

**Ж. А. Рупасова, Н. Б. Павловский, Т. И. Василевская, Н. Б. Криницкая, Е. В. Тишковская,
А. Г. Павловская, В. Н. Решетников, Ю. М. Пинчукова, И. И. Лиштван**

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ НОВЫХ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ (*OXYCOCCUS MACROCARPUS* (AIT.) PERS.) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Приведены результаты сравнительного исследования показателя сахарокислотного индекса, содержания свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот, сухих, дубильных и пектиновых веществ, растворимых сахаров и основных групп биофлавоноидов в плодах 6 новых интродуцированных в Беларуси сортов *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – *Stevens(st)*, *Bain Favorit*, *Hiliston*, *Holistar Red*, *Stankovich*, *WSU 108*. Установлено, что наиболее высоким интегральным уровнем питательной и витаминной ценности плодов по совокупности анализируемых признаков, превосходящим таковой у остальных сортов в 1,8–11 раз, характеризуется сорт *Holistar Red*, тогда как наименьшим – сорта *WSU 108* и особенно *Bain Favorit*.

Ключевые слова: клюква крупноплодная, сорта, плоды, биохимический состав, органические кислоты, углеводы, биофлавоноиды.

**Zh. A. Rupasova, N. B. Pavlovskii, T. I. Vasileuskaya, N. B. Krinitskaya, E. V. Tishkovskaya,
A. G. Pavlovskaya, V. N. Reshetnikov, Y. M. Pinchukova, I. I. Lishtvan**

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

COMPARATIVE ESTIMATION OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF NEW INTRODUCED FRUITS OF *OXYCOCCUS MACROCARPUS* (AIT.) PERS. CULTIVARS UNDER CONDITIONS OF BELARUS

The results of a comparative study of the sugar acid ratio, the content of free organic, ascorbic acid and hydroxycinnamic acids, solids content, pectin and tannins, soluble sugars and major groups bioflavonoids in the fruit of 6 new cultivars of *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. – *Stevens(st)*, *Bain Favorit*, *Hiliston*, *Holistar Red*, *Stankovich*, *WSU 108* introduced in Belarus. It was found that the highest level of integrated nutritional and vitamin value of fruits of analyzed attributes on jointly. The cultivar *Holistar Red* is superior to that of the other varieties in 1.8–11 times, while the lowest is *WSU 108* and especially *Bain Favorit*.

Keywords: *Oxycoccus macrocarpus*, cultivars, fruits, biochemical composition, organic acid, carbohydrates, biophlavonoids.

Введение. В настоящее время данные о биохимическом составе плодов клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) достаточно широко представлены в мировой научной литературе [1–7]. За 45-летний период интродукционных исследований сотрудниками Центрального ботанического сада НАН Беларуси также накоплен значительный объем научной информации по этому вопросу, на что указывают многочисленные публикации, в том числе несколько крупных монографий [8–14].

В последние годы коллекционный фонд Ботанического сада пополнился новыми сортами клюквы крупноплодной. По результатам комплексной оценки не только растениеводческих и биопродукционных параметров, но также питательной и витаминной ценности плодов этих сортов впервые проведен сравнительный мониторинг содержания в них наиболее ценных в физиологическом плане соединений для определения наиболее перспективных среди них для районирования и селекции.

Цель работы – выявить сорта клюквы крупноплодной с наиболее высоким уровнем питательной и витаминной ценности плодов.

Объекты и методы исследований. Исследования выполнены в 2015–2016 гг. на научно-экспериментальной базе ЦБС НАН Беларуси (Ганцевичский р-н Брестской обл.), находящейся на территории центральной агроклиматической зоны Беларуси, где распространены легкие песчаные дерново-подзолистые почвы и осушенные верховые торфяники. Погодные условия в годы наблюдений характеризовались повышенным температурным фоном и относительно благоприятным режимом выпадения атмосферных осадков в течение сезона.

В качестве объектов исследований были выбраны плоды 6 сортов *Oxycoccus macrocarpus* – *Stevens(st)*, *Bain Favorit*, *Hiliston*, *Holistar Red*, *Stankovich*, *WSU 108*.

Сравнительную оценку биохимического состава их плодов осуществляли по широкому спектру показателей, относящихся к разным классам действующих веществ. В свежих усредненных пробах зрелых плодов определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 28561-90 [15]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [16]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [16]. В высушенных при температуре 60 °С пробах растительного материала определяли содержание: гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [17]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [18]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [16]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W. E. Hillis [19] (с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [20]); собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметрическим методом [21, 16]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [16]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [22]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Выявление сортов клюквы крупноплодной с наиболее высоким интегральным уровнем питательной и витаминной ценности плодов по совокупности анализируемых признаков осуществляли на основе запатентованного способа ранжирования растений [23].

Результаты и их обсуждение. При проведении биохимического скрининга новых сортов *Oxycoccus macrocarpus* в качестве эталона сравнения был принят районированный в Беларуси позднеспелый сорт *Stevens*.

