

ISSN 1029-8940 (Print)

ISSN 2524-230X (Online)

УДК 634.737:581.5:581.522.4(476)

<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-1-59-70>

Поступила в редакцию 02.10.2019

Received 02.10.2019

**Ж. А. Рупасова¹, И. М. Гаранович¹, Т. В. Шпитальная¹, Н. Б. Павловский¹,
Л. В. Гончарова¹, Т. И. Василевская¹, Н. Б. Креницкая¹, А. Г. Павловская¹,
М. Л. Пигуль², Л. В. Фролова²**

¹Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

²Институт плодородия, аг. Самохваловичи, Минский район, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВ ERICACEAE И ACTINIDIACEAE В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Аннотация. Приведены результаты сравнительного исследования в контрастные по гидротермическому режиму сезоны усредненных коэффициентов вариации 14 показателей биохимического состава плодов 4 видов интродуцентов из сем. Ericaceae и Actinidiaceae – *O. macrocarpus*, *V. corymbosum*, *A. arguta* и *A. kolomikta*. Показано, что в сортовом ряду *O. macrocarpus* наибольшей интегральной устойчивостью биохимического состава плодов к комплексному воздействию метеорологических факторов характеризовался районированный сорт *Stevens*, наименьшей – сорт *Holistar Red*, в сортовом ряду *V. corymbosum* – соответственно сорта *Bluejay* и *Sunrise*. В таксономическом ряду *A. arguta* наибольшая устойчивость к абиотическим факторам установлена у природной формы, наименьшая – у сорта *Сентябрьская*, в таксономическом ряду *A. kolomikta* – соответственно у сортов *Ароматная* и *Сентябрьская*. Наименьшей изменчивостью у всех или у большинства интродуцентов отличались параметры накопления в плодах сухих веществ, гидроксикоричных кислот, растворимых сахаров и общего количества биофлавоноидов, а у обоих видов сем. Actinidiaceae также содержание пектиновых веществ. При этом высокой стабильностью у *O. macrocarpus* характеризовалось содержание в плодах титруемых кислот и антоциановых пигментов, у *V. corymbosum* – катехинов, флавонолов и дубильных веществ, у *A. kolomikta* – титруемых кислот, лейкоантоцианов и катехинов. Соответственно, наиболее выраженная зависимость от гидротермического режима сезона установлена у *O. macrocarpus* для показателя сахарокислотного индекса и содержания в плодах катехинов, у *V. corymbosum* – для содержания пектиновых веществ и собственно антоцианов, у *A. arguta* – для уровня катехинов, у *A. kolomikta* – для содержания аскорбиновой кислоты и флавонолов.

Ключевые слова: метеорологические факторы, клюква крупноплодная, голубика высокорослая, актинидия аргута, актинидия коломикта, сорта, плоды, биохимический состав, органические кислоты, углеводы, биофлавоноиды, коэффициент вариации

Для цитирования: Влияние метеорологических факторов на изменчивость биохимического состава плодов интродуцированных видов семейств Ericaceae и Actinidiaceae в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. навук. – 2020. – Т. 65, № 1. – С. 59–70. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-1-59-70>

**Zhanna A. Rupasova¹, Igor M. Garanovich¹, Tamara V. Shpitalnaya¹, Nikolay B. Pavlovskiy¹,
Ljudmila V. Goncharova¹, Tamara I. Vasilevskaya¹, Natalia B. Krinickaya¹, Alla G. Pavlovskaya¹,
Marina L. Pigul², Ljudmila V. Frolova²**

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

²Institute of Fruit Growing, ag. Samokhvalovichy, Minsk Region, Republic of Belarus

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS ON VARIABILITY OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF FRUITS OF INTRODUCED SPECIES OF ERICACEAE AND ACTINIDIACEAE FAMILIES IN CONDITIONS OF BELARUS

Abstract. The article describes results of a comparative study conducted in seasons of contrasting hydrothermic regimes of averaged variation coefficients of 14 indexes of biochemical composition of fruits of 4 species of introduced plants from families Ericaceae and Actinidiaceae – *O. macrocarpus*, *V. corymbosum*, *A. arguta* and *A. kolomikta*. It has been shown that the highest integral resistance of biochemical composition of fruits to the complex impact of meteorological factors among *O. macrocarpus* varieties is characteristic of the released *Stevens* variety, the lowest one – of *Holistar Red*, among *V. corymbosum* varieties – of *Bluejay* and *Sunrise* respectively. In the taxonomic row of *A. arguta* the highest resistance to abiotic factors is found in the natural form, the lowest one – in *Sentjabrskaja* variety, in the taxonomic row of *A. kolomikta* – in *Aromatnaja* and *Sentjabrskaja* varieties respectively. The greatest variability in all or most introduced varieties is characteristic of parameters of accumulation in fruits of dry substances, hydroxycinnamic acids, soluble sugars and the total amount of bioflavonoids,

as well as the content of pectin substances for both species of Actinidiaceae family. At the same time, *O. macrocarpus* is characterized by high stability of the content of titrated acids and anthocyanin pigments in fruits, *V. corymbosum* – of catechins, flavonols and tannins, *A. kolomikta* – of titrated acids, leucoanthocyanins and catechins. Accordingly, the most distinct dependence on the seasonal hydrothermal regime has been found in *O. macrocarpus* for its sugar-acid index and the content of catechins in fruits, in *V. corymbosum* – for that of pectin substances and true anthocyanins, in *A. arguta* – for catechins content, for *A. kolomikta* – for that of ascorbic acid and flavonols.

