p < 0,05$.

N o t e: * – statistically significant differences with the control according to Student's t -test at $p < 0.05$.

Т а б л и ц а 2. Долевое участие основных групп биофлавоноидов в составе Р-витаминного комплекса плодов *V. corymbosum* в вариантах полевого опыта, %

T a b l e 2. Proportion of the main groups of bioflavonoids in the P-vitamin complex of *V. corymbosum* fruits in field experiment variants, %

Вариант опыта Experimental variant	Собственно антоцианы Anthocyanins proper	Лейкоантоцианы Leucoanthocyanins	Сумма антоциановых пигментов Total anthocyanin pigments	Флавонолы Flavonols	Катехины Catechins
Контроль	33	39	72	24	4
Ростмомент, 0,4 %	37	24	61	36	3
Оксидат торфа, 0,4 %	52	25	77	18	5
Экоберит, 1 %	27	34	61	33	6
Экоберит, 2 %	29	34	63	33	4
Экоберит, 5 %	36	29	65	28	7

Заметим, что снижение долевого участия последних в составе Р-витаминного комплекса плодов в большинстве опытных вариантов с обработками по сравнению с контролем сопровождалось увеличением такового флавонолов на 4–12 %, наиболее значительным при использовании Ростмомента, и лишь на фоне применения Оксидата торфа наблюдалось ослабление в нем роли данных соединений (табл. 2). Что касается катехинов, то из-за незначительной их доли в составе данного комплекса, ограниченного лишь 3–7 %, различия с контролем по этому признаку вариантов с обработками оказались маловыразительными и не превышали 1–3 %. Тем не менее нельзя не обратить внимания на тенденцию к увеличению долевого участия катехинов на фоне испытываемых агроприемов, особенно при использовании максимальной дозы Экоберита.

Как видим, доминирующей тенденцией в изменении соотношения основных компонентов Р-витаминного комплекса плодов голубики при внесении испытываемых биопрепаратов являлось снижение в нем долевого участия антоциановых пигментов на 7–11 % относительно контроля. Указанная закономерность наиболее ярко проявлялась при обработках Ростмоментом, а также минимальной дозой Экоберита преимущественно за счет ослабления позиций лейкоантоцианов на фоне усиления таковых флавонолов и отчасти катехинов. Лишь применение Окси-

дата торфа, несмотря на максимальное в эксперименте снижение доли лейкоантоцианов, сопоставимое с таковым при использовании Ростмомента, напротив, способствовало усилению роли антоциановых пигментов в результате значительной активизации биосинтеза собственно антоцианов.

Для количественной оценки степени влияния испытываемых агроприемов на биофлавоноидный комплекс плодов голубики в вариантах с применением испытываемых биопрепаратов были определены относительные различия с контролем исследуемых показателей, приведенные в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Относительные различия с контролем вариантов полевого опыта с применением биопрепаратов по содержанию в плодах биофлавоноидов, %

Table 3. Relative differences with the control of field experiment variants with plant treatments with fungicidal preparations in terms of bioflavonoid content in fruits, %

Показатель Index	Ростмомент, 0,4 % Rostmoment, 0.4 %	Оксидат торфа, 0,4 % Oxidate torpha, 0.4 %	Экоберит Ecoberit		
			1 %	2 %	5 %
Собственно антоцианы	–	+136,6	–21,1	+4,3	+13,7
Лейкоантоцианы	–43,6	–	–13,7	–	–19,9
Сумма антоциановых пигментов	–22,7	+62,5	–17,1	+3,0	–4,5
Катехины	–37,1	+70,6	+47,7	+24,9	+71,1
Флавонолы	+41,5	+19,3	+38,5	+60,7	+26,7
Сумма биофлавоноидов	–8,0	+52,5	–	+17,6	+6,0
Совокупный эффект	–69,9	+341,5	+34,3	+110,5	+93,1

П р и м е ч а н и е. Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.

N o t e. A dash indicates the absence of statistically significant differences with the control according to Student's *t*-test at $p < 0.05$.

