



БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

4/2018 (Выпуск 204)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

- Хмарик А.Г., Бялт В.В., Орлова Л.В., Фирсов Г.А.**
Современный ассортимент хвойных в садах и парках Санкт-Петербурга 3
- Казарова С.Ю., Бойко Г.А.**
Сезонное развитие представителей рода *Sorbus* L. в дендрарии
Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова 17
- Саодатова Р.З., Отто Е.С.**
Представители семейства Rosaceae на экспозиции флоры
Восточной Европы ГБС РАН 22
- Зуева М.А., Стогова А.В.**
Влияние метеорологических условий на фенологию и биоморфологию
Bergenia carssifolia (L.) Fritsch в ГБС РАН 27
- Фирсов Г.А., Хмарик А.Г.**
Реакция хвойных интродуцентов Санкт-Петербурга на аномальные
метеословия зим 2014-2016 гг. 32
- Мамаева Н.А., Хохлачева Ю.А., Новова А.А.**
Возможности использования некоторых сортов бородатых ирисов
в городском озеленении (с учетом некоторых количественных
характеристик) 40
- Шатко В.Г., Потапова С.А., Тетерина Г.Д., Сургина Л.В.**
Парк музея-усадьбы Н.К. Рериха в Гималаях (Индия) 49

АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

- Кузьмина Т.Н.**
Тератологические изменения андрогоя *Jasminum beesianum*
Forrest et Diels. (Oleaceae) 56
- Рупасова Ж.А., Гаранович И.М., Шпитальная Т.В., Василевская Т.И.,
Криницкая Н.Б., Фролова Л.В., Пикуль М.Л., Гончарова Л.В.**
Особенности биохимического состава плодов новых интродуцированных
сортов *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq. и *Actinidia kolomikta*
(Maxim & Rupr.) Maxim. в условиях Беларуси 65

ФЛОРИСТИКА И СИСТЕМАТИКА

- Швецов А.Н.**
Флористические исследования в городах 74

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Ткачева Е.В.**
Научное наследие через призму базы данных Web of Science:
(к 120-летию со дня рождения академика Н.В. Цицина (1898–1980)) 86
- Ткачева Е.В.**
Цитирование журнала «Бюллетень Главного ботанического сада»
в базе данных Web of Science 90

Учредители:
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина РАН
ООО «Научтехлитиздат»;
ООО «Мир журналов».

Издатель:
ООО «Научтехлитиздат»

Журнал зарегистрирован федеральной
службой по надзору в сфере связи
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации
СМИ ПИ № ФС77-46435

Подписные индексы
ОАО «Роспечать» 83164
«Пресса России» 11184

Главный редактор:
**Демидов А.С., доктор биологических
наук, профессор, Россия**

Редакционная коллегия:
Бондорина И.А. доктор биол. наук, Россия
**Виноградова Ю.К. доктор биол. наук
Россия**

**Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук,
(зам. гл. редактора), Россия**
Иманбаева А.А. канд. биол. наук, Казахстан
Молканова О.И. канд. с/х наук, Россия
**Плотникова Л.С. доктор биол. наук, проф.
Россия**

**Решетников В.Н. доктор биол. наук,
проф., Беларусь**
Романов М.С. канд. биол. наук, Россия
**Семихов В.Ф. доктор биол. наук, проф.
Россия**

Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия
**Шатю В.Г. канд. биол. наук (отв. секретарь),
Россия**

Швецов А.Н. канд. биол. наук, Россия
Huang Hongwen Prof., China
Peter Wyse Jackson Dr., Prof., USA

Дизайн и верстка
Ивашкин Д.Г.

Адрес редакции:
107258, Москва,
Алымов пер., д. 17, корп. 2
«Издательство, редакция журнала
"Бюллетень Главного
ботанического сада"»
Тел.: +7 (499) 168-24-28
+7 (499) 977-91-36
E-mail: bul_mbs@mail.ru
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 28.11.2018 г.
Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4.
Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 879
Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная
версия подготовлены
ООО «Научтехлитиздат»
Отпечатано в типографии
ООО «Научтехлитиздат»
107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2
www.tgizd.ru



BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

4/2018 (Выпуск 204)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

- Khmarik A.G., Byalt V.V., Orlova L.V., Firsov G.A.**
Modern assortment of Conifers of Saint-Petersburg's parks and gardens.....3
- Kazarova S. Yu., Boyko G.A.**
Seasonal development of some species of the genus *Sorbus* L. in the arboretum of the Botanical Garden of Moscow State University named after M.V. Lomonosov.....17
- Saodatova R.Z., Otto E.S.**
Representatives of the family Poaceae on the Eastern Europe Flora exposition of MBG RAS.....22
- Zueva M.A., Stogova A.V.**
The influence of meteorological condition on the phenology and biomorphology of *Bergenia carssifolia* (L.) Fritsch in Main Botanical Garden RAS.....27
- Firsov G.A., Khmarik A.G.**
The reaction of coniferous introductions of St. Petersburg to the anomalous meteorological conditions of winters 2014-2016.....32
- Mamaeva N.A., Khokhlichova J.A., Novova A.A.**
Possibility that certain varieties of bearded irises in urban planting (subject to certain quantitative characteristics).....40
- Shatko V.G., Potapova S.A., Teterina G.D., Surgina L.V.**
Park of N.K.Roerich Museum-Estate in Himalayas (India).....49

ANATOMY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

- Kuzmina T.N.**
Teratological changes of anthers of *Forrestia dielsii* (Oleaceae).....
- Rupasova Z.A., Garanovici Krintskaya N.B., Frolova L.**
Peculiarities of the biochemical composition of *Actinidia arguta* Sieb and *Actinidia kolomikta* Maxim. from Belarus Republic.....

FLORISTICS AND TAXONOMY

- Shvetsov A.N.**
Floristic studies in cities.....

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY

- Tkacheva E.V.**
Scientific heritage through the years of the 120th anniversary of a Russian botanist **Tkacheva E.V.**
Citation of the journal «Bulletin of the Main Botanical Garden» in the Web of Science.....