Keywords: meteorological factors, large-fruited cranberry, tall blueberry, actinidia arguta, actinidia kolomikta, varieties, fruits, biochemical composition, organic acids, carbohydrates, bioflavonoids, variation coefficient

For citation: Rupasova Zh. A., Garanovich I. M., Shpitalnaya T. V., Pavlovskiy N. B., Goncharova L. V., Vasilevskaya T. I., Krinickaya N. B., Pavlovskaya A. G., Pigul M. L., Frolova L. V. Influence of meteorological factors on variability of biochemical composition of fruits of introduced species of Ericaceae and Actinidiaceae families in conditions of Belarus. *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnych navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2020, vol. 65, no. 1, pp. 59–70 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2020-65-1-59-70>

Введение. Важнейшим аспектом интродукционных исследований, связанных с сортоизучением малораспространенных культур плодовоговодства, является сравнительная оценка биохимического состава плодов в многолетнем цикле наблюдений, дающая представление не только о его генотипических особенностях, но и о степени зависимости содержания действующих веществ от гидротермического режима сезона, в значительной мере определяющей их органолептические свойства. Рассмотрение данного аспекта ответной реакции новых, ранее не изучавшихся интродуцированных сортов новых высоковитаминных видов сем. Ericaceae и Actinidiaceae – *Oxycoccus macrocarpus* Ait. Pers, *Vaccinium corymbosum* L., *Actinidia arguta* Siebold et Zucc. Planch, ex Miq. и *Actinidia kolomikta* Maxim. & Rupr. на комплексное воздействие метеорологических факторов представляется нам весьма актуальным, поскольку крайне неустойчивый характер погодных условий в период вегетации растений и созревания их плодов, свойственный Белорусскому региону, как правило, существенно влияет на темпы накопления тех или иных соединений, оказывая тем самым корректирующее действие на питательную и витаминную ценность ягодной продукции [1, 2]. Изучение же данного вопроса позволит выявить среди перечисленных видов сорта, наиболее перспективные не только по вкусовым свойствам плодов, обусловленным особенностями их биохимического состава, но и по степени устойчивости его отдельных компонентов к комплексному воздействию метеорологических факторов в районе интродукции.

Цель работы – определить степень зависимости 14 характеристик биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов 4 видов интродуцентов из семейств Ericaceae и Actinidiaceae от погодных условий вегетационного периода.

Материалы и методы исследования. Исследования выполнены в контрастные по погодным условиям сезоны 2016 и 2017 гг. на экспериментальном участке лаборатории интродукции и технологии ягодных растений ЦБС НАН Беларуси (Ганцевичский р-н Брестской обл.), находящемся на территории центральной агроклиматической зоны Беларуси в районе распространения легких песчаных дерново-подзолистых почв и осушенных верховых торфяников. Вегетационный период первого сезона был отмечен повышенным температурным фоном при умеренном и временами избыточном выпадении осадков, тогда как сезон 2017 г. характеризовался частыми резкими колебаниями температуры воздуха, временами уступавшей средней многолетней норме при дефиците осадков, и в целом не был особо благоприятным для полной реализации интродуцентами их биологического потенциала.

В качестве объектов исследования были использованы плоды 6 сортов *O. macrocarpus* – *Stevens*, *Bain Favorit*, *Hiliston*, *Holistar Red*, *Stankovich*, *WSU 108*, 9 сортов *V. corymbosum* – *Bluecrop (st)*, *Bluejay*, *Nui*, *Puru*, *Spartan*, *Sunrise*, *Toro*, *Brigitta Blue*, *Elliott*, 5 сортов (*Киевская крупноплодная*, *Киевская гибридная*, *Ласунка*, *Пурпурная садовая* и *Сентябрьская*) и природной формы *A. arguta*, а также 8 сортов (*Превосходная*, *Ароматная*, *Достойная*, *Однодомная*, *Сентябрьская*, *ВИР-1*, *Вафельная* и *Ботаническая*) и природной формы *A. kolomikta*.

Сравнительную оценку биохимического состава плодов интродуцентов 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 [3]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [4]; титруемых кис-

лот (общей кислотности) – объемным методом [4]. В высушенных при температуре 60 °С пробах растительного материала определяли содержание: гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [5]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [6]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [4]; суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [7] (с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю. Г. Скориковой и Э. А. Шафтан [8]); собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметрическим методом [4, 9]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [4]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левентала [10]. Все аналитические определения выполнены в трехкратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. На основании сравнительного исследования усредненных в сортовых рядах интродуцентов 14 количественных характеристик биохимического состава плодов в контрастные по погодным условиям сезоны 2016 и 2017 гг. выявлены разноориентированные межсезонные различия в содержании в них действующих веществ разной химической природы, в основном в пределах 5–25 %, но в отдельных случаях достигавшие 29, 36 и 66 % (табл. 1). У всех или у большинства исследуемых видов установлена общность тенденций в изменении значений сахарокислотного индекса плодов и содержания в них сухих веществ, катехинов и флавонолов, титруемых и гидроксикоричных кислот. При этом во втором сезоне выявлено сходство в направленности изменений содержания в плодах *O. macrocarpus* и *A. arguta* аскорбиновой кислоты, лейкоантоцианов и общего количества биофлавоноидов, в плодах *V. corymbosum* и *A. kolomikta* – содержания аскорбиновой кислоты, лейкоантоцианов, дубильных веществ и общего количества биофлавоноидов, что обусловлено близостью сроков созревания плодов у данных пар интродуцентов.

Т а б л и ц а 1. Межсезонные различия (2017/2016 гг.) усредненных в сортовых рядах интродуцентов сем. Ericaceae и Actinidiaceae количественных показателей биохимического состава плодов, %

Table 1. Interseasonal differences (2017/2016) of quantitative indexes of fruits biochemical composition averaged in varieties rows of introduced plants of fam. Ericaceae and Actinidiaceae, %

Показатель	<i>Oxycoccus macrocarpus</i>	<i>Vaccinium corymbosum</i>	<i>Actinidia arguta</i>	<i>Actinidia kolomikta</i>
Сухие вещества, %	-6,2	-	-10,6	-5,9
Свободные органические кислоты, %	+15,0	+23,0	+22,6	+12,6
Аскорбиновая кислота, мг%	-17,4	+28,6	-9,0	+21,8
Гидроксикоричные кислоты, мг%	-6,8	-11,5	-25,7	+4,6
Растворимые сахара, %	-21,9	+7,6	-	-
Сахарокислотный индекс	-26,7	-19,8	-35,6	-10,7
Пектиновые вещества, %	+20,8	+65,5	-	-15,5
Собственно антоцианы, мг%	-	-24,5	+23,6	-5,2
Лейкоантоцианы, мг%	+21,4	-10,3	-16,7	-
Общее к-во антоциановых пигментов, мг%	+12,8	-19,0	-18,9	-21,8
Катехины, мг%	-	-	+6,5	-11,2
Флавонолы, мг%	-24,1	-	-12,2	-24,2
Общее к-во биофлавоноидов, мг%	+5,0	-15,0	-10,6	-
Дубильные вещества, %	+19,5	-4,6	+22,6	-

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

Выявленные различия анализируемых признаков у представителей обоих семейств в годы наблюдений свидетельствовали о разной степени их зависимости от погодных условий вегетационного периода. Для установления межвидовых различий степени данной зависимости было проведено сравнительное исследование уровней изменчивости усредненных показателей биохимического состава плодов в сортовых рядах интродуцентов в двухлетнем цикле наблюдений. При этом мы ориентировались на значения коэффициентов вариации (V, %) рассматриваемых

признаков, по которым можно судить об уровне их зависимости от метеорологических факторов, т. е. чем выше коэффициент вариации, тем сильнее эта зависимость, и наоборот. Исследуемые показатели распределяли в соответствии со шкалой Г. Н. Зайцева [11] на 5 групп: с очень низким уровнем изменчивости ($V < 7\%$), низким ($V = 8–12\%$), средним ($V = 13–20\%$), повышенным ($V = 21–40\%$) и очень высоким ($V > 41\%$).