По нашим данным, содержание сухих веществ в плодах исследуемых сортов клюквы крупноплодной составляло 12,0–15,7 % (табл. 1). Содержание в их сухой массе свободных органических кислот варьировалось в диапазоне от 17,2 до 25,3 %, аскорбиновой кислоты – от 345,5 до 568,2 мг%, гидроксикоричных кислот – от 549,8 до 710,8 мг%, что было вполне сопоставимо с результатами, полученными нами ранее для других сортов данного вида вересковых [13].

Т а б л и ц а 1. Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах интродуцированных сортов *Oxycoccus macrocarpus*

Table 1. The content of solids and organic acids (dry weight) in fruits introduced varieties *Oxycoccus macrocarpus*

Сорт	Сухие вещества, %		Титруемые кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг %		Гидроксикоричные кислоты, мг%	
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
<i>Stevens(st)</i>	14,0 ± 0,2		22,5 ± 0,1		370,5 ± 6,9		651,0 ± 12,2	
<i>Bain Favorit</i>	12,7 ± 0,3	-4,0*	24,4 ± 0,1	34,9*	476,2 ± 3,9	13,3*	589,0 ± 14,1	-3,3*
<i>Hiliston</i>	15,7 ± 0,1	9,2*	17,2 ± 0,1	-76,6*	345,5 ± 6,3	-2,8*	667,2 ± 13,9	0,9
<i>Holistar Red</i>	13,3 ± 0,1	-4,0*	22,4 ± 0,1	-0,3	426,1 ± 4,8	6,6*	710,8 ± 25,5	2,8*
<i>Stankovich</i>	12,0 ± 0,1	-9,5*	25,2 ± 0,1	46,3*	568,2 ± 2,8	26,6*	549,8 ± 14,0	-5,4*
<i>WSU 108</i>	13,0 ± 0,1	-5,8*	25,3 ± 0,1	35,9*	445,1 ± 2,5	10,2*	563,7 ± 13,9	-4,7*

П р и м е ч а н и е. В табл. 1–3 * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с эталонным (стандартным) сортом при p < 0,05.

Общее содержание растворимых сахаров в плодах исследуемых сортов клюквы изменялось в сравнительно узком диапазоне весьма низких значений – от 26,5 до 31,5 % сухой массы (табл. 2). При этом из-за высокого содержания титруемых кислот плоды характеризовались крайне низкими показателями сахарокислотного индекса, не превышавшими 1,1–1,7, что свидетельствовало об их чрезвычайно кислом вкусе. У плодов клюквы были довольно высокие, сопоставимые с установленными нами ранее для голубики высокорослой и брусники обыкновенной [13], показатели накопления пектиновых веществ, варьировавшиеся в сортовом ряду в интервале от 5,2 до 10,0 % сухой массы (табл. 2).

Таблица 2. Содержание растворимых сахаров и пектиновых веществ в сухой массе плодов интродуцированных сортов *Oxycoccus macrocarpus*Table 2. The content of soluble sugars and pectin in the fruit dry weight introduced varieties *Oxycoccus macrocarpus*

Сорт	Растворимые сахара		Сахарокислотный индекс		Пектиновые вещества	
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
<i>Stevens(st)</i>	26,5 ± 0,1		1,2 ± 0,1		10,0 ± 0,1	
<i>Bain Favorit</i>	26,5 ± 0,1	0	1,1 ± 0,1	-7,6*	9,4 ± 0,1	-5,2*
<i>Hiliston</i>	29,7 ± 0,3	9,5*	1,7 ± 0,1	26,7*	8,1 ± 0,1	-14,0*
<i>Holistar Red</i>	29,3 ± 0,3	8,5*	1,3 ± 0,1	6,9*	7,6 ± 0,1	-20,8*
<i>Stankovich</i>	31,5 ± 0,5	10,0*	1,3 ± 0,1	3,4*	5,2 ± 0,1	-39,7*
<i>WSU 108</i>	28,5 ± 0,5	4,0*	1,1 ± 0,1	-3,2*	6,8 ± 0,1	-27,7*

Известно, что плоды *Oxycoccus macrocarpus* чрезвычайно богаты биофлавоноидами, обладающими выраженным Р-витаминным действием [24]. По нашим данным, их общее количество в сухой массе плодов исследуемых сортов варьировалось в диапазоне от 7461,0 до 11032,2 мг/100 г (табл. 3). Доминирующее положение в комплексе биофлавоноидов, как и у всех представителей сем. Ericaceae, принадлежало антоциановым пигментам, суммарное содержание которых составляло 5581,3–8463,0 мг/100 г и на долю которых приходилось 74–77 %. Преобладающей фракцией данных соединений, в отличие от растений рода *Vaccinium* [3], являлись лейкоантоцианы, содержание которых, составлявшее в плодах исследуемых сортов клюквы 3878,0–5908,0 мг/100 г, превосходило таковое собственно антоцианов (1703,3–2555,0 мг/100 г) в 2,3–3,2 раза. Различия у сортов *Bain Favorit*, *Holistar Red* и *WSU 108* были наименьшими, у сорта *Hiliston* – наибольшими. Содержание катехинов в сухой массе плодов клюквы крупноплодной варьировалось в сортовом ряду в диапазоне от 1016,2 до 1827,6 мг/100 г, при этом долевое участие этих восстановленных соединений в составе биофлавоноидного комплекса колебалось в пределах от 13 % у *WSU 108* до 18 % у сорта *Stankovich*. Наименьшая доля в Р-витаминном комплексе плодов клюквы, составлявшая в таксономическом ряду от 7 % у сорта *Holistar Red* до 12 % у сорта *Bain Favorit*, отмечена у флавонолов, содержание которых в таксономическом ряду варьировалось в диапазоне значений от 771,8 до 1092,8 мг/100 г. При этом количество дубильных веществ в плодах клюквы было довольно высоким и составляло 2,62–3,37 % сухой массы (табл. 3).

