



БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

4/2012 (Выпуск 198)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

- Т.В. Разживина** Представители рода *Astragalus* L. в природе и при интродукции в Пензенской области 2
- Л.Г. Мартынов** Гортензия метельчатая (*Hydrangea paniculata* f. *grandifolia* Siebold) в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми 9
- Е.М. Лях** Репродуктивные особенности сибирских видов рода *Muricaria* Desv. 13
- Р.М. Маммадов, З.А. Мамедова** Биозкологические особенности двух видов рода *Nepeta* L. и их культивирование в условиях Апшерона 17
- Н.Н. Тростенюк, В.К. Жиров, М.П. Советова** Семенной фонд Полярно-альпийского ботанического сада-института и его значение в сохранении видового разнообразия растений 22

ФЛОРИСТИКА И СИСТЕМАТИКА

- В.М. Васюков, С.В. Саксонов** К изучению рода *Crataegus* L. (Rosaceae) во флоре Среднего и Нижнего Поволжья 27
- А.В. Федорова, И.А. Шанцер, И.Г. Мещерский** Гибридизация между *Rosa rubiginosa* L. и *R. villosa* L. в заповеднике «Белогорье» и природа *R. oskolensis* Buzunova et Grigorj. 33
- Н.А. Супрун, И.А. Шанцер** Генетическая изменчивость видов родства *Hedysarum grandiflorum* Pall. (Fabaceae) по данным ISSR маркирования 41

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

- А.Г. Куклина, Ю.К. Виноградова, М.П. Колесников** Содержание кремниевых фенольных соединений у *Saragana arborescens* Lam. и *S. manshurica* (Kom.) Kom. 49
- Ж.А. Рупасова, А.П. Яковлев, И.И. Лиштван, Т.И. Василевская, Н.П. Варавина, Н.Б. Креницкая** Влияние макро- и микроудобрений на биохимический состав плодов *Vaccinium* L. на торфяной выработке в Беларуси 53
- Э.Н. Новрузов, Л.А. Шамсизаде, Ш.Н. Гасымов** Биохимическая характеристика плодов *Psidium guajava* L., интродуцированного в Азербайджане 58

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- О.Б. Ткаченко** Распространение и круг растений-хозяев наиболее опасных возбудителей снежных плесеней – склероциальных грибов *Sclerotinia borealis*, *S. nivalis* и *Typhula ishikariensis* 63
- Э.Ф. Козаржевская** Инфракрасные биоловушки для грибных сциарид в закрытом грунте 71

ИНФОРМАЦИЯ

- Г.А. Фирсов** К истории Ботанического сада Академии наук СССР в Москве 76

ПОТЕРИ НАУКИ

- Памяти В.Д. Артамонова 79

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:
А.С. ДЕМИДОВ, доктор
биологических наук, профессор

Редакционная коллегия:
Беляева Ю.Е., канд. биол. наук
Бондрина И.А., доктор биол. наук
Виноградова Ю.К., доктор биол.
наук (зам. гл. редактора)
Горбунов Ю.Н., доктор биол. наук
Кузьмин З.Е., канд. с/х наук
Молканова О.И., канд. с/х наук
Плотникова Л.С., доктор биол.

наук, проф.
Семихов В.Ф., доктор биол. наук, проф.
Ткаченко О.Б., доктор биол. наук
Трулевич Н.В., доктор биол. наук, проф.

Шатко В.Г., канд. биол. наук
(отв. секретарь)
Швецов А.Н., канд. биол. наук

Дизайн и верстка
И.Ю. Шабловская

Адрес редакции:
107258, Москва,
Алымов пер., д. 17, корп. 2
«Издательство, редакция
журнала "Бюллетень Главного
ботанического сада"»
Тел.: +7 (499) 168-13-69
+7 (499) 977-91-36
E-mail: bulletinbotanicalgarden@mail.ru
bul_mbs@mail.ru

Подписано в печать 29.11.2012 г.
Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4.
Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 855
Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная
версия подготовлены
ООО «Научтехлитиздат»
Отпечатано в типографии
ООО «Научтехлитиздат»,
www.tgizd.ru

Ж.А. Рупасова –

доктор биол. наук, чл.-корр. НАН Беларуси

А.П. Яковлев –

канд. биол. наук, зав. лаб.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси,

Минск

И.И. Лиштван –

доктор биол. наук, академик НАН Беларуси

Институт природопользования НАН Беларуси,

Минск

Т.И. Василевская –

канд. биол. наук, ст. н. с.

Н.П. Варавина –

н. с.

Н.Б. Криницкая –

м. н. с.