Сравнительный анализ данных табл. 2–5 выявил весьма широкие диапазоны изменений в двухлетнем цикле наблюдений коэффициентов вариации количественных характеристик биохимического состава плодов исследуемых видов сем. Ericaceae и Actinidiaceae. Это свидетельствовало о разном уровне их зависимости от гидротермического режима сезона и позволяло обозначить анализируемые признаки, а также таксоны интродуцентов, обладавшие как наибольшей, так и наименьшей степенью данной зависимости.

Т а б л и ц а 2. Усредненные в двухлетнем цикле наблюдений значения коэффициентов вариации (V, %) количественных показателей биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов *Oxycoccus macrocarpus*

Table 2. Values of variation coefficients (V, %) of quantitative indexes of biochemical composition of fruits of new introduced varieties of *Oxycoccus macrocarpus* averaged in the 2-year observation cycle

Показатель	<i>Stevens</i>	<i>Bain Favorit</i>	<i>Hiliston</i>	<i>Holistar Red</i>	<i>Stankovich</i>	<i>WSU 108</i>	Среднее для показателя
Сухие вещества	7,0	6,9	1,2	5,1	6,0	1,1	4,6
Свободные органические кислоты	4,0	8,1	5,6	16,9	17,0	9,2	10,1
Аскорбиновая кислота	12,9	16,5	22,4	11,0	6,0	11,8	13,4
Гидроксикоричные кислоты	5,9	4,5	18,7	18,1	2,2	2,1	8,6
Растворимые сахара	10,6	13,2	28,7	22,0	13,6	19,6	18,0
Сахарокислотный индекс	15,7	17,0	38,6	35,4	30,3	24,4	26,9
Пектиновые вещества	9,4	10,7	42,4	17,8	2,3	7,9	15,1
Собственно антоцианы	1,5	10,7	16,6	32,3	20,7	8,7	15,1
Лейкоантоцианы	3,9	5,3	26,9	32,2	11,5	7,4	14,5
Общее к-во антоциановых пигментов	1,8	1,4	12,0	13,6	14,6	7,9	8,6
Катехины	3,3	35,1	29,6	33,1	2,6	36,9	23,4
Флавонолы	16,5	14,6	13,5	31,6	16,3	23,6	19,4
Общее к-во биофлавоноидов	1,4	6,1	11,6	12,0	7,5	3,2	7,0
Дубильные вещества	11,2	2,9	22,2	35,9	13,5	10,7	16,1
Среднее для сорта	7,5	10,9	20,7	22,6	11,7	12,5	

Как следует из табл. 6, изменчивость показателей биохимического состава плодов исследуемых видов в двухлетнем цикле наблюдений в значительной мере определялась генотипом растений. К примеру, у *O. macrocarpus* на долю самых устойчивых признаков с очень низким уровнем изменчивости приходилось от 7 % у сорта *Holistar Red* до 57 % у районированного сорта *Stevens*. Аналогичные диапазоны долевого участия признаков с ее низким и средним уровнями соответствовали областям значений от 14 до 43 % и от 7 до 36 %. Вместе с тем наиболее высокой долей признаков с повышенным уровнем изменчивости в годы наблюдений, достигавшей 43 и 50 %, характеризовались сорта *Hiliston* и *Holistar Red* при полном отсутствии таковых у сорта *Stevens*, и лишь в единичном случае (у сорта *Hiliston*) были выявлены признаки с очень высоким уровнем изменчивости, на долю которых приходилось 7 % от их общего количества. При усреднении в таксономическом ряду *O. macrocarpus* показателей долевого участия признаков с разным уровнем изменчивости установлено, что основное их количество (более 75 %) отличалось весьма низкими и в меньшей степени средними его значениями, тогда как на долю признаков с повышенной изменчивостью приходилось в среднем не более 24 %. Это свидетельствовало о сравнительно слабой зависимости биохимического состава плодов данного вида в целом от погодных условий вегетационного периода.

Исследуемые сорта *V. corymbosum*, независимо от сроков созревания, были отмечены весьма существенным и вполне сопоставимым с *O. macrocarpus* долевым участием в биохимическом составе плодов показателей с очень низким и низким уровнями изменчивости в двухлетнем цикле

Таблица 3. Усредненные в двухлетнем цикле наблюдений значения коэффициентов вариации (V, %) количественных показателей биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов *Vaccinium corymbosum*

Table 3. Values of variation coefficients (V, %) of quantitative indexes of biochemical composition of fruits of new introduced varieties of *Vaccinium corymbosum* averaged in the 2-year observation cycle