Founders:
Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Gardens named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences; Ltd. «Nauchtehlitizdat»; Ltd. «The World Of Magazines»

Publisher:
Ltd. «Nauchtehlitizdat»

The Journal is Registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor).
Certified by the Federal Agency for Print Media Registration № Фс77-46435

Subscription Numbers:
The Public Corporation «Rospechat» 83164
«Press of Russia» 11184

Editor-In-Chief
Demidov A.S., Dr. Sci. Biol., Prof.

Editorial Board:
Bondarina I.A., Dr. Sci. Biol.
Vinogradova Yu.K., Dr. Sci. Biol.
Gorbulov Yu.N., Dr. Sci. Biol., (Deputy Editor-in-Chief)
Imanbaeva A.A., Cand. Sci. Biol.
Molkanova O.I., Cand. Sci. Agriculture
Plotnikova L.S., Dr. Sci. Biol., Prof.
Reshetnikov V.N., Dr. Sci. Biol., Prof.
Romanov M.S. Cand. Sci. Biol.
Semikhov V.F., Dr. Sci. Biol., Prof.
Shvetsov A.N., Dr. Sci. Biol., Prof.
Stogova A.V., Cand. Sci. Biol., Prof.
Tkacheva E.V., Cand. Sci. Biol., Prof. (Secretary-in-Chief)
Ushakov A.N., Cand. Sci. Biol., Prof.
Zueva M.A., Dr. Sci. Biol., Prof.

Make-Up
G.

Office Address:
Moscow,
Pereulok, 17, Bldg 2.
Publishing House, Editors
of the «Bulletin of the Main Botanical Garden»
(499) 168-24-28
(499) 977-91-36
mbs@mail.ru
mainbotanicalgarden@mail.ru

Printed in Moscow, 2018
88 1/8
Offset Printing
on 70gsm Paper
International Printer's Sheets
International Publisher's Signatures
№ 879
300 Copies

Printed and the Electronic Version of the Journal are Made by Ltd. «Nauchtehlitizdat»
Printed in Ltd. «Nauchtehlitizdat», Moscow, Alymov pereulok, 17, bldg. 2
www.tgizd.ru

Ж.А. Рупасова

д-р биол. наук, член-корр. НАН Беларуси, проф.

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

И.М. Гаранович

канд. биол. наук, вед. н.с.

Т.В. Шпитальная

канд. биол. наук, зав. лабораторией

Т.И. Василевская

канд. биол. наук

Н.Б. Криницкая

научный сотрудник

Л.В. Фролова

канд. с-х наук, зав. лабораторией

М.Л. Пигуль

н.с.

Л.В. Гончарова

канд. биол. наук, ученый секретарь

Государственное учреждение науки Центральный
ботанический сад НАН Беларуси, Минск

Особенности биохимического состава плодов новых интродуцированных сортов *Actinidia arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq. и *Actinidia kolomikta* (Maxim & Rupr.) Maxim. в условиях Беларуси

Приведены результаты сравнительного исследования в 2016-2017 гг. биохимического состава плодов двух интродуцированных видов сем. Actinidiaceae, в том числе дикорастущей формы и 5 сортов *Actinidia arguta* – Киевская Крупноплодная, Киевская Гибридная, Ласунка, Пурпурная Садовая и Сентябрьская, а также дикорастущей формы и 8 сортов *Actinidia kolomikta* – Превоходная, Ароматная, Достойная, Однодомная, Сентябрьская, ВИР-1, Вафельная и Ботаническая. Установлены диапазоны варьирования 14 характеристик биохимического состава плодов. В сортовом ряду *Actinidia arguta* наиболее высокий интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов, превосходящий таковой у природной формы в 6,4 раза, установлен у сорта Киевская Крупноплодная при отставании от него остальных сортов в 1,1-1,5 раза. В сортовом ряду *Actinidia kolomikta* наиболее высокий интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов, превосходящий таковой у природной формы в 9,8 раза, установлен у сорта Вафельная, при отставании от него остальных сортов в 2,6-8,2 раза.

Ключевые слова: актинидия аргута, актинидия коломикта, сорта, плоды, биохимический состав, органические кислоты, углеводы, биофлавоноиды.

Z.A. Rupasova

Dr. Sci. Biol., Prof., Corresponding Member

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

I.M. Garanovich

Cand. Sci. Biol., Leading Researcher

T.V. Shpitalnaya

Cand. Sci. Biol., Head of Laboratory

T.I. Vasilevskaya

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

N.B. Krinitskaya

Researcher

L.V. Frolova

Cand. Sci. Agric., Head of Laboratory

M.L. Pigul

Researcher

L.V. Goncharova

Cand. Sci. Biol., Scientific Secretary

State Institution for Science Central Botanical Garden
NAS of Belarus Republic

Peculiarities of the biochemical composition of fruits of new introduced sorts of *Actinidia arguta* Siebold et Zucc. (Planch, ex Miq.) and *Actinidia kolomikta* Maxim. & Rupr. (Maxim) in conditions of Belarus Republic

The article presents results of a comparative study held 2016-2017 of biochemical composition of fruits of introduced taxa of two species of Actinidiaceae family, including wild form and 5 sorts of *Actinidia arguta* – Kievskaja Krupnoplodnaja, Kievskaja Gibrinidnaja, Lasunka, Purpurnaja Sadovaja and Sentjabrskaja as well as the wild form and 8 sorts of *Actinidia kolomikta* – Prevoshodnaja, Aromatnaja, Dostojnaja, Odnodomnaja, Sentjabrskaja, VIR-1, Vafelnaja and Botanicheskaja. There have been found out ranges of variation of 14 characteristics of fruits biochemical composition in actinidia taxonomic rows averaged in the 2-year observation cycle. Among the sorts of *Actinidia arguta* the highest integral level of nutritional and vitamin values of fruits, exceeding that of the natural form 6.4 times, is that of Kievskaja Krupnoplodnaja sort, other sorts being 1.1-1.5 times behind in this respect. Among the sorts of *Actinidia kolomikta* the highest integral level of nutritional and vitamin values of fruits, exceeding that of the natural form 9.8 times, is that of Vafelnaja, other sorts being 2.6-8.2 times behind in this respect.