Таблица 3. Содержание фенольных соединений в сухой массе плодов интродуцированных сортов *Oxycoccus macrocarpus*Table 3. The content of phenolic compounds in the dry weight of the fruit varieties introduced *Oxycoccus macrocarpus*

Сорт	Биофлавоноиды, мг/100 г							
	Собственно антоцианы		Лейкоантоцианы		Сумма антоциановых пигментов		Катехины	
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
<i>Stevens(st)</i>	2041,7 ± 42,1		5268,7 ± 122,2		7310,3 ± 80,3		1524,3 ± 13,1	
<i>Bain Favorit</i>	1703,3 ± 11,7	-7,8*	3878,0 ± 71,8	-9,8*	5581,3 ± 80,3	-15,2*	1016,2 ± 15,2	-25,3*
<i>Hiliston</i>	1761,7 ± 30,9	-5,4*	5609,3 ± 69,1	2,8*	7371,0 ± 52,5	0,6	1456,0 ± 52,5	-1,3
<i>Holistar Red</i>	2555,0 ± 20,2	11,0*	5908,0 ± 32,3	5,1*	8463,0 ± 52,5	12,0*	1774,5 ± 26,3	8,5*
<i>Stankovich</i>	1948,3 ± 5,8	-2,2	5559,2 ± 31,5	2,8*	7507,5 ± 26,3	2,8*	1827,6 ± 20,1	12,6*
<i>WSU 108</i>	2070,8 ± 35,5	0,5	4921,0 ± 11,3	-2,8*	6991,8 ± 40,1	-3,5*	1243,7 ± 54,7	-5,0*
Сорт	Биофлавоноиды, мг/100 г						Дубильные вещества, %	
	Флавонолы		Флавонолы/катехины		Общее содержание			
	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}	X ± st	t _{cr}
<i>Stevens(st)</i>	1092,8 ± 33,3		0,7 ± 0,03		9927,3 ± 103,8	59,9*	3,12 ± 0,02	
<i>Bain Favorit</i>	863,5 ± 33,3	-4,9*	0,9 ± 0,03	3,0*	7461,0 ± 45,9	-32,7*	2,62 ± 0,02	-15,3*
<i>Hiliston</i>	1054,6 ± 26,5	-0,9	0,7 ± 0,01	0,3	9881,6 ± 26,5	-0,7	2,99 ± 0,01	-5,6*
<i>Holistar Red</i>	794,7 ± 7,6	-8,7*	0,4 ± 0,01	-9,3*	11032,2 ± 79,2	11,1*	3,16 ± 0,01	1,7
<i>Stankovich</i>	771,8 ± 42,6	-5,9*	0,4 ± 0,03	-7,6*	10106,9 ± 26,5	2,8*	3,37 ± 0,02	7,7*
<i>WSU 108</i>	985,8 ± 35,0	-2,8*	0,8 ± 0,01	2,6*	9221,3 ± 125,6	-5,1*	2,95 ± 0,02	-5,2*

Тестируемые сорта клюквы крупноплодной весьма существенно отличались от стандартного сорта *Stevens* по биохимическому составу плодов (табл. 4). Наибольшим количеством титруемых кислот, превышавшим таковое у эталонного сорта на 8–12 %, характеризовались сорта *Bain Favorit*, *Stankovich* и *WSU 108*. Вместе с тем у плодов сорта *Holistar Red* уровень накопления свободных органических кислот был сопоставим с таковым у сорта *Stevens*, тогда как у сорта *Hiliston* он был ниже на 24 %.

Плоды всех тестируемых сортов клюквы (за исключением *Hiliston*) были богаче аскорбиновой кислотой, чем плоды эталонного сорта, на 15–53 %, при наибольших различиях у сорта *Stankovich*. При этом у большинства новых сортов содержание гидроксикоричных кислот на 10–16 % уступало таковому у сорта *Stevens*, и лишь у сорта *Holistar Red* оно было выше на 9 %. Вместе с тем у сорта *Hiliston* достоверные различия с сортом *Stevens* по данному признаку отсутствовали.