Таким образом, наиболее эффективным агроприемом в обогащении ягодной продукции биофлавоноидами оказалось внесение Оксидата торфа, что подтверждалось увеличением их общего количества на 53 % по сравнению с контролем, преимущественно за счет активизации биосинтеза собственно антоцианов и катехинов. Внесение Экоберита способствовало обогащению плодов лишь катехинами на 25–71 % и флавонолами на 27–61 %, наибольшему в первом случае при использовании его максимальной, а во втором – средней концентрации и сопровождавшемся заметным ослаблением либо крайне незначительным усилением накопления антоциановых пигментов. Противоположные по знаку изменения в содержании обозначенных соединений обусловили отсутствие значимых различий с контролем по общему количеству Р-витаминов при использовании минимальной дозы этого препарата, тогда как применение его более высоких доз способствовало усилению накопления в плодах биофлавоноидов на 6–18 % при наибольшей результативности 2 %-ной концентрации Экоберита. Заметим, что данный эффект был обусловлен преимущественно активизацией биосинтеза флавонолов, а на фоне его максимальной концентрации – катехинов (табл. 3). Лишь в единичном случае – при применении Ростмомента выявлено обеднение плодов Р-витаминами на 8 % по сравнению с контролем, связанное с ингибированием биосинтеза катехинов и близких им по химической природе лейкоантоцианов на 37 и 44 % соответственно. При этом, несмотря на отсутствие различий с контролем в содержании собственно антоцианов при активизации накопления флавонолов на 42 %, в изменении суммарного количества биофлавоноидов под действием данного препарата был получен отрицательный эффект.

На основании полученных результатов выявлены варианты опыта с наибольшими и соответственно наименьшими значениями анализируемых признаков. Так, наиболее выраженное индивидуальное стимулирующее действие на накопление в плодах собственно антоцианов и общий выход биофлавоноидов оказывало использование Оксидата торфа, а флавонолов – применение Экоберита в 2 %-ной концентрации. При этом минимальное содержание в плодах флавонолов выявлено в контроле, лейкоантоцианов и катехинов – при использовании Ростмомента, а собственно антоцианов – при внесении в почву минимальной дозы Экоберита.

Для выявления интегральной картины результативности испытываемых биопрепаратов в отношении исследуемых компонентов биофлавоноидного комплекса плодов голубики, в каждом варианте опыта было осуществлено суммирование относительных размеров выявленных различий с контролем показателей накопления данных соединений, с учетом их знака, дающее представление о совокупном результирующем эффекте от испытываемых агроприемов (табл. 3). Как видим, только применение Ростмонта оказало весьма выразительное ингибирующее воздействие на биосинтез Р-витаминов, тогда как при использовании Экоберита и Оксидата торфа получены позитивные результаты, причем более значительные во втором случае. При этом для бактериального препарата наименее эффективным приемом в плане обогащения плодов биофлавоноидами оказалось использование его в минимальной испытанной концентрации (1 %), а наиболее результативным – в концентрации 2 %.

Закключение. В результате сравнительного исследования в опытной культуре влияния биологических препаратов – регуляторов роста Ростмонт и Оксидат торфа с микроэлементами (каждый в концентрации 0,4 %), а также нового бактериального препарата фитозащитного действия Экоберит в 1, 2 и 5 %-ной концентрациях на биофлавоноидный комплекс плодов голубики высокорослой установлено их значительное влияние на содержание и соотношение в нем основных групп полифенолов.

Наиболее выраженное стимулирующее действие на биосинтез собственно антоцианов, катехинов и общий выход биофлавоноидов оказывало применение Оксидата торфа. Использование 5 %-ной концентрации Экоберита способствовало преимущественному обогащению плодов катехинами, а 2 %-ной – флавонолами, тогда как 1 %-ная концентрация препарата оказывала стимулирующее действие на биосинтез и катехинов, и флавонолов. Применение Ростмонта ингибировало биосинтез катехинов и лейкоантоцианов, что приводило не только к снижению относительной доли антоциановых пигментов в составе Р-витаминного комплекса плодов, но и к уменьшению в них общего количества биофлавоноидов. Наиболее значительное обогащение ягодной продукции голубики Р-витаминами установлено на фоне внесения Экоберита в 2 %-ной и особенно 5 %-ной концентрациях и в наибольшей степени Оксидата торфа.

Список использованных источников

1. Карабанов, И. А. Флавоноиды в мире растений / И. А. Карабанов. – Минск, 1981. – 80 с.
2. Возделывание голубики на торфяных выработках Припятского Полесья (физиолого-биохимические аспекты развития) / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2016. – 242 с.
3. Плесакевич, Р. И. Наиболее распространенные болезни в плодоносящих насаждениях голубики высокой / Р. И. Плесакевич, Е. Е. Берлинчик // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы: материалы респ. науч.-практ. конф., Минск, 17 авг. 2012 г. / НАН Беларуси, Центр. ботан. сад; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – С. 49–53.
4. Эффективность микробных удобрений при возделывании голубики на выработанных торфяниках Беларуси / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2020. – 236 с.
5. Влияние препаратов с фунгицидной активностью на накопление органических кислот и углеводов в плодах голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова, Н. Б. Криницкая, В. С. Задаля [и др.] // Экологические системы и приборы. – 2023. – № 8. – С. 25–32.
6. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus domnestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. E. Hillis // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 1959. – Vol. 10, N 1. – P. 63–68. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>
7. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Труды 3 Всесоюзного семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
8. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреева, Г. И. Калинкина, Н. Э. Коломиец, Н. В. Исайкина // Фармация. – 2013. – № 3. – С. 19–21.
9. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград, 1987. – 430 с.