Показатель	<i>Bluecrop</i>	<i>Bluejay</i>	<i>Nui</i>	<i>Puru</i>	<i>Spartan</i>	<i>Sunrise</i>	<i>Toro</i>	<i>Brigitta Blue</i>	<i>Elliott</i>	Среднее для показателя
Сухие вещества	2,5	0,9	0,5	0,4	8,0	3,3	7,5	8,6	5,1	4,1
Свободные органические кислоты	19,9	33,3	31,8	36,1	25,4	24,6	2,5	3,0	7,0	20,4
Аскорбиновая кислота	17,9	4,8	4,1	10,8	9,8	30,1	23,7	35,9	21,0	17,6
Гидроксикоричные кислоты	9,1	0	6,0	11,9	5,3	5,9	3,4	29,4	22,7	10,4
Растворимые сахара	5,3	12,8	7,2	5,0	7,9	3,6	3,6	0	2,7	5,3
Сахарокислотный индекс	14,1	19,6	25,1	30,5	17,0	21,6	0	3,4	8,8	15,6
Пектиновые вещества	41,1	35,4	32,8	30,6	50,0	31,5	39,9	32,9	27,6	35,8
Собственно антоцианы	22,0	15,4	13,5	41,7	12,1	44,0	17,4	13,6	32,0	23,5
Лейкоантоцианы	8,8	5,8	8,7	10,6	9,6	28,8	30,5	5,9	16,8	13,9
Общее к-во антоциановых пигментов	16,3	11,7	11,5	29,5	11,1	37,4	22,8	10,6	26,2	19,7
Катехины	4,7	3,6	17,6	12,1	3,6	6,6	21,8	18,1	2,9	10,1
Флавонолы	2,0	14,2	18,7	13,3	10,1	10,8	9,9	3,3	11,8	10,5
Общее к-во биофлавоноидов	12,3	6,5	4,7	22,3	9,7	30,9	17,5	8,9	23,0	15,1
Дубильные вещества	19,7	8,7	15,0	16,9	2,3	8,5	5,6	12,2	10,1	11,0
Среднее для сорта	14,0	12,3	14,1	19,4	13,0	20,5	14,7	13,3	15,6	

Таблица 4. Усредненные в двухлетнем цикле наблюдений значения коэффициентов вариации (V, %) количественных показателей биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов *Actinidia arguta*

Table 4. Values of variation coefficients (V, %) of quantitative indexes of biochemical composition of fruits of new introduced varieties of *Actinidia arguta* averaged in the 2-year observation cycle

Показатель	Природная форма	Киевская крупноплодная	Киевская гибридная	Ласунка	Сентябрьская	Среднее для показателя
Сухие вещества	10,7	7,5	13,0	9,5	8,9	9,9
Свободные органические кислоты	1,2	0,7	12,6	4,2	58,2	15,4
Аскорбиновая кислота	13,8	46,8	7,5	32,8	44,2	29,0
Гидроксикоричные кислоты	8,9	6,4	13,9	24,4	23,4	15,4
Растворимые сахара	1,4	2,9	9,9	7,7	6,0	5,6
Сахарокислотный индекс	2,5	2,3	22,3	3,0	62,1	18,4
Пектиновые вещества	2,8	5,2	14,3	0,8	3,4	5,3
Лейкоантоцианы	12,5	17,1	9,3	16,9	34,5	18,1
Катехины	33,7	24,5	17,6	17,6	14,4	21,6
Флавонолы	11,5	14,3	29,1	10,3	9,5	14,9
Общее к-во биофлавоноидов	16,3	2,6	2,5	6,2	23,7	10,3
Дубильные вещества	2,6	22,5	6,2	16,9	20,1	13,7
Среднее для сорта	9,8	12,7	13,2	12,5	25,7	

наблюдений – 14–43 % (при минимальном значении у сорта *Puru* и максимальном у сорта *Bluejay*) и 14–57 % (при минимальном значении у сортов *Bluejay*, *Nui*, *Sunrise* и *Toro* и максимальном у сорта *Spartan*) (см. табл. 6).

Относительная доля показателей со средним и повышенным уровнями изменчивости также была сопоставима с таковой у *O. macrocarpus* и составляла соответственно 7–36 и 7–50 % при максимальных значениях в первом случае у районированного сорта *Bluecrop*, во втором – у сорта *Sunrise*. При этом наименьшим количеством показателей со средним уровнем изменчивости и даже их отсутствием в годы наблюдений характеризовались сорта *Sunrise*, *Elliott* и *Spartan*, для которых, как и для сорта *Bluecrop*, было показано минимальное количество признаков с ее повышенным уровнем. Однако примерно половина сортов *V. corymbosum* была отмечена наличием признаков с очень высоким уровнем изменчивости, доля которых составляла 7 %.

Т а б л и ц а 5. Усредненные в двухлетнем цикле наблюдений значения коэффициентов вариации (V, %) количественных показателей биохимического состава плодов интродуцированных таксонов *Actinidia kolomikta*

Table 5. Values of variation coefficients (V, %) of quantitative indexes of biochemical composition of fruits of introduced taxa of *Actinidia kolomikta* averaged in the 2-year observation cycle

Показатель	Природная форма	Ароматная	Достойная	Однодомная	Сентябрьская	ВИР-1	Вафельная	Среднее для показателя
Сухие вещества	8,1	0,7	11,7	10,9	15,4	9,2	16,2	10,3
Свободные органические кислоты	6,0	2,3	2,4	8,6	35,0	21,7	5,0	11,6
Аскорбиновая кислота	19,0	8,5	2,3	16,4	23,4	22,0	15,2	15,3
Гидроксикоричные кислоты	12,0	14,4	5,4	4,1	10,8	9,6	5,1	8,8
Растворимые сахара	18,9	6,4	1,1	2,8	6,8	1,9	0	5,4
Сахарокислотный индекс	14,1	9,4	4,0	11,3	39,6	25,3	5,4	15,6
Пектиновые вещества	7,4	1,8	5,5	28,0	14,0	5,9	4,2	9,5
Лейкоантоцианы	0,7	2,6	21,8	0	4,6	4,8	22,7	8,2
Катехины	7,5	11,9	3,2	6,3	9,8	2,8	12,3	7,7
Флавонолы	42,9	15,0	34,8	38,0	12,5	7,0	31,3	25,9
Общее к-во биофлавоноидов	17,0	2,8	21,2	15,4	0,7	1,5	23,9	11,8
Дубильные вещества	26,6	5,2	6,4	28,0	27,6	4,4	40,0	19,7
Среднее для сорта	15,0	6,8	10,0	14,2	16,7	9,7	15,1	

Т а б л и ц а 6. Относительная доля показателей биохимического состава плодов представителей сем. Ericaceae и Actinidiaceae с разным уровнем изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений, %

Table 6. Relative share of indexes of biochemical composition of fruits of fam. Ericaceae and Actinidiaceae representatives with different levels of variability in the 2-year observation cycle, %