Все новые сорта клюквы крупноплодной, за исключением *Bain Favorit*, характеризовались на 8–19 % более высоким, чем у районированного сорта, содержанием в плодах растворимых сахаров. При этом у сортов *Holistar Red*, *Stankovich* и особенно у *Hiliston* сахарокислотный индекс был на 8–42 % выше, чем у сорта *Stevens*, что свидетельствовало о более сладком вкусе их плодов (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Относительные различия интродуцированных сортов *Oxycoccus macrocarpus* с районированным сортом *Stevens* по содержанию в плодах действующих веществ, %

Table 4. The relative differences introduced varieties *Oxycoccus macrocarpus* with *Stevens* released varieties on the content in the fruit of active substances, %

Показатель	<i>Bain Favorit</i>	<i>Hiliston</i>	<i>Holistar Red</i>	<i>Stankovich</i>	<i>WSU 108</i>
Сухие вещества	-9,3	+12,1	-5,0	-14,3	-7,1
Свободные орган. кислоты	+8,4	-23,6	-	+12,0	+12,4
Аскорбиновая кислота	+28,5	-6,7	+15,0	+53,4	+20,1
Гидроксикоричные кислоты	-9,5	-	+9,2	-15,5	-13,4
Растворимые сахара	-	+12,1	+10,6	+18,9	+7,5
Сахарокислотный индекс	-8,3	+41,7	+8,3	+8,3	-8,3
Пектиновые вещества	-6,0	-19,0	-24,0	-48,0	-32,0
Собственно антоцианы	-16,6	-13,7	+25,1	-	-
Лейкоантоцианы	-26,4	+6,5	+12,1	+5,5	-6,6
Антоциановые пигменты	-23,7	-	+15,8	+2,7	-4,4
Катехины	-33,3	-	+16,4	+19,9	-18,4
Флавонолы	-21,0	-	-27,3	-29,4	-9,8
Биофлавоноиды	-24,8	-	+11,1	+1,8	-7,1
Дубильные вещества	-16,0	-4,2	-	+8,0	-5,4

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

Вместе с тем у сортов *Bain Favorit* и *WSU 108* значения данного показателя на 8 % уступали таковому у эталонного сорта. В отличие от растворимых сахаров, в плодах всех тестируемых сортов клюквы содержание пектиновых веществ отставало от такового у районированного сорта на 6–48 %, при наибольших различиях у сорта *Stankovich*. В характере различий тестируемых сортов *Oxycoccus macrocarpus* с сортом *Stevens* прослеживались весьма неоднозначные тенденции в общем содержании в плодах биофлавоноидов. Так, лишь у сорта *Holistar Red* оно оказалось существенно (на 11 %) выше, при крайне незначительном (в пределах 2 %), но все же достоверном превышении эталонного уровня у сорта *Stankovich*. В отличие от данных объектов, для сортов *WSU 108* и особенно для *Bain Favorit* установлено отставание от эталонного сорта *Stevens* соответственно на 7 и 25 % в общем содержании в плодах Р-витаминов на фоне отсутствия различий с ним в этом плане у сорта *Hiliston*. Весьма неоднозначными оказались различия и в накоплении отдельных групп биофлавоноидов. Так, лишь в плодах сорта *Holistar Red* содержание наиболее ценных их представителей (собственно антоцианов) превышало таковое у районированного сорта на 25 %, тогда как у сортов *Bain Favorit* и *Hiliston*, напротив, уступало ему на 14–17 % при отсутствии достоверных различий с ним у сортов *Stankovich* и *WSU 108*. Содержание лейкоантоцианов в плодах сортов

Hiliston, *Holistar Red* и *Stankovich* на 6–12 % превышало таковое у сорта *Stevens*, тогда как у сортов *WSU 108* и *Bain Favorit*, напротив, уступало ему на 7 и 26 % (табл. 4). Из-за доминирующего положения лейкоантоцианов в составе Р-витаминного комплекса плодов клюквы аналогичные тенденции прослеживались в характере различий тестируемых объектов с сортом *Stevens* и в общем содержании антоциановых пигментов, а также в содержании катехинов, близких к лейкоантоцианам по химической природе. Так, лишь в плодах сортов *Holistar Red* и *Stankovich* содержание катехинов превышало таковое у районированного сорта на 16 и 20 %, тогда как у сортов *WSU 108* и *Bain Favorit*, напротив, уступало ему на 18 и 33 % на фоне отсутствия достоверных различий с ним у сорта *Hiliston*. Что касается флавонолов, то их содержание в плодах всех тестируемых объектов, кроме сорта *Hiliston*, оказалось ниже, чем у сорта *Stevens*, на 10–29 %. При этом содержание дубильных веществ в плодах новых сортов клюквы в большинстве случаев уступало таковому у районированного сорта на 4–16 % и лишь у сорта *Stankovich* оно было выше на 8 %.