Keywords: *Actinidia arguta*, *Actinidia kolomikta*, sorts, fruits, biochemical composition, organic acids, carbohydrates, bioflavonoids.

Введение. В последние годы особой популярностью у населения Беларуси пользуются интродуцированные в местных условиях виды сем. Actinidiaceae - актинидия аргута (*Actinidia arguta*) и актинидия коломикта (*Actinidia kolomikta*). По нашим предварительным оценкам, плоды данных видов характеризуются значительным накоплением широкого спектра физиологически ценных соединений, в том числе свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, пектиновых веществ и биофлавоноидов, что делает их весьма привлекательными для комплексного практического использования, особенно в посчернобыльской ситуации. В настоящее время коллекционные фонды лаборатории интродукции древесных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси и Института плодоводства (агргородок Самохваловичи Минской обл.), наряду с природными дикорастущими формами данных видов актинидии, распространены на территории Беларуси, насчитывают 8 плодоносящих сортов актинидии коломикта и 5 плодоносящих сортов актинидии аргута, успешно прошедшими первичные интродукционные испытания в местных условиях, что свидетельствует о целесообразности их распространения на территории республики и возможности использования в качестве исходной основы для дальнейшей селекционной работы. В этой связи особый научный и практический интерес представляет оценка генотипических особенностей биохимического состава плодов этих новых, ранее не исследовавшихся интродуцированных сортов двух видов актинидий.

Условия, объекты и методы исследований. Исследования были выполнены в 2016-2018 гг. в центральной агроклиматической зоне республики в районе распространения легких песчаных дерново-подзолистых почв и осушенных верховых торфяников. Годы исследований характеризовались выраженными контрастами погодных условий. Вегетационный период 2016 г. в целом характеризовался сравнительно высоким температурным фоном при достаточном увлажнении в мае и июне и его значительном избытке в апреле и июле. Начало весны 2017 г. было отмечено преимущественно прохладной погодой при близком к норме выпадении атмосферных осадков, сменившимся в дальнейшем существенным их дефицитом. Несмотря на близкие к многолетней норме среднемесячные значения температуры воздуха, существенные ее колебания в течение каждого месяца на протяжении вегетационного периода оказывали негативное влияние на формирование плодов исследуемых интродуцентов, что проявилось в смещении сроков их созревания на более позднее время и снижении урожайности. Это позволяет охарактеризовать сезон 2017 г. как весьма неблагоприятный для полной реализации биологического потенциала у исследуемых видов интродуцентов.

В качестве объектов исследований были привлечены плоды дикорастущей формы и 5 сортов *Actinidia arguta* Siebold et Zucc. (Planch, ex Miq.) - Киевская Крупноплодная, Киевская Гибридная, Ласунка, Пурпурная Садовая и Сентябрьская, а также дикорастущей формы и 8 сортов

Actinidia kolomikta Maxim. & Rupr.(Maxim.)- Превосходная, Ароматная, Достойная, Однодомная, Сентябрьская, ВИР-1, Вафельная и Ботаническая.

Исследование биохимического состава плодов актинидий 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 [1]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [2]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [2]. В высушенных при температуре 60°C пробах растительного материала определяли содержание: гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом [3]; растворимых сахаров - ускоренным полумикрометодом [4]; пектиновых веществ - кальциево-пектатным методом [2]; суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W. E. Hillis [5], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [6]; собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметрическим методом [2, 7]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [2]; дубильных веществ – титриметрическим методом Левенталя [8]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Выявление сортов актинидий с наиболее высоким интегральным уровнем питательной и витаминной ценности плодов осуществляли на основе авторского способа ранжирования растений по совокупности анализируемых признаков, защищенного патентом [9]. Данный способ основан на сопоставлении у тестируемых объектов количества, относительных размеров, амплитуды и соотношений статистически достоверных отклонений от эталонных (стандартных) значений усредненных в многолетнем цикле наблюдений биохимических характеристик плодов. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений можно судить о выразительности различий каждого тестируемого сорта с эталонным объектом по совокупности всех исследуемых признаков, что позволяет провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупности различий с эталонным объектом является критерием наличия либо отсутствия преимуществ каждого тестируемого сорта, по сравнению с эталонным объектом, по исследуемым параметрам плодов в целом. Соответственно значения данного соотношения, превышающие 1, свидетельствуют о наличии указанных преимуществ, тогда как значения, уступающие 1, напротив, позволяют сделать вывод об их отсутствии. В порядке снижения величины данного соотношения определялась последовательность тестируемых объектов в таксономическом ряду по мере снижения интегрального уровня питательной и витаминной ценности их плодов.

Результаты и их обсуждение. *Actinidia arguta* является сравнительно новой для Беларуси плодовой культурой. В естественных местообитаниях она произрастает в хвойных и смешанных лесах юга Уссурийского края, Японии, Кореи, Китая и достигает высоты 30 м при диаметре ствола у корневой шейки 10-20 см. Стволы выглядят как мощные канаты, обвивающие соседние деревья. Разнообразные по форме плоды *A. arguta* - многосемянные ягоды (3x2 см), темно-зеленые, мясистые, одноцветные или с одной стороны с загаром, в зрелом состоянии мягкие, с запахом ананаса, съедобные, сладкие на вкус. По нашим оценкам, в зависимости от генотипа растений и погодных условий вегетационного периода, средняя урожайность интродуцированных в Беларуси сортов *Actinidia arguta* варьировала от 500 до 3540 г/растение при наибольших ее значениях у сортов Киевская Крупноплодная и Сентябрьская и наименьших у сортов Ласунка и Киевская Гибридная.