Таксон	Уровень изменчивости, %				
	очень низкий (< 7)	низкий (8–12)	средний (13–20)	повышенный (21–40)	очень высокий (>41)
<i>Oxycoccus macrocarpus</i>					
<i>Stevens</i>	57	22	21	0	0
<i>Bain Favorit</i>	43	21	29	7	0
<i>Hiliston</i>	14	14	22	43	7
<i>Holistar Red</i>	7	14	29	50	0
<i>Stankovich</i>	36	14	36	14	0
<i>WSU 108</i>	29	43	7	21	0
Среднее для вида	31	21	24	23	1
<i>Vaccinium corymbosum</i>					
<i>Bluecrop</i>	29	21	36	7	7
<i>Bluejay</i>	43	14	29	14	0
<i>Nui</i>	36	14	29	21	0
<i>Puru</i>	14	29	14	36	7
<i>Spartan</i>	22	57	7	7	7
<i>Sunrise</i>	29	14	0	50	7
<i>Toro</i>	36	14	14	36	0
<i>Brigitta Blue</i>	36	29	14	21	0
<i>Elliott</i>	29	21	7	43	0
Среднее для вида	30	24	17	26	3
<i>Actinidia arguta</i>					
Природная форма	42	33	17	8	0
<i>Киевская крупноплодная</i>	50	8	17	17	8
<i>Киевская гибридная</i>	17	25	42	16	0
<i>Ласунка</i>	33	25	25	17	0
<i>Сентябрьская</i>	17	17	16	25	25
Среднее для вида	32	22	23	16	7

Окончание табл. 6

Таксон	Уровень изменчивости, %				
	очень низкий (< 7)	низкий (8–12)	средний (13–20)	повышенный (21–40)	очень высокий (>41)
<i>Actinidia kolomikta</i>					
Природная форма	25	25	34	8	8
<i>Ароматная</i>	58	25	17	0	0
<i>Достойная</i>	67	8	0	25	0
<i>Однородная</i>	33	25	17	25	0
<i>Сентябрьская</i>	25	25	17	33	0
<i>ВИР-1</i>	58	17	0	25	0
<i>Вафельная</i>	42	8	17	33	0
Среднее для вида	44	19	15	21	1

При усреднении же в таксономическом ряду доли показателей биохимического состава плодов с разным уровнем изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений была выявлена сопоставимость полученных значений для ее очень низкого и низкого уровней с таковыми у *O. macrocarpus*. Вместе с тем для *V. corymbosum* было показано на 7 % меньшее, чем у последней, доле участие признаков со средним уровнем изменчивости за счет увеличения такового с ее повышенным и очень высоким уровнями, что указывало на большую зависимость биохимического состава плодов *V. corymbosum* в целом от гидротермического режима вегетационного периода. Это положение согласуется с результатами наших более ранних исследований других сортов данных видов сем. Ericaceae [12].

Как следует из табл. 6, у представителей сем. Actinidiaceae межвидовые различия в этом плане отличались большей выразительностью при определенном сходстве с представителями сем. Ericaceae диапазонов варьирования в таксономических рядах долевого участия биохимических показателей с разным уровнем изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений. Так, у *A. arguta* доля признаков с очень низким и низким уровнями данной изменчивости составляла соответственно 17–50 % (при максимальном значении у сорта *Киевская крупноплодная* и минимальном у сортов *Киевская гибридная* и *Сентябрьская*) и 8–33 % (при максимальном значении у природной формы и минимальном у сорта *Киевская крупноплодная*). Подобные диапазоны для показателей со средним и повышенным уровнями изменчивости соответствовали областям значений 16–42 % (максимальном у сорта *Киевская гибридная* и минимальном у сорта *Сентябрьская*) и 8–25 % (максимальном у сорта *Сентябрьская* и минимальном у природной формы). Вместе с тем в таксономическом ряду *A. arguta* лишь два сорта – *Киевская крупноплодная* и *Сентябрьская* характеризовались довольно значительной долей показателей (соответственно 8 и 25 %) с очень высоким уровнем изменчивости в годы наблюдений, что свидетельствовало о более выраженной, чем у других представителей данного вида, зависимости биохимического состава их плодов от погодных условий вегетационного периода.

У *A. kolomikta* относительная доля показателей с очень низким и низким уровнями изменчивости в период наблюдений соответствовала областям значений в первом случае от 25 до 67 % (максимальном у сорта *Достойная* и минимальном у природной формы и сорта *Сентябрьская*), во втором – от 8 до 25 % при сопоставимости приведенных показателей у большинства таксонов данного вида. Аналогичная картина наблюдалась и в отношении анализируемых признаков с повышенным уровнем изменчивости, на долю которых приходилось от 8 до 33 %, причем у сорта *Ароматная* подобных признаков не выявлено. При этом весь сортовой материал *A. kolomikta*, в отличие от природной формы, характеризовался отсутствием в биохимическом составе плодов показателей с очень высоким уровнем изменчивости в годы наблюдений. При усреднении в таксономических рядах исследуемых видов сем. Actinidiaceae показателей долевого участия признаков с разным уровнем изменчивости у *A. kolomikta* установлено на 12 % большее, чем у *A. arguta*, количество таковых с очень низким уровнем, что в сочетании с меньшим количеством признаков с очень высоким уровнем изменчивости могло свидетельствовать о менее выраженной зависимости биохимического состава плодов первого вида от погодных условий вегетационного периода.

Таким образом, на фоне определенного сходства у интродуцированных видов сем. Ericaceae и Actinidiaceae усредненных в таксономических рядах показателей долевого участия в биохимическом составе плодов характеристик с разным уровнем изменчивости в двулетнем цикле наблюдений в целом была установлена более выраженная зависимость этой изменчивости от гидротермического режима сезона у *V. corymbosum* и *A. arguta*, нежели у *O. macrocarpus* и *A. kolomikta*.

Вместе с тем из табл. 2–5 следует, что интегральный уровень изменчивости биохимического состава плодов в двулетнем цикле наблюдений, оцениваемый по средневзвешенным значениям варибельности совокупности анализируемых признаков, в таксономическом ряду *O. macrocarpus* соответствовал области значений от 7,5 до 22,6 при следующей последовательности тестируемых сортов данного вида в порядке усиления степени зависимости биохимического состава плодов в целом от погодных условий вегетационного периода: *Stevens* > *Bain Favorit* > *Stankovich* > *WSU 108* > *Hiliston* > *Holistar Red*.

Как видим, наиболее устойчивым к их комплексному воздействию он оказался у районированного сорта *Stevens*, тогда как наименее устойчивым – у сорта *Holistar Red* при расхождении у них данного параметра в 3,0 раза.