В результате биохимического скрининга плодов исследуемых сортов *Oxycoccus macrocarpus* выявлены таксоны с наибольшим и, соответственно, с наименьшим содержанием действующих веществ разной химической природы. Так, лидирующее положение по содержанию в плодах сухих веществ принадлежало сорту *Hiliston*, свободных органических кислот – сортам *Stankovich* и *WSU 108*, аскорбиновой кислоты – сорту *Stankovich*, гидроксикоричных кислот – сорту *Holistar Red*, растворимых сахаров – сорту *Stankovich* (при наиболее высоком значении сахарокислотного индекса у сорта *Hiliston*), пектиновых веществ – сорту *Stevens*, биофлавоноидов (в том числе собственно антоцианов и лейкоантоцианов) – сорту *Holistar Red*, катехинов и дубильных веществ – сорту *Stankovich*, флавонолов – сортам *Stevens* и *Hiliston*.

Следует отметить, что при столь разноплановой картине преимуществ того или иного сорта *Oxycoccus macrocarpus* в содержании в плодах соединений разной химической природы достаточно трудно выявить таксоны с наиболее высоким интегральным уровнем их питательной и витаминной ценности. С этой целью нами использован собственный запатентованный [23] методический прием, основанный на сопоставлении у тестируемых объектов относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений исследуемых характеристик биохимического состава плодов. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно судить о выраженности различий каждого тестируемого объекта с районированным сортом *Stevens* по совокупности анализируемых признаков, что позволяет провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с эталонными значениями содержания в плодах действующих веществ являлось оценочным критерием интегрального уровня их питательной и витаминной ценности у каждого тестируемого сорта клюквы, если исходить из посыла, что все анализируемые признаки одинаково важны для оценки качества плодов.

В представленных в табл. 5 данных, полученных на основании табл. 4 и характеризующих направленность и степень выраженности сдвигов в биохимическом составе плодов новых тестируемых сортов *Oxycoccus macrocarpus* относительно эталонного сорта *Stevens*, наблюдается наличие генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов. При амплитуде данных различий в сортовом ряду от 139,6 до 237,7 % наименее значительными они были у сорта *Hiliston*, тогда как наиболее контрастными – у сортов *Bain Favorit* и *Stankovich*. При этом у двух сортов клюквы – *Bain Favorit* и *WSU 108* – относительные размеры отрицательных различий с сортом *Stevens* по совокупности анализируемых признаков существенно превосходили таковые положительных различий, тогда как в остальных случаях наблюдалась противоположная картина.

Наиболее же объективное представление об интегральном уровне питательной и витаминной ценности плодов каждого нового интродуцированного сорта *Oxycoccus macrocarpus* может дать кратный размер соотношения относительных величин сумм положительных и отрицательных отклонений от эталонных значений всех анализируемых признаков. Оказалось, что только у трех сортов клюквы он превышал 1,0, что свидетельствовало о более высоком, чем у районированного сорта *Stevens*, интегральном уровне питательной и витаминной ценности их плодов. При этом

нижеприведенная последовательность тестируемых объектов представлена в порядке снижения степени их преимуществ относительно эталонного сорта по данному признаку:

Holistar Red > *Stankovich* > *Hiliston* > **Stevens** > *WSU 108* > *Bain Favorit*.

Таким образом, лидирующее положение в приведенном ряду, при значительном отрыве от остальных сортов клюквы крупноплодной, принадлежало сорту *Holistar Red*, тогда как наименее ценными по биохимическому составу плодов были замыкавшие этот ряд сорта *WSU 108* и особенно *Bain Favorit*.

Таблица 5. Относительные размеры, амплитуда и соотношение разноориентированных различий в биохимическом составе плодов новых интродуцированных сортов *Oxycoccus macrocarpus* с районированным сортом *Stevens*, %

Table 5. Relative dimensions and the amplitude ratio variously differences in biochemical composition new fruit varieties introduced *Oxycoccus macrocarpus* with recognized varieties *Stevens*, %

Сорт	Относительные различия, %			
	Положит.	Отриц.	Амплитуда	Положит/отриц.
<i>Bain Favorit</i>	36,9	194,9	231,8	0,2
<i>Hiliston</i>	72,4	67,2	139,6	1,1
<i>Holistar Red</i>	123,6	56,3	179,9	2,2
<i>Stankovich</i>	130,5	107,2	237,7	1,2
<i>WSU 108</i>	40,0	112,5	152,5	0,4

На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения дана количественная оценка степени снижения интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов остальных таксонов клюквы относительно лидирующего в таксономическом ряду сорта *Holistar Red*. Как и следовало ожидать, наибольшей она была у сорта *Bain Favorit*, уступавшего лидирующему сорту по данному признаку в 11 раз. В остальных случаях подобные различия оказались значительно меньшими, уступая лидирующему сорту в 1,8–5,5 раза.