Как показали наши исследования, особенностью биохимического состава плодов *A. arguta* является отсутствие в их составе биофлавоноидного комплекса группы собственно антоцианов при доминирующем положении в нем лейкоантоцианов, доля которых в годы исследований, в зависимости от генотипа растений, достигала 54-72%. При этом долевое участие флавонолов и катехинов было примерно одинаковым и составляло 14-25%. Следует заметить, что плоды исследуемых таксонов *A. arguta* характеризовались довольно высоким содержанием полифенолов, вполне сопоставимым с их содержанием в плодах рябины обыкновенной и калины обыкновенной [10]. Как следует из таблицы 1, диапазон варьирования в таксономическом ряду актинидии аргута общего количества в сухой массе плодов этих чрезвычайно ценных биологически активных соединений составлял 3898,5-4642,9 мг% при незначительном (не более чем в 1,2 раза) расхождении в нем крайних позиций, что свидетельствовало о слабо выраженных генотипических различиях в накоплении Р-витаминов. При этом содержание в плодах лейкоантоцианов составляло 2366,0-3128,7 мг%, катехинов – 593,7-938,2 мг%, флавонолов – 797,0-941,0 мг%. При содержании сухих веществ в пределах 16,3-23,1% аналогичные диапазоны варьирования содержания свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот соответствовали областям значений: 6,8-12,1%, 182,2-586,4 мг% и 166,9-333,9 мг%, растворимых сахаров – 27,5-39,0%, пектиновых и дубильных веществ – соответственно 6,9-12,3% и 1,62-2,68% при значении сахарокислотного индекса от 2,4 до 7,0.

На основании анализа этих данных были выявлены образцы *A. arguta* с наибольшими и соответственно наименьшими параметрами содержания в плодах действующих веществ (табл. 2). Так, наиболее высоким содержанием в них органических кислот характеризовались природная форма (титруемых), а также сорта Ласунка (аскорбиновой) и Пурпурная Садовая (гидроксикоричных); дубильных веществ – сорт Киевская Крупноплодная; растворимых сахаров – сорта Пурпурная Садовая и Сентябрьская, второй из которых характеризовался не только максимальным накоплением пектиновых веществ и лейкоантоцианов, но и

наибольшим показателем сахарокислотного индекса. Соответственно минимальным содержанием в плодах актинидии аргута сухих веществ и растворимых сахаров при наименьшем значении сахарокислотного индекса отличался сорт Ласунка, титруемых кислот и дубильных веществ – сорт Сентябрьская, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот - природная форма; пектиновых веществ и флавонолов – сорт Киевская Гибридная; биофлавоноидов, в том числе лейкоантоцианов и катехинов – сорт Пурпурная Садовая.

С целью выявления степени преимуществ новых интродуцированных сортов *A. arguta* по богатству биохимического состава плодов относительно друг друга и эталонного объекта, в качестве которого, в связи с ограниченностью районированного сортимента в Республике Беларусь, использовали природную форму данного вида, были определены направленность и относительные размеры расхождений с ней в содержании действующих веществ (табл. 3). У всех или у большинства тестируемых сортов актинидии аргута наблюдалось преимущественное отставание от природной формы в содержании в плодах свободных органических кислот на 3-44%, катехинов и флавонолов соответственно на 6-28%, и 8-15%. Вместе с тем селекционный процесс способствовал существенной активизации накопления в плодах сортового материала, по сравнению с природной формой, пектиновых и дубильных веществ на 8-64% и 2-42%, лейкоантоцианов на 6-21%, а также аскорбиновой и гидроксикоричных кислот на 84-222% и 22-100%. В направленности же различий сортового материала с природной формой в содержании растворимых сахаров и значениях сахарокислотного индекса прослеживались неоднозначные тенденции. Так, если для сортов Киевская Крупноплодная, Киевская Гибридная и Ласунка было показано отставание от нее на 4-20% в накоплении растворимых сахаров, то сорта Пурпурная Садовая и Сентябрьская, напротив, превосходили ее в этом плане на 13%, а также на 90-141% по величине сахарокислотного индекса.

Для осуществления ранжирования новых сортов *A. arguta* в соответствии с интегральным уровнем питательной и витаминной ценности плодов по совокупности 14 характеристик биохимического состава, были определены суммарные значения их разнонаправленных различий с природной формой по отдельным показателям. Сравнительный анализ данных, приведенных в табл. 4, выявил значительные сдвиги в биохимическом составе плодов тестируемых сортов данного вида относительно его природной формы, что свидетельствовало о существенном влиянии селекционного процесса на темпы биосинтеза в них определявшихся соединений.

При этом амплитуда выявленных различий по совокупности анализируемых признаков, указывающая на степень их проявления, варьировала в весьма широком диапазоне - от 228,3% у сорта Киевская Крупноплодная до 500,5% у сорта Пурпурная Садовая. Вместе с тем у всех без исключения сортов *A. arguta* суммарные значения позитивных сдвигов в биохимическом составе плодов в 4,2-6,4 раза

Анатомия, морфология, физиология и биохимия

Таблица 1. Количественные показатели биохимического состава плодов интродуцированных сортов *Actinidia arguta* (среднее на 2 года наблюдений)

Показатель	Природная форма (st)	Киевская Крупноплодная	Киевская Гибридная	Ласунка	Пурпурная Садовая	Сентябрьская
Сухие вещества, %	19,2	20,8	18,0	16,3	22,4	23,1
Свободн. орг. кислоты, %	12,1	10,4	11,8	11,7	7,1	6,8
Аскорбин. кислота, мг%	182,2	334,3	478,0	586,4	414,2	408,7
Гидроксик. кислоты, мг%	166,9	206,4	227,4	228,8	333,9	203,1
Растворимые сахара, %	34,4	31,4	33,0	27,5	39,0	38,7
Сахарокислотный индекс	2,9	3,1	2,9	2,4	5,5	7,0
Пектиновые вещества, %	7,5	8,1	6,9	9,1	9,8	12,3
Лейкоантоцианы, мг%	2595,7	2751,7	2782,0	3012,8	2366,0	3128,7
Катехины, мг%	819,0	938,2	767,0	763,3	593,7	704,2
Флавонолы, мг%	941,0	864,6	797,0	846,4	938,8	810,0
Сумма биофлавоноидов, мг%	4355,7	4554,5	4345,9	4622,5	3898,5	4642,9
Дубильные вещества, %	1,89	2,68	2,51	1,93	2,54	1,62

Таблица 2. Сорта *Actinidia arguta* с наибольшими (*max.*) и наименьшими (*min.*) показателями биохимического состава плодов