Подобный диапазон изменения в сортовом ряду *V. corymbosum* средневзвешенных значений коэффициентов вариации совокупности анализируемых признаков соответствовал более узкой, чем у предыдущего вида, области значений – от 12,3 до 20,5 при следующем расположении тестируемых объектов в соответствии с усилением степени зависимости биохимического состава плодов в целом от гидротермического режима сезона: *Bluejay* > *Spartan* > *Brigitta Blue* > *Bluecrop* = *Nui* > *Toro* > *Elliott* > *Puru* > *Sunrise*.

Отсюда следует, что наименьшей зависимостью от него интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов отличался сорт *Bluejay*, тогда как наибольшей – сорт *Sunrise* при расхождении у них данного параметра в 1,7 раза. Как видим, *V. corymbosum* характеризовалась менее выраженным, чем *O. macrocarpus*, влиянием генотипа на изменчивость биохимического состава плодов в двулетнем цикле наблюдений.

Что касается видов сем. Actinidiaceae, то диапазон изменения в таксономическом ряду *A. arguta* средневзвешенных значений коэффициентов вариации совокупности биохимических характеристик плодов был сопоставим с таковым у *O. macrocarpus* и охватывал область значений от 9,8 до 25,7 при следующем расположении тестируемых объектов в порядке усиления влияния на нее погодных условий вегетационного периода: природная форма > *Ласунка* = *Киевская крупноплодная* > *Киевская гибридная* > *Сентябрьская*.

Отсюда следует, что наиболее выраженной устойчивостью к комплексному воздействию абиотических факторов в районе интродукции характеризовался интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов природной формы данного вида. Некоторым отставанием от нее в этом плане были отмечены сорта *Ласунка*, *Киевская крупноплодная* и особенно *Киевская гибридная* при наибольшем расхождении ее с сортом *Сентябрьская*, достигавшем 2,6-кратной величины.

Подобный диапазон изменений варибельности данного признака в двулетнем цикле наблюдений у *A. kolomikta* соответствовал области более низких, чем у *A. arguta* и у обоих видов сем. Ericaceae, значений – от 6,8 до 16,7 при следующем расположении тестируемых объектов в порядке усиления влияния на него гидротермического режима сезона: *Ароматная* > *ВИР-1* > *Достойная* > *Однодомная* > природная форма = *Вафельная* > *Сентябрьская*.

Как видим, наиболее выраженной устойчивостью к комплексному воздействию метеорологических факторов в годы наблюдений характеризовался биохимический состав плодов сорта *Ароматная*, тогда как наименьшей – сорта *Сентябрьская* при расхождении у них величины данного показателя в 2,5 раза.

Возвращаясь к табл. 2–5, нетрудно убедиться, что лишь отдельные характеристики биохимического состава плодов исследуемых видов интродуцентов характеризовались относительной стабильностью уровня изменчивости в двулетнем цикле наблюдений. В большинстве же случаев соответствие уровня варибельности определенной области принятой градации имело место далеко не у всех таксонов, и зачастую диапазон его изменений для того или иного признака в пределах сортового ряда охватывал все области данной градации. На наш взгляд, интегральное

Таблица 7. Средние для таксономических рядов представителей сем. Ericaceae и Actinidiaceae значения коэффициентов вариации показателей биохимического состава плодов и их позиции в ряду усиления степени зависимости от абиотических факторов в двухлетнем цикле наблюдений

Table 7. Values of variation coefficients of indexes of fruits biochemical composition and their positions in the ranking of a growing dependence on abiotic factors average for taxonomic rows of Ericaceae and Actinidiaceae families representatives in the 2-year observation cycle

Показатель	<i>Oxycoccus macrocarpus</i>		<i>Vaccinium corymbosum</i>		<i>Actinidia arguta</i>		<i>Actinidia kolomikta</i>	
	Уровень изменчивости (V, %)	Область градации изменчивости	Уровень изменчивости (V, %)	Область градации изменчивости	Уровень изменчивости (V, %)	Область градации изменчивости	Уровень изменчивости (V, %)	Область градации изменчивости
Сухие вещества	4,6	1	4,1	1	9,9	2	10,3	2
Свободные органические кислоты	10,1	2	20,4	3	15,4	3	11,6	2
Аскорбиновая кислота	13,4	3	17,6	3	29,0	4	15,3	3
Гидроксикоричные кислоты	8,6	2	10,4	2	15,4	3	8,8	2
Растворимые сахара	18,0	3	5,3	1	5,6	1	5,4	1
Сахарокислотный индекс	26,9	4	15,6	3	18,4	3	15,6	3
Пектиновые вещества	15,1	3	35,8	4	5,3	1	9,5	2
Собственно антоцианы	15,1	3	23,5	4	–	–	–	–
Лейкоантоцианы	14,5	3	13,9	3	18,1	3	8,2	2
Общее к-во антоциановых пигментов	8,6	2	19,7	3	18,1	3	8,2	2
Катехины	23,4	4	10,1	2	21,6	4	7,7	2
Флавонолы	19,4	3	10,5	2	14,9	3	25,9	4
Общее к-во биофлавоноидов	7,0	1	15,1	3	10,3	2	11,8	2
Дубильные вещества	16,1	3	11,0	2	13,7	3	19,7	3

Примечание. Прочерк (–) означает отсутствие данных; 1 – <7 %; 2 – 8–12 %; 3 – 13–20 %; 4 – 21–40 %.

представление о степени устойчивости к атмосферным воздействиям количественных показателей биохимического состава плодов интродуцентов в двухлетнем цикле наблюдений могут дать усредненные в таксономических рядах значения коэффициентов вариации исследуемых признаков, приведенные в табл. 7.