Заключение. Сравнительное исследование показателя сахарокислотного индекса, содержания свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот, сухих, дубильных и пектиновых веществ, растворимых сахаров и основных групп биофлавоноидов в плодах 6 новых интродуцированных в Беларуси сортов *Oxycoccus macrocarpus* (*Stevens(st)*, *Bain Favorit*, *Hiliston*, *Holistar Red*, *Stankovich*, *WSU 108*) показало, что по совокупности анализируемых признаков наиболее высокий интегральный уровень питательной и витаминной ценности, превосходящий таковой у остальных сортов в 1,8–11 раз, у плодов сорта *Holistar Red*, тогда как наименьший – у сорта *WSU 108* и особенно у *Bain Favorit*.

Список использованных источников

1. Буткус, В. Обогащение ресурсов клюквы / В. Буткус, Р. Рузгене // Вопросы структурной и функциональной реабилитации. – Вильнюс, 1980. – С. 27–29.
2. Химический состав *Oxycoccus Hill*. Сообщ. 2. *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. и *O. macrocarpus* (Ait.) Pers. / В. Ф. Буткус [и др.] // Раст. ресурсы. – 1983. – Т. 19, вып. 1. – С. 125–129.
3. Cranberry quality: selection procedures for breeding programs / G. M. Sapers [et al.] // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1983. – Vol. 108, N 2. – P. 241–246.
4. Fellers, C. R. Cranberries and cranberry products / C. R. Fellers, W. Esselen // Mass. Agric. Exp. Sta. Bull. – 1955. – N 481. – P. 62.
5. Howell, A. B. Update on health benefits of cranberry and blueberry / A. B. Howell // Acta Hort. – 2009. – Vol. 810. – P. 779–784.
6. Kereselidze, J. The results of biochemical investigation of 12 species of american large-fruited cranberry (*Oxycoccus macrocarpus* Pers.) / J. Kereselidze // Сообщ. Акад. Грузии. – 1997. – Vol. 155, N 3. – P. 447–449.
7. Liebster, J. Cranberry – du Kulturpreiselbure / J. Liebster. – München, 1972. – 217 s.
8. Клюква крупноплодная в Беларуси / Е. А. Сидорович [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1987. – 238 с.
9. Развитие и метаболизм клюквы крупноплодной в Белорусском Полесье / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1989. – 205 с.
10. Рупасова, Ж. А. Клюква крупноплодная в Беларуси (биохимический состав, хранение, переработка) / Ж. А. Рупасова, Т. И. Василевская. – Минск: Беларус. навука, 1999. – 167 с.

11. Рупасова, Ж. А. Вересковые в условиях Беларуси. Ассортимент ягодных растений семейства Ericaceae для возделывания на торфяных субстратах / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев, И. И. Лиштван. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Saarbruecken, Germany, 2012. – 67 с.
12. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе культивирования ягодных растений сем. Ericaceae / Ж. А. Рупасова, А. П. Яковлев; под ред. акад. В. Н. Решетникова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 287 с.
13. Формирование биохимического состава плодов видов семейства Ericaceae (Вересковые) при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под ред. акад. В. И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 307 с.
14. Яковлев, А. П. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси (оптимизация режима минерального питания) / А. П. Яковлев, Ж. А. Рупасова, В. Е. Волчков. – Минск: Тонпик, 2002. – 188 с.
15. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. – Введ. 01.01.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
16. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Агропроиздат, Ленинград. отд-ние, 1987. – 430 с.
17. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники: дис. ... канд. фармацевт. наук: 15.00.02 –фармацевтическая химия, фармакогнозия. – Пермь, 2006. – 200 с.
18. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – С. 110–112.
19. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, N 1. – P. 63–68.
20. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. 3-го Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод, 27–30 сент. 1966 г. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
21. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреев [и др.] // Фармация. – 2013. – № 3. – С. 19–21.
22. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР / редкол.: Ю. Г. Бобков и др. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1: Общие методы анализа. – С. 286–287.
23. Способ ранжирования таксонов растения: пат. № 17648 Респ. Беларусь: МПК А01Н 1/04, А01G 1/00 / А. П. Яковлев, Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетникова; дата публ.: 30.10.2013.
24. Cesonienė, L. Evaluation of the biochemical components and chromatic properties of the juice of *Vaccinium macrocarpon* Aiton and *Vaccinium oxycoccos* L. / L. Cesonienė, R. Daubaras, I. Jasutienė, J. Vencloviienė, I. Miliauskiene // Plant Foods Hum. Nutr. – 2011. – Vol. 66. – P. 238–244.
25. Голубика высокорослая. Оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова; Нац. акад. наук Беларуси, Центр. ботан. сад. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 442 с.