Показатель	Природная форма (st)	Киевская Крупноплодная	Киевская Гибридная	Ласунка	Пурпурная Садовая	Сентябрьская
Сухие вещества				min		max
Свободные органич. кислоты	max					min
Аскорбиновая кислота	min			max		
Гидроксикоричные кислоты	min				max	
Растворимые сахара				min	max	max
Сахарокислотный индекс				min		max
Пектиновые вещества			min			max
Лейкоантоцианы					min	max
Катехины		max			min	
Флавонолы	max		min		max	
Сумма биофлавоноидов				max	min	max
Дубильные вещества		max				min

превышали таковые отрицательных, что свидетельствовало о более высоком, чем у природной формы, интегральном уровне их питательной и витаминной ценности. На основании сопоставления соотношения данных сдвигов у тестируемых сортов *A. arguta* было проведено их ранжирование по богатству биохимического состава плодов, позволившее расположить их по мере его снижения в данной последовательности:

Киевская Крупноплодная > Киевская Гибридная > Сентябрьская = Пурпурная Садовая > Ласунка.

Как видим, лидирующее положение в приведенном ряду занимает сорт Киевская Крупноплодная, которому

остальные сорта уступают лишь в 1,1-1,5 раза. Относительная сопоставимость интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов у всех исследуемых сортов *A. arguta* указывает на перспективность их использования в любительском садоводстве республики по данному признаку.

A. kolomikta, как *A. arguta* и, является сравнительно новой для Беларуси плодовой культурой. В природе эта многолетняя деревянистая лиана произрастает в разных типах широколиственных и хвойных лесов в Китае, Японии, Корее; Приморье, Приамурье и в других частях Дальнего Востока. Ее плоды, характеризующиеся сочной мякотью

Таблица 3. Относительные различия интродуцированных сортов *Actinidia arguta* с природной формой по характеристикам биохимического состава плодов, %

Показатель	Киевская Крупноплодная	Киевская Гибридная	Ласунка	Пурпурная Садовая	Сентябрьская
Сухие вещества	+8,3	-6,3	-15,1	+16,7	+20,3
Свободн. орган. кислоты	-14,1	-2,5	-3,3	-41,3	-43,8
Аскорбиновая кислота	+83,5	+162,3	+221,8	+127,3	+124,3
Гидроксикор. кислоты	+23,7	+36,3	+37,1	+100,1	+21,7
Растворимые сахара	-8,7	-4,1	-20,1	+13,4	+12,5
Сахарокислотн.- индекс	+6,9	-	-17,2	+89,7	+141,4
Пектиновые вещества	+8,0	-8,0	+21,3	+30,7	+64,0
Лейкоантоцианы	+6,0	+7,2	+16,1	-8,9	+20,5
Катехины	+14,6	-6,4	-6,8	-27,5	-14,0
Флавонолы	-8,1	-15,3	-10,1	-	-13,9
Сумма биофлавоноидов	+4,6	-	+6,1	-10,5	+6,6
Дубильные вещества	+41,8	+32,8	+2,1	+34,4	-14,3

Примечание: Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с природной формой при $p < 0,05$

Таблица 4. Относительные размеры, амплитуда и соотношения различий новых интродуцированных сортов *Actinidia arguta* по сравнению природной формы по биохимическому составу плодов, %

Сорт	Относительные различия с природной формой, %			
	больше	меньше	амплитуда	больше/меньше
Киевская Крупноплодная	197,4	30,9	228,3	6,4
Киевская Гибридная	238,6	42,6	281,2	5,6
Ласунка	304,5	72,6	377,1	4,2
Пурпурная Садовая	412,3	88,2	500,5	4,7
Сентябрьская	411,3	86,0	497,3	4,8

кисловато-сладкого вкуса и чрезвычайно высоким содержанием витамина С, обладают исключительно высокой противораковой активностью, их используют в качестве профилактического и лечебного средства при различных кровотечениях, туберкулёзе, зубном кариесе, коклюше, стоматите, бронхитах и авитаминозах [11]. Как и у *A. arguta*, у данного вида были выявлены существенные межсезонные различия по средней урожайности плодов, варьирующей в зависимости от генотипа и погодных условий вегетационного периода в диапазоне от 120 до 1100 г/растение при наибольших значениях у сорта ВИР-1 и наименьших у сорта Вафельная.

Особенностью биохимического состава плодов *A. kolomikta*, как и *A. arguta*, является отсутствие в составе антоциановых пигментов группы собственно антоцианов при доминирующем положении в биофлавоноидном комплексе группы лейкоантоцианов. При этом плоды исследуемых таксонов *A. kolomikta* характеризовались

несколько меньшим, нежели *A. arguta*, но все же довольно высоким общим содержанием полифенолов, варьировавшим в их сухой массе, по нашим оценкам, в диапазоне 2367,5-3031,1 мг% при незначительном (не более чем в 1,3 раза) расхождении крайних позиций, что свидетельствовало о слабо выраженных генотипических различиях в их накоплении (табл. 5). При этом содержание в плодах лейкоантоцианов составляло 905,7-1334,7 мг%, катехинов – 478,1-645,7 мг% и флавонолов – 869,0-1212,9 мг%. При содержании сухих веществ 17,2-23,4% аналогичные интервалы изменения содержания в плодах свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот охватывали области существенно более высоких, чем у *A. arguta*, значений - соответственно 11,6-17,8%, 1910,4-3675,5 мг% и 310,3-655,9 мг% при сходном с ней содержанием растворимых сахаров в пределах 28,9-40,0%, пектиновых и дубильных веществ – соответственно 8,0-11,8% и 1,99-2,96%, но при меньшем показателе сахарокислотного

Таблица 5. Количественные показатели биохимического состава плодов интродуцированных сортов *Actinidia kolomikta* (среднее на 2 года наблюдений)