Анализ этих данных позволил выявить в ряде случаев сходство у исследуемых видов параметров изменчивости анализируемых признаков, характеризующих степень их межсезонных различий. Так, наименее выразительными (в пределах очень малой изменчивости) они были лишь в единичных случаях – для содержания сухих веществ в плодах обоих видов сем. Ericaceae, растворимых сахаров в плодах *V. corymbosum* и обоих видов сем. Actinidiaceae, пектиновых веществ в плодах *A. arguta*, а также для суммарного количества биофлавоноидов в плодах *O. macrocarpus*, что позволяло охарактеризовать данные показатели как наиболее устойчивые к гидротермическому режиму вегетационного периода. Значительно шире у исследуемых видов интродуцентов оказался спектр показателей с малой изменчивостью в двухлетнем цикле наблюдений. Наиболее отчетливо это проявилось у *A. kolomikta*, у которой он охватывал большинство характеристик биохимического состава плодов, в том числе содержание в них сухих и пектиновых веществ, титруемых и гидроксикоричных кислот, лейкоантоцианов, катехинов и общее количество биофлавоноидов, что также позволяло отнести обозначенные признаки к относительно устойчивым к воздействию метеорологических факторов. Лишь для содержания аскорбиновой кислоты и дубильных веществ, а также для показателя сахарокислотного индекса был установлен средний, а для содержания флавонолов повышенный уровень изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений. У *A. arguta* количество признаков с малой изменчивостью было вчетверо меньшим, нежели

у *A. kolomikta*, и к ним были отнесены лишь параметры накопления сухих веществ и общее количество биофлавоноидов. Большинство же характеристик биохимического состава плодов данного вида обладало средним уровнем изменчивости, и только содержание в них аскорбиновой кислоты и катехинов – повышенным. Сходством малого уровня изменчивости в годы наблюдений у обоих видов сем. Ericaceae было отмечено лишь содержание в плодах гидроксикоричных кислот, тогда как сходством среднего уровня – количество аскорбиновой кислоты и лейкоантоцианов. В остальных же случаях проявились довольно выразительные межвидовые различия. Так, у *O. macrocarpus* малым уровнем изменчивости были отмечены лишь параметры накопления свободных органических кислот и общее количество антоциановых пигментов. Для большинства же характеристик биохимического состава плодов данного вида, как и *A. arguta*, был установлен средний уровень изменчивости в двухлетнем цикле наблюдений и лишь для содержания катехинов и показателя сахарокислотного индекса – повышенный. Что касается *V. corymbosum*, то наряду с содержанием гидроксикоричных кислот, малым уровнем изменчивости были отмечены также параметры накопления в плодах катехинов, флавонолов и дубильных веществ. Для остальных же показателей их биохимического состава был показан средний, реже – повышенный (содержание пектиновых веществ и собственно антоцианов) уровень изменчивости. Вместе с тем ни для одного из показателей биохимического состава плодов исследуемых видов интродуцентов не установлено очень высокого интегрального уровня данной изменчивости.

Поскольку данный показатель может быть использован в качестве критерия устойчивости исследуемых характеристик биохимического состава плодов интродуцентов к комплексному воздействию погодных факторов в районе интродукции, то наиболее высоким ее уровнем у всех или у большинства исследуемых видов следовало признать содержание в них сухих веществ, гидроксикоричных кислот, растворимых сахаров и общее количество биофлавоноидов, а у обоих видов сем. Actinidiaceae также содержание пектиновых веществ. Наряду с этим высокой стабильностью в годы наблюдений у *O. macrocarpus* характеризовались содержание в плодах титруемых кислот и общее количество антоциановых пигментов, у *V. corymbosum* – параметры накопления катехинов, флавонолов и дубильных веществ, у *A. kolomikta* – содержание титруемых кислот, лейкоантоцианов и катехинов. Соответственно, у *O. macrocarpus* наиболее выраженную зависимость от гидротермического режима вегетационного периода показали значения сахарокислотного индекса и содержание в плодах катехинов, у *V. corymbosum* – параметры накопления пектиновых веществ и собственно антоцианов, у *A. arguta* – содержание катехинов, а у *A. kolomikta* – количества аскорбиновой кислоты и флавонолов. Сопоставление приведенной информации по данному вопросу для обоих видов сем. Ericaceae с результатами, полученными нами в предыдущих исследованиях в этом же районе Брестской области, но с иным набором сортов *O. macrocarpus* и *V. corymbosum* [12], выявило их заметное сходство, что свидетельствует об общности тенденций в изменчивости характеристик биохимического состава плодов каждого вида под воздействием абиотических факторов в районе интродукции.

Заключение. На основании сравнительного исследования в двухлетнем цикле наблюдений усредненных коэффициентов вариации 14 показателей биохимического состава плодов 4 видов интродуцентов из сем. Ericaceae и Actinidiaceae (*O. macrocarpus*, *V. corymbosum*, *A. arguta* и *A. kolomikta*) установлена их более выраженная зависимость в целом от гидротермического режима сезона у растений *V. corymbosum* и *A. arguta*, нежели у *O. macrocarpus* и *A. kolomikta*. Среди сортов *O. macrocarpus* наибольшей интегральной устойчивостью биохимического состава плодов к комплексному воздействию метеорологических факторов характеризовался районированный сорт *Stevens*, наименьшей – сорт *Holistar Red*, в сортовом ряду *V. corymbosum* – соответственно сорта *Bluejay* и *Sunrise*. В таксономическом ряду *A. arguta* наибольшая устойчивость к метеорологическим факторам установлена у природной формы, наименьшая – у сорта *Сентябрьская*, в таксономическом ряду *A. kolomikta* – соответственно у сортов *Ароматная* и *Сентябрьская*.

Наиболее высокой устойчивостью к комплексному воздействию погодных факторов у всех или у большинства интродуцентов отличались параметры накопления в плодах сухих веществ, гидроксикоричных кислот, растворимых сахаров и общее количество биофлавоноидов, а у обоих видов сем. Actinidiaceae также содержание пектиновых веществ. При этом высокой стабильностью

в годы наблюдений у *O. macrocarpus* характеризовались параметры накопления в плодах титруемых кислот и антоциановых пигментов, у *V. corymbosum* – содержание катехинов, флавонолов и дубильных веществ, у *A. kolomikta* – количества титруемых кислот, лейкоантоцианов и катехинов. Соответственно, наиболее выраженная зависимость от гидротермического режима сезона установлена у *O. macrocarpus* для показателя сахарокислотного индекса и содержания в плодах катехинов, у *V. corymbosum* – для уровней пектиновых веществ и собственно антоцианов, у *A. arguta* – для содержания катехинов, у *A. kolomikta* – для количества аскорбиновой кислоты и флавонолов.