Центральный ботанический сад

Национальной Академии Наук Беларуси,

Минск

Влияние макро- и микроудобрений на биохимический состав плодов *Vaccinium L.* на торфяной выработке в Беларуси

Приведены результаты исследования влияния макро- и микроудобрений на накопление полезных веществ в плодах *V. uliginosum* в опытной культуре на участке торфяной выработки на севере Беларуси. Показано, что внесение полного минерального удобрения, как отдельное, так и в сочетании с некорневыми подкормками микроудобрениями, оказывает в целом негативное влияние на их питательную и витаминную ценность.

Ключевые слова: макро- и микроудобрения, биохимический состав плодов *Vaccinium*

Zh.A. Rupasova –

Dr. Sc. Biol.,

A.P. Yakovlev –

Cand. Sc. Biol.,

I.I. Lishtvan –

Academichian of NAS

T.I. Vasilevskaya –

Cand. Sc. Biol., Senior Researcher

N.B. Krynitskaya –

Junior Researcher

N.P. Varavina –

Researcher

Central Botanical Garden of National Academy

of Sciences of Belarus Republic,

Minsk

Effect of Macro- and Micro- Fertilizers on Biochemical Composition of *Vaccinium L.* Fruits at a Peat Working in Belorussia

The effect of macro- and micro- fertilizers on useful compound accumulation in fruits of *V. uliginosum* plants have been studied at experimental peat working plot in the north of Belorussia. Application of complete mineral fertilizer alone or in a combination with foliar micro fertilizers negatively affected food and vitamin value of berries.

Keywords: macro- and microfertilizers, *Vaccinium*, Belarus Republic

Важнейшим элементом технологии возделывания представителей рода *Vaccinium* на рекультивируемых торфяных выработках севера Беларуси является оптимизация режима их минерального питания, направленная на максимально полную реализацию потенциала развития и плодоношения в специфических условиях существования. Нашими более ранними исследованиями на этих малоплодородных сильнокислых землях была показана высокая отзывчивость вересковых на внесение небольших доз полного минерального удобрения [1, 2]. Вместе с тем работы В.Е. Волчкова и И.В. Бордока [3–5] с представителями данного семейства на мелиорированных торфах в юго-восточной части Беларуси свидетельствуют также о высокой эффективности некорневых обработок микроудобрениями, способствующих заметной активизации ростовых и биопродукционных процессов. Однако при этом не было изучено их влияние на биохимический состав плодов вересковых, что и побудило нас к проведению исследований в данном направлении.

Исследования проводили в 2010–2011 гг. на участке сильнокислого ($pH_{КС1}$ 2,8), малоплодородного (содержание P_2O_5 и K_2O не более 12–15 и 11–21 мг/кг соответственно) остаточного слоя донного торфа средней степени разложения, представленного сфагново-древесно-пушицевой ассоциацией в Докшицком р-не Витебской обл. в рамках долгосрочного полевого эксперимента с 3-вариантной схемой (1 – контроль, без внесения удобрений; 2 – $N_{16}P_{16}K_{16}$; 3 – $N_{16}P_{16}K_{16}$ + некорневые обработки микроудобрениями (Cu, Mn, B), в котором в качестве модельного объекта была использована голубика топяная (*V. uliginosum*) при объеме выборки из 10 растений.

Для реализации поставленных задач в свежих усредненных пробах плодов определяли содержание сухих веществ – по ГОСТ 8756.2-82 [6]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [7]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [7]. В высушенных при температуре 65 °С усредненных пробах плодов определяли содержание химических элементов: азота, фосфора, калия по методу К.П. Фоменко и Н.Н. Нестерова [8], кальция, магния – комплексометрическим методом [7]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [9]; пектиновых веществ

(водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [7]; суммы антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W. E. Hillis [10] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [11]; антоцианов – по методу Л.О. Шнаймана и В.С. Афанасьевой [12]; суммы флавонолов – по методу Л. Сарапуу и Х. Мийдла [13]; суммы катехинов – фотометрическим методом с использованием ванилинового реактива [14.]; фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [15]; дубильных веществ – титрометрическим методом Левенталя [16]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

По нашим оценкам, содержание сухих веществ в плодах опытных растений варьировало в рамках полевого эксперимента в диапазоне значений – 12,8–13,5 %, свободных органических кислот (в сухой массе) – 11,7–15,9 %, аскорбиновой кислоты – 685,5–818,2 мг %, фенолкарбоновых кислот – 741,7–900,0 мг %. Широта приведенных диапазонов свидетельствует о существенном влиянии испытывавшихся агроприемов на накопление в них указанных веществ.

Как следует из таблицы 1, в вариантах опыта с внесением удобрений наблюдалось незначительное (в пределах 4–5 %) снижение относительно контроля содержания в плодах *V. uliginosum* сухих веществ при столь же маловыразительном (не более чем на 3 %), но все же достоверном увеличении в них количества свободных органических кислот в варианте $N_{16}P_{16}K_{16}$, на фоне весьма существенного его снижения (на