References

1. Butkus, B. and Ruzgė, R. (1980), “Enrichment resources cranberry”, *Voprosy strukturnoi i funktsional'noi reabilitatsii* [Questions of structural and functional rehabilitation], Vilnius, LT, pp. 27–29.
2. Butkus, V. F., Gorbunov, A. B. and Cherkasov, A. F. (1983), “Chemical composition *Oxycoccus* Hill. Messaging. 2. *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. and *O. macrocarpus* (Ait.) Pers”, *Rastitel'nye resursy* [Plant resources], vol. 19, no. 1, pp. 125–129.
3. Sapers, G. M., Phillips, J. G., Rudolf, H. M. and DiVito, A. M. (1983), “Cranberry quality: selection procedures for breeding programs”, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 108, no. 2, pp. 241–246.
4. Fellers, C. R. and Esselen, W. (1955), “Cranberries and cranberry products”, *Massachusetts Agricultural Experiment Station Bulletin*, no. 481, p. 62.
5. Howell, A. B. (2009), “Update on health benefits of cranberry and blueberry”, *Acta Horticulturae*, vol. 810, pp. 779–784.
6. Kereselidze, J. (1997), “The results of biochemical investigation of 12 species of american large-fruited cranberry (*Oxycoccus macrocarpus* Pers.)”, *Messaging. Georgian Academy of Sciences*, vol. 155, no. 3, pp. 447–449.
7. Lieberster, J. (1972), *Cranberry – du Kulturpreiselbure*, München, DE.
8. Sidorovich, E. A., Rupasova, Zh. A., Kudinov, M. A., Gorlenko, S. V., Shapiro, D. K. and Ruban, N. N. (1987), *Klyukva krupnoplodnaya v Belarusi* [*Vaccinium macrocarpon* in Belarus], Science and technology, Minsk, BY.
9. Rupasova, Zh. A., Ignatenko, V. A., Rusalenko, V. G. and Rudakovskaya, R. N. (1989), *Razvitie i metabolizm klyukvy krupnoplodnoi v Belorusskom Poles'e* [The development of large-fruited cranberry and metabolism in Belarussian Polesie], Science and technology, Minsk, BY.
10. Rupasova, Zh. A. and Vasilevskaya, T. I. (1999), *Klyukva krupnoplodnaya v Belarusi (biokhimičeskii sostav, khranenie, pererabotka)* [*Vaccinium macrocarpon* in Belarus (biochemical composition, storage, processing)], Belarussian Navuka, Minsk, BY.
11. Rupasova, Zh. A., Yakovlev, A. P. and Lishtvan, I. I. (2012), *Vereskovye v usloviyakh Belarusi. Assortiment yagodnykh rastenii semeistva Ericaceae dlya vozdelevaniya na torfyanykh substratakh* [Ericaceae in the conditions of Belarus. Assortment of berries Ericaceae family plants for cultivation on peat substrates], LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Saarbruecken, DE.

12. Rupasova, Zh. A. and Yakovlev, A. P. (2011), *Fitorekul'tivatsiya vybyvshikh iz promyshlennoi ekspluatatsii torfyanykh mestorozhdenii severa Belarusi na osnove kul'tivirovaniya yagodynykh rastenii semeistva Ericaceae* [Fitorekul'tivatsii retired from the industrial exploitation of peat deposits of the north of Belarus on the basis of seed cultivation of berry plants Ericaceae], in V. N. Reshetnikov (ed.), *Belarusian Navuka*, Minsk, BY.
13. Rupasova, Zh. A., Reshetnikov, V. N., Vasilevskaya, T. I., Yakovlev, A. P. and Pavlovskii, N. B. (2011), *Formirovanie biokhimicheskogo sostava plodov vidov semeistva Ericaceae (Vereskovyie) pri introduktsii v usloviyakh Belarusi* [Formation of the biochemical composition of the fruit species of the family Ericaceae for introduction in conditions of Belarus], in V. I. Parfenov (ed.), *Belarusian Navuka*, Minsk, BY.
14. Yakovlev, A. P., Rupasova, Zh. A. and Volchkov, V. E. (2002), *Kul'tivirovanie klyukvy krupnoplodnoi i golubiki topyanoi na vyrabotannykh torfyanikakh severa Belarusi (optimizatsiya rezhima mineral'nogo pitaniya)* [Cultivating large-fruited cranberry and blueberry swamp on depleted peat bogs of northern Belarus (mineral nutrition optimization mode)], Tonpik, Minsk, BY.
15. (1982), *GOST 8756.2-82: Metody opredeleniya sukhikh veshchestv* [GOST 8756.2-82: Methods for determination of solids], Izdatel'stvo standartov, Moscow, RU.
16. Ermakov, A. I. (ed.) (1987), *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenii* [Methods of biochemical research of plants], 3rd ed., Agropromizdat, Leningradskoe otdelenie, Leningrad, RU.
17. Marsov, N. G. (2006), "Phytochemical studies and biological activity of lingonberry, cranberry and blueberry", Ph. D. Thesis, Pharmaceutical chemistry, pharmacognosy, Perm, RU.
18. Pleshkov, B. P. (1985), *Praktikum po biokhimii rastenii* [Workshop on Biochemistry of Plants], 3rd ed., Kolos, Moscow, RU.
19. Swain, T. and Hillis, W. (1959), "The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 10, no. 1, pp. 63–68.
20. Skorikova, Y. G. and Shaftan, E. A. (1968), "Methods of determination of anthocyanins in the fruits and berries", *Trudy 3-go Vsesojuznogo seminaru po biologicheski aktivnym (lechebnym) veshhestvam plodov i jagod* [Proceedings of the 3rd All-Union Workshop on biologically active (therapeutic) substances of fruits and berries], Sverdlovsk, RU, 27–30 September 1966, pp. 451–461.
21. Andreev, V. Y., Kalinkina, G. I., Kolomiets, N. and Isaikina, N. V. (2013), "Method of determination of anthocyanins in the fruits of chokeberry *Aronia*", *Farmatsiya* [Pharmacy], no. 3, pp. 19–21.
22. Bobkov, Ju. G., Babajan, Je. A., Mashkovskij, M. D., Obojmakova, A. N., Bulaev, V. M., Gus'kova, L. S., Lepahin, V. K., Ljubimov, B. I., Natradze, A. G., Sokolov, S. D. and Tencova, A. I. (ed.) (1987) "Determination of tannins in herbal drugs", *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR* [State Pharmacopoeia of the USSR], Medicine, Moscow, RU, vol. 1: *Obshchie metody analiza* [General methods of analysis], pp. 286–287.
23. Yakovlev, A. P., Rupasova, Y. A. and Reshetnikov, V. N. (2013), *Sposob ranzhirovaniya taksonov rasteniya* [The method of ranking the plant taxa], IPC A01H 1/04, A01G 1/00, BY, Pat. № 17648.
24. Cesonienė, L., Daubaras, R., Jasutienė, I., Vencloviienė, J. and Miliauskiene, I. (2011), "Evaluation of the biochemical components and chromatic properties of the juice of *Vaccinium macrocarpon* Aiton and *Vaccinium oxycoccos* L.", *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 66, pp. 238–244.
25. Rupasova, Y. A., Reshetnikov, V. N., Ruban, N. N., Ignatenko, V. A., Yakovlev, A. P. and Pyatnitsa, F. S. (2007), *Golubika vysokoroslaya. Otsenka adaptatsionnogo potentsiala pri introduktsii v usloviyakh Belarusi* [Highbush blueberry. Evaluation of adaptive capacity at introduction in conditions of Belarus], in V. I. Parfenov (ed.), *Belarusian Navuka*, Minsk, BY.