Показатель	Природн. форма (st)	Превосходная	Ароматная	Достойная	Однодомная	Сентябрьская	ВИР-1	Вафельная	Ботаническая
Сухие вещества, %	17,5	17,2	20,2	21,7	19,4	20,2	21,5	17,5	23,4
Свободн. орг. кислоты, %	14,2	17,8	12,2	11,6	13,2	14,8	13,4	12,8	12,5
Аскорбин. кислота, мг%	2775,5	3057,2	2582,4	2461,2	2452,2	2408,2	2244,1	3675,5	1910,4
Гидроксик. кислоты, мг%	501,5	499,6	373,3	310,3	384,5	582,4	529,1	655,9	574,6
Растворимые сахара, %	28,9	31,3	36,4	40,0	33,4	34,4	36,5	33,3	35,3
Сахарокислотный индекс	2,0	1,8	3,0	3,5	2,5	2,5	2,8	2,6	2,8
Пектиновые вещества, %	8,6	11,0	8,0	9,1	10,9	9,1	9,6	10,2	11,8
Лейкоантоцианы, мг%	905,7	937,4	1042,2	1126,7	1274,0	1334,7	1157,0	1053,0	1092,0
Катехины, мг%	572,0	478,1	539,5	580,7	634,9	563,3	552,5	645,7	624,0
Флавонолы, мг%	1115,7	951,9	1113,5	1002,2	1122,2	1115,7	1212,9	1205,2	869,0
Сумма биофлавоноидов, мг%	2593,4	2367,5	2695,2	2709,5	3031,1	3013,7	2922,4	2903,9	2585,0
Дубильные вещества, %	2,96	2,87	2,03	1,99	2,12	2,18	2,43	2,72	2,08

Таблица 6. Интродуцированные сорта *Actinidia kolomikta* с наибольшими (*max.*) и наименьшими (*min.*) показателями биохимического состава плодов

Показатель	Природн. форма (st)	Превосходная	Ароматная	Достойная	Однодомная	Сентябрьская	ВИР-1	Вафельная	Ботаническая
Сухие вещества		min							max
Свободн. орган. кислоты		max		min					
Аскорбиновая кислота								max	min
Гидроксикоричн. кислоты				min				max	
Растворимые сахара	min			max					
Сахарокислотный индекс		min		max					
Пектиновые вещества			min						max
Лейкоантоцианы	min					max			
Катехины		min						max	
Флавонолы							max	max	min
Сумма биофлавоноидов		min			max.	max			
Дубильные вещества	max			min					

индекса - от 1,8 до 3,5, что свидетельствовало о более кислом их вкусе.

На основании анализа этих данных были выявлены образцы *A. kolomikta* с наибольшими и соответственно наименьшими параметрами накопления в плодах действующих веществ (табл. 6). Так, наиболее высоким содержанием свободных органических кислот характеризовался сорт Превосходная, катехинов, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот - сорт Вафельная; растворимых сахаров при наиболее высоком значении сахарокислотного индекса - сорт Достойная; сухих и пектиновых веществ - сорт Ботаническая; биофлавоноидов, в том числе лейкоантоцианов - сорт Сентябрьская; флавонолов - сорта Вафельная и ВИР-1; дубильных веществ - природная форма. Соответственно наименьшим содержанием в плодах *A. kolomikta*

сухих веществ, биофлавоноидов, в том числе катехинов, и минимальным показателем сахарокислотного индекса характеризовался сорт Превосходная; дубильных веществ, титруемых и гидроксикоричных кислот - сорт Достойная; аскорбиновой кислоты и флавонолов - сорт Ботаническая; пектиновых веществ - сорт Ароматная; растворимых сахаров и лейкоантоцианов - природная форма данного вида.

С целью выявления степени преимуществ новых интродуцированных сортов *A. kolomikta* по биохимическому составу плодов относительно друг друга и эталонного объекта, в качестве которого, как и у *A. arguta*, использовали природную форму, были определены направленность и относительные размеры расхождений в содержании действующих веществ (табл. 7). У всех или у подавляющего

Таблица 7. Относительные различия интродуцированных сортов *Actinidia kolomikta* с природной формой по биохимическому составу плодов, %.

Показатель	Превосходная	Ароматная	Достойная	Однодомная	Сентябрьская	ВИР-1	Вафельная	Ботаническая
Сухие вещества	-	+15,4	+24,0	+10,9	+15,4	+22,9	-	+33,7
Своб. орган. кислоты	+25,4	-14,1	-18,3	-7,0	+4,2	-5,6	-9,9	-12,0
Аскорбиновая кислота	+10,2	-7,0	-11,3	-11,6	-13,2	-19,1	+32,4	-31,2
Гидроксикор. кислоты	-	-25,6	-38,1	-23,3	+16,1	+5,5	+30,8	+14,6
Растворимые сахара	+8,3	+26,0	+38,4	+15,6	+19,0	+26,3	+15,2	+22,1
Сахарокисл. индекс	-10,0	+50,0	+75,0	+25,0	+25,0	+40,0	+30,0	+40,0
Пектиновые вещества	+27,9	-7,0	+5,8	+26,7	+5,8	+11,6	+18,6	+37,2
Лейкоантоцианы	+3,5	+15,1	+24,4	+40,7	+47,4	+27,7	+16,3	+20,6
Катехины	-16,4	-5,7	-	+11,0	-	-3,4	+12,9	+9,1
Флавонолы	-14,7	-	-10,2	-	-	+8,7	+8,0	-22,1
Сумма биофлавонол.	-8,7	+3,9	+4,5	+16,9	+16,2	+12,7	+12,0	-
Дубильные вещества	-3,0	-31,4	-32,8	-28,4	-26,4	-17,9	-8,1	-29,7

Примечание: Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с природной формой при $p < 0,05$

большинства тестируемых сортов *A. kolomikta* установлено более высокое, чем у нее, содержание в плодах сухих и пектиновых веществ соответственно на 11-34% и 6-37%, растворимых сахаров на 8-38% при превышении значений сахарокислотного индекса на 25-75%, а также общего количества биофлавоноидов на 4-17%, в том числе лейкоантоцианов на 4-47%.