References

1. Karabanov I. A. *Flavonoids in the Plant World*. Minsk, 1981. 80 p. (in Russian).
2. Rupasova Zh. A., Yakovlev A. P., Reshetnikov V. N., Lishtvan I. I., Vasilevskaya T. I., Krinitskaya N. B. *Growing Blueberries in the Peat Bogs of Pripyat Polesie (Physiological and Biochemical Aspects of Development)*. Minsk, 2016. 242 p. (in Russian).

3. Pleskacevich R. I., Berlinchik E. E. The most common diseases in highbush blueberry fruiting plantations. *Golubikvodstvo v Belarusi: itogi i perspektivy: materialy respublikanskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Minsk, 17 avgusta 2012 g. [Blueberry Growing in Belarus: Results and Prospects: Materials of the Republican Scientific and Practical Conference, Minsk, August 17, 2012]. Minsk, 2012, pp. 49–53 (in Russian).
4. Rupasova Zh. A., Yakovlev A. P., Reshetnikov V. N., Kolomiets E. I., Aleschenkova Z. M. *Efficiency of Microbial Fertilizers in Blueberry Cultivation on Depleted Peatlands in Belarus*. Minsk, 2020. 236 p. (in Russian).
5. Rupasova Zh. A., Krinitskaya N. B., Zadalja V. S., Pavlovsky N. B., Raltsevich A. V., Goncharova L. V., Shpitalnaya T. V., Bely P. N., Kolomiets E. I., Aleshchenkova Z. M., Mandrik-Litvinkovich M. N., Skorina V. V. Influence of preparations with fungicidal activity on the accumulation of organic acids and carbohydrates in blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.) under the conditions of Belarus. *Ekologicheskie sistemy i pribory = Ecological Systems and Devices*, 2023, no. 8, pp. 25–32 (in Russian).
6. Swain T., Hillis W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1959, vol. 10, no. 1, pp. 63–68. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>
7. Skorikova Yu. G., Shaftan E. A. Methodology for determination of anthocyanins in fruits and berries. *Trudy 3 Vsesoyuznogo seminar po biologicheski aktivnym (lechebnym) veshchestvam plodov i yagod* [Proceedings of the 3rd All-Union Seminar on Biologically Active (Healing) Substances of Fruits and Berries]. Sverdlovsk, 1968, pp. 451–461 (in Russian).
8. Andreyeva V. Yu., Kalinkina G. I., Kolomiets N. E., Isaikina N. V. Procedure for determination of antocyanins in the black chokeberries (*Aronia melanocarpa*). *Farmatsiya = Pharmacy*, 2013, no. 3, pp. 19–21 (in Russian).
9. Ermakov A. I., ed. *Methods of Biochemical Study of Plants*. Leningrad, 1987. 430 p. (in Russian).

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна – член-корреспондент, д-р биол. наук, профессор, гл. науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: t.vasileuskaya@cbg.org.by.

Павловский Николай Болеславович – канд. биол. наук, доцент, заведующий лабораторией. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pavlovskiy@tut.by.

Привалов Федор Иванович – академик, д-р с.-х. наук, профессор, директор. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: office@cbg.org.by.

Мандрик-Литвинкович Марина Николаевна – канд. биол. наук, доцент, заведующий лабораторией. Химический синтез и биотехнологии (ул. Купревича, 2, 220084, Минск, Республика Беларусь). E-mail: mandryk@biotech.bas-net.by.

Коломиец Эмилия Ивановна – академик, д-р биол. наук, профессор, генеральный директор. Химический синтез и биотехнологии (ул. Купревича, 2, 220084, Минск, Республика Беларусь). E-mail: kolomiets@biotech.bas-net.by.

Information about the authors

Rupasova Zhanna A. – Corresponding Member, D. Sc. (Biology), Professor, Chief Researcher. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: t.vasileuskaya@cbg.org.by.

Pavlovsky Nikolay B. – Ph. D. (Biology), Associate Professor, Head of the Laboratory. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pavlovskiy@tut.by.

Privalov Fedor I. – Academician, D. Sc. (Agrarian), Professor, Director. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: office@cbg.org.by.

Mandrik-Litvinkovich Marina N. – Ph. D. (Biology), Associate Professor, Head of the Laboratory. Chemical Synthesis and Biotechnology (2, Kuprevich Str., 220084, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: mandryk@biotech.bas-net.by.

Kolomiets Emilia I. – Academician, D. Sc. (Biology), Professor, General Director. Chemical Synthesis and Biotechnology (2, Kuprevich Str., 220084, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kolomiets@biotech.bas-net.by.