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна – чл.-кор., д-р биол. наук, профессор, заведующий лабораторией. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2В, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

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

Василевская Тамара Ивановна – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2В, 220012, Минск, Республика Беларусь). E-mail: T.Vasileuskaya@cbg.org.by

Креницкая Наталья Болеславовна – науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2В, 220012, Минск, Республика Беларусь)

Information about the authors

Rupasova Zhanna Aleksandrovna – Corresponding Member, D. Sc. (Biol.), 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: J.Rupasova@cbg.org.by

Pavlovski Nikolay Boleslavovoch – Ph. D. (Biol.), 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

Vasilevskaya Tamara Ivanovna – Ph. D. (Biol.), Senior scientific researcher. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus of Belarus (2V, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus)

Krinitckaya Natalia Boleslavovna – Scientific researcher. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2V, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus)

Тишковская Елизавета Владимировна – мл. науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2В, 220012, Минск, Республика Беларусь)

Павловская Алла Генриховна – науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2В, 220012, Минск, Республика Беларусь)

Решетников Владимир Николаевич – академик, д-р биол. наук, профессор, заведующий отделом. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2В, 220012, Минск, Республика Беларусь)

Пинчукова Юлия Михайловна – канд. техн. наук, доцент. Белорусский государственный экономический университет (ул. Свердлова 7, г. Минск, Беларусь). E-mail: pinchukova@gmail.com

Лисхтван Иван Иванович – академик, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотрудник. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Скорины, 10, 220114, Минск, Республика Беларусь). E-mail: gntpecology@mail.ru

Для цитирования

Сравнительная оценка биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2017. – № 1. – С. 16–24.

Tishkovskaya Elizaveta Vladimirovna – Junior researcher. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2V, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus)

Pavlovskaya Alla Genrihovna – Scientific researcher. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2V, Surganov Str., 220012, Minsk, Republic of Belarus)

Reshetnikov Vladimir Nikolaevich – D. Sc. (Biol.), Professor, Head of Department. Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2V, Surganov Str., Minsk, Republic of Belarus)

Pinchukova Yulia Mihailovna – Ph. D. (Engineering), Associate Professor. Department Commodity food products of the Belarusian State Economic University (7, Sverdlov Str., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pinchukova@gmail.com

Lishtvan Ivan Ivanovich – Academician, D. Sc. (Engineering), Professor, Main scientific researcher. Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, Scorina Str., 220014, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gntpecology@mail.ru

For citation

Rupasova, Zh. A., Pavlovskii, N. B., Vasileuskaya, T. I., Krinitskaya, N. B., Tishkovskaya, E. V., Pavlovskaya, A. G., Reshetnikov, V. N., Pinchukova, Y. M. and Lishtvan, I. I. (2017), “Comparative estimation of biochemical composition of new introduced fruits of *Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers. cultivars under conditions of Belarus”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, biological series*, no. 1, pp. 16–24.