Список использованных источников

1. Влияние погодных условий вегетационного периода на биохимический состав плодов шиповника и калины обыкновенной при интродукции в Беларусь / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство : науч. тр. / Ин-т плодоводства. – 2013. – Т. 25. – С. 309–325.
2. Межсезонные различия биохимического состава плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) при интродукции в Беларусь / Ж. А. Рупасова [и др.] // Плодоводство : сб. науч. тр. / Ин-т плодоводства. – 2016. – Т. 28. – С. 227–236.
3. Методы определения сухих веществ : ГОСТ 8756.2-82. – Введ. 01.01.1983. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
4. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 429 с.
5. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники : дис. ... канд. фармацевт. наук : 15.00.02 / Н. Г. Марсов. – Пермь, 2006. – 200 л.
6. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений : учеб. пособие / Б. П. Плешков. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1985. – 255 с.
7. 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. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740100110>
8. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю. Г. Скорикова, Э. А. Шафтан // Тр. III Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод (27–30 сент. 1966 г.) / Урал. лесотехн. ин-т. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.
9. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В. Ю. Андреева [и др.] // Фармация. – 2013. – № 3. – С. 19–21.
10. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР / редкол. : Ю. Г. Бобков [и др.]. – М., 1987. – Вып. 1 : Общие методы анализа. – С. 286–287.
11. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1984. – 424 с.
12. Формирование биохимического состава плодов видов семейства Ericaceae (Вересковые) при интродукции в условиях Беларуси / Ж. А. Рупасова [и др.] ; под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 307 с.

References

1. Rupasova Zh. A., Garanovich I. M., Shpital'naya T. V., Vasilevskaya T. I., Varavina N. P., Krinitskaya N. B., Legkaya L. V., Titok V. V. The influence of weather conditions of the vegetation period on the biochemical composition of rose hips and viburnum ordinary when introduced into Belarus. *Plodovodstvo: nauchnye trudy* [Fruit growing: scientific papers], 2013, vol. 25, pp. 309–325 (in Russian).
2. Rupasova Zh. A., Garanovich I. M., Shpital'naya T. V., Vasilevskaya T. I., Krinitskaya N. B., Tishkovskaya E. V., Pinchukova Yu. M., Frolova L. V., Murashkevich L. A., Titok V. V. Interseasonal differences in the biochemical composition of the fruits of mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) upon introduction into Belarus. *Plodovodstvo: sbornik nauchnykh trudov* [Fruit growing: collection of scientific papers], 2016, vol. 28, pp. 227–236 (in Russian).
3. State Standard 8756.2-82. *Methods for determination of dry substance*. Moscow, Publishing House for Standards, 1982. 5 p. (in Russian).
4. Ermakov A. I., Arasimovich V. V., Yarosh N. P., Perushanskii Yu. V., Lukovnikova G. A., Ikonnikova M. I. *Methods of biochemical research of plants*. 3rd ed. Leningrad, Agropromizdat. Leningradskoe otделение Publ., 1987. 429 p. (in Russian).
5. Marsov N. G. *Phytochemical study and biological activity of cranberries, cranberries and blueberries*. Ph. D. thesis. Permian, 2006. 200 p. (in Russian).
6. Pleshkov B. P. *Practical work on plant biochemistry*. 3rd ed. Moscow, Kolos Publ., 1985. 255 p. (in Russian).
7. Swain T., Hillis W. 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>
8. Skorikova Yu. G., Shaftan E. A. Method for the determination of anthocyanins in fruits and berries. *Trudy III Vsesoyuznogo seminar po biologicheski aktivnym (lechebnym) veshchestvam plodov i yagod (27–30 sentyabrya 1966 goda)* [Proceedings of the III All-Union seminar on biologically active (medicinal) substances of fruits and berries (September 27–30, 1966)]. Sverdlovsk, 1968, pp. 451–461 (in Russian).
9. Andreeva V. Yu., Kalinkina G. I., Kolomiets N. E., Isaikina N. V. Method for the determination of anthocyanins in the fruit of chokeberry aronia. *Farmatsiya = Pharmacy*, 2013, no. 3, pp. 19–21 (in Russian).

10. Determination of the content of tannins in medicinal plant raw materials. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Выпуск 1* [State Pharmacopoeia of the USSR. Iss. 1]. Moscow, 1987, pp. 286–287 (in Russian).

11. Zaitsev G. N. *Mathematical statistics in experimental botany*. Moscow, Nauka Publ., 1984. 424 p. (in Russian).

12. Rupasova Zh. A., Reshetnikov V. ., Vasilevskaya T. I., Yakovlev A. P., Pavlovskii N. B. *Formation of the biochemical composition of the fruits of the Ericaceae family (Heathers) when introduced in Belarus*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2011. 307 p. (in Russian).

Информация об авторах

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

Гаранович Игорь Михайлович – канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: I.Garanovich@cbg.org.by

Шпитальная Тамара Васильевна – канд. биол. наук, заведующий лабораторией. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: bel.dendr@gmail.com

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

Гончарова Людмила Владимировна – канд. биол. наук, уч. секретарь. Центральный ботанический сад НАН Беларуси (ул. Сурганова, 2в, 220012, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: L.Goncharova@cbg.org.by

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

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

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

Пигуль Марина Леоновна – науч. сотрудник. Институт плодородия (ул. Ковалева, 2, 223013, аг. Самохваловичи, Минский район, Минская область, Республика Беларусь).

Фролова Людмила Владимировна – канд. с.-х. наук, заведующий лабораторией. Институт плодородия (ул. Ковалева, 2, 223013, аг. Самохваловичи, Минский район, Минская область, Республика Беларусь).

Information about the authors

Zhanna A. Rupasova – Corresponding Member, D. Sc. (Biol.), Professor, Head of the Laboratory. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Igor M. Garanovich – Ph. D. (Biol.), Leading researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: I.Garanovich@cbg.org.by

Tamara V. Shpitalnaya – Ph. D. (Biol.), Head of the Laboratory. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bel.dendr@gmail.com

Nikolay B. Pavlovskiy – Ph. D. (Biol.), Head of the Laboratory. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pavlovskiy@tut.by

Ljudmila V. Goncharova – Ph. D. (Biol.), Scientific Secretary. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: L.Goncharova@cbg.org.by

Tamara I. Vasilevskaya – Ph. D. (Biol.), Senior researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: T.Vasileuskaya@cbg.org.by

Natalia B. Krinitskaya – Researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus).

Alla G. Pavlovskaya – Researcher. Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (2v, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pavlovskiy@tut.by

Marina L. Pigul' – Researcher. Institute of Fruit Growing (Kovalev Str., 2, 223013, ag. Samokhvalovichi, Minsk Region, Republic of Belarus).

Ljudmila V. Frolova – Ph. D. (Agric.), Head of the Laboratory. Institute of Fruit Growing (Kovalev Str., 2, 223013, ag. Samokhvalovichi, Minsk Region, Republic of Belarus).