Вместе с тем в плодах сортового материала было выявлено преимущественное отставание от природной формы в накоплении дубильных веществ на 3-33%, а также свободных органических и аскорбиновой кислот соответственно на 6-18% и 7-31% при неоднозначных различиях в содержании гидроксикоричных кислот, катехинов и флавонолов. Так, если сорта Ароматная, Достойная и Однодомная уступали природной форме по содержанию в плодах гидроксикоричных кислот на 23-38%, то сорта Сентябрьская, ВИР-1, Вафельная и Ботаническая, напротив, превосходили ее по данному показателю на 6-31%. Сходная с этой картина наблюдалась и в отношении катехинов и флавонолов, но выявленные при этом различия отличались менее выраженной контрастностью (см. табл. 7).

Для выявления сортов *A. kolomikta* с наиболее высоким интегральным уровнем питательной и витаминной ценности плодов, были определены суммарные значения их разнонаправленных различий с природной формой по совокупности характеристик биохимического состава. Сравнительный анализ данных, приведенных в табл. 8, выявил значительные сдвиги в последнем у тестируемых сортов относительно эталонного объекта, что свидетельствовало о существенном влиянии селекционного процесса на темпы биосинтеза в них определявшихся соединений. При этом амплитуда выявленных различий по совокупности анализируемых признаков, указывающая на степень их

проявления, варьировала в более узком, чем у сортов *A. arguta*, диапазоне более низких значений - от 128,1% у сорта Превосходная до 282,8% у сорта Достойная. Вместе с тем, как и у *A. arguta*, у всех без исключения сортов *A. kolomikta* суммарные значения позитивных сдвигов в биохимическом составе плодов в 1,2-9,8 раза превышали таковые отрицательных, что свидетельствовало о более высоком, чем у природной формы, интегральном уровне их питательной и витаминной ценности, а, следовательно, о позитивном влиянии селекционного процесса на качество плодов. На основании сопоставления соотношения данных сдвигов у тестируемых сортов *A. kolomikta* было проведено их ранжирование по интегральному уровню питательной и витаминной ценности последних, позволившее расположить их по мере его снижения в данной последовательности:

Вафельная > Сентябрьская > ВИР-1 > Однодомная > Ботаническая > Достойная > Превосходная > Ароматная

Как видим, лидирующее положение в приведенном ряду занимает сорт Вафельная, которому остальные сорта уступают в 2,6-8,2 раза. Это дает основание считать наиболее перспективными для использования в любительском садоводстве республики 3 сорта *A. kolomikta* - ВИР-1, Сентябрьская, но особенно Киевская Крупноплодная. Остальные же сорта, хотя и уступают последним по данному признаку, но благодаря индивидуальным преимуществам в качественном составе плодов, также могут успешно выращиваться в местных условиях.

Закключение. В результате сравнительного исследования в 2016-2017 гг. биохимического состава плодов интродуцированных образцов двух видов сем. Actinidiaceae, в том числе дикорастущей формы и 5 сортов *Actinidia arguta* -- Киевская Крупноплодная,

Таблица 8. Относительные размеры, амплитуды и соотношения различий новых интродуцированных сортов *Actinidia kolomikta* по сравнению природной формой по биохимическому составу плодов, %

Сорт	Относительные различия, %			больше / меньше
	больше	меньше	амплитуда	
Превосходная	75,3	52,8	128,1	1,4
Ароматная	110,4	90,8	201,2	1,2
Достойная	172,1	110,7	282,8	1,6
Однодомная	146,8	70,3	217,1	2,1
Сентябрьская	149,1	39,6	188,7	3,8
ВИР-1	155,4	46,0	201,4	3,4
Вафельная	176,2	18,0	194,2	9,8
Ботаническая	177,3	95,0	272,3	1,9

Киевская Гибридная, Ласунка, Пурпурная Садовая и Сентябрьская, а также дикорастущей формы и 8 сортов *Actinidia kolomikta* - Превосходная, Ароматная, Достойная, Однодомная, Сентябрьская, ВИР-1, Вафельная и Ботаническая установлены следующие диапазоны варьирования в таксономическом ряду *A. arguta* параметров накопления в сухой массе плодов: свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот соответственно 6,8-12,1%, 182,2-586,4 мг% и 166,9-333,9 мг%, растворимых сахаров – 27,5-39,0%, пектиновых и дубильных веществ – 6,9-12,3% и 1,62-2,68%, биофлавоноидов - 3898,5-4642,9 мг%, в том числе лейкоантоцианов - 2366,0-3128,7 мг%, катехинов – 593,7-938,2 мг% и флавонолов – 797,0-941,0 мг% при значении сахарокислотного индекса от 2,4 до 7,0 и содержании сухих веществ в пределах 16,3-23,1%.

На основании ранжирования сортов *A. arguta* по богатству биохимического состава плодов в следующем порядке: Киевская Крупноплодная > Киевская Гибридная > Сентябрьская = Пурпурная Садовая > Ласунка, наиболее высокий интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов по совокупности 14 показателей, превосходящий таковой у природной формы в 6,4 раза, установлен у сорта Киевская Крупноплодная при отставании от него остальных сортов в 1,1-1,5 раза.

Диапазоны варьирования в сортовом ряду *A. kolomikta* параметров накопления в сухой массе плодов свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот составляли соответственно 11,6-17,8%, 1910,4-3675,5 мг% и 310,3-655,9 мг% растворимых сахаров – 28,9-40,0%, пектиновых и дубильных веществ – соответственно 8,0-11,8% и 1,99-2,96%, биофлавоноидов – 2367,5-3031,1 мг%, в том числе лейкоантоцианов – 905,7-1334,7 мг%, катехинов – 478,1-645,7 мг% и флавонолов – 869,0-1212,9 мг% при содержании сухих веществ 17,2-23,4% и показателе сахарокислотного индекса от 1,8 до 3,5.

На основании ранжирования сортов *A. kolomikta* по богатству биохимического состава плодов в следующем порядке: Вафельная > Сентябрьская > ВИР-1 > Однодомная > Ботаническая > Достойная > Превосходная > Ароматная, наиболее высокий интегральный уровень их питательной и витаминной ценности, превосходящий таковой у природной формы в 9,8 раза, установлен у сорта Вафельная, при отставании от него остальных сортов в 2,6-8,2 раза.

Список литературы

1. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. Введ. 01.01.1983. Москва: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.
2. Методы биохимического исследования растений. Ленинград: Агропромиздат, 1987. 430 с.
3. Марсов, Н. Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники: Дис. ... канд. фармацевт. наук. Пермь, 2006. 200 с.
4. Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений. Москва: Колос, 1985. С. 110–112.
5. Swain, T. The phenolic constituents of *Prunus Domenstica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents // Journ. Sci. Food Agric. 1959. Vol. 10, N 1. Pp. 63–68.
6. Скорикова, Ю. Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах // Тр. 3-го Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. Свердловск, 1968. С. 451–461.
7. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной // Фармация. 2013. № 3. С. 19–21.
8. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. Москва: Медицина, 1987. Вып. 1: Общие методы анализа. С. 286–287.

9. Способ ранжирования таксонов растения: пат. № 17648 Респ. Беларусь: МПК / Ж. А. Рупасова, В. Н. Решетников, А. П. Яковлев; дата публ.: 08.07.2013.

10. Биохимический состав плодов малораспространенных культур садоводства в Беларуси. Минск: Беларус. наука. 2014. 315 с.

11. Колбасина, Э.И. Актинидия, лимонник. М.: Издательство «НИОЛА-ПРЕСС»; Издательский дом «ЮНИОН-паблик», 2007. 176 с.

References

1. Metody opredeleniya sukhikh veshchestv [Methods for determination of dry substances]: GOST 8756.2-82. Vved. 01.01.1983. Moskva: Izd-vo standartov, 1982. – 5 p.

2. Metody biokhimičeskogo issledovaniya rasteniy [Methods of biochemical research of plants. Leningrad, 1987. 430 p.

3. Marsov N. G. Fitokhimičeskoye izučeniye i biologičeskaya aktivnost' brusniki, klyukvy i cherniki [Phytochemical study and biological activity of cranberries, cranberries and blueberries]: dis. ... kand. farmatsevt. nauk. Perm', 2006. 200 p.

4. Pleshkov B. P. Praktikum po biokhīmii rasteniy [Practical work on plant biochemistry] Moskva: Kolos, 1985. Pp. 110–112.

5. Swain T., Hillis W. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic

constituents // Journ. Sci. Food Agric. 1959. Vol. 10, N 1. Pp. 63–68.

6. Skorikova YU. G., Shaftan E. A. Metodika opredeleniya antotsianov v plodakh i yagodakh [Method for the determination of anthocyanins in fruits and berries] // Tr. 3-go Vsesoyuz. seminar po biologičeski aktivnym (lečebnym) veshchestvam plodov i yagod. – Sverdlovsk, 1968. Pp. 451–461.

7. Andreyev V. YU., Kalinkina G. I., Kolomiyyets N. E., Isaykina N. V. Metodika opredeleniya antotsianov v plodakh aronii chernoplodnoy [Method for the determination of anthocyanins in the fruit of chokeberry aronia] // Farmatsiya. 2013. № 3. Pp. 19–21.

8. Opredeleniye soderzhaniya dubil'nykh veshchestv v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye [Determination of the content of tannins in medicinal plant raw materials] // Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. Moskva: Meditsina, 1987. Vyp. 1: Obshchiye metody analiza. Pp. 286–287.

9. Sposob ranjirovaniya taksonov rasteniya: pat. № 17648 Rесп. Belar'ys: MPK / J. A. R'ypasova, V. N. Reshetnikov, A. P. Iakovlev; data p'ubl.: 08.07.2013.

10. Biokhimičeskii sostav plodov malorasprostranennykh k'lyt'yr sadovodstva v Belar'ysi / J. A. R'ypasova [i dr.]; Minsk: Belar'ys. Nav'yka. 2014. 315 s.

11. Kolbasina, E.I. Aktinidiya, limonnik. M.: Izdatel'stvo «NIOLA-PRESS»; Izdatelskii dom «IYUNION-Pablik», 2007. 176 p.

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна, член-корр. НАН Беларуси, д-р биол. наук, проф., зав. лаб.

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Гаранович Игорь Михайлович, канд. биол. наук, вед. н. с.

E-mail: I.Garanovich@cbg.org.by

Шпитальная Тамара Васильевна, канд. биол. наук, зав. лабораторией

E-mail: T.Shpitalnaya@cbg.org.by

Василевская Тамара Ивановна, канд. биол. наук, ст. н. с.

E-mail: T.Vasileuskaya@cbg.org.by

Креницкая Наталья Болеславовна, н. с.

E-mail: T.Vasileuskaya@cbg.org.by

Фролова Людмила Владимировна, канд. с-х наук, зав. лабораторией

E-mail: alyakovlev@tut.by

Пигуль Марина Леоновна, н. с.

E-mail: alyakovlev@tut.by

Гончарова Людмила Владимировна канд. биол. наук, учёный секретарь

E-mail: l.goncharova@cbg.org.by

Государственное учреждение науки Центральный ботанический сад НАН Беларуси

220012. Республика Беларусь, Минск, ул. Сурганова 2в

Information about the authors

Rupasova Zhanna Aleksandrovna, Dr. Sci. Biol., Prof., Head of Department

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Garanovich Igor Mihajlovich, Cand. Sci. Biol., Leading Researcher

E-mail: I.Garanovich@cbg.org.by

Shpitalnaya Tamara Vasil'evna, Cand. Sci. Biol., Head of Laboratory

E-mail: T.Shpitalnaya@cbg.org.by

Vasilevskaya Tamara Ivanovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: T.Vasileuskaya@cbg.org.by

Krinitckaya Natalia Boleslavovna, Researcher

E-mail: T.Vasileuskaya@cbg.org.by

Frolova Ljudmila Vladimirovna, Cand. Sci. Agric., Head of Laboratory

E-mail: alyakovlev@tut.by

Pigul' Marina Leonovna, Researcher

E-mail: alyakovlev@tut.by

Goncharova Lydmila Vladimirovna Cand. Sci. Biol., Scientific Secretary

E-mail: l.goncharova@cbg.org.by

State Institution for Science Central Botanical Garden NAS of Belarus Republic

220012. Belarus Republic, Minsk, Surganova Str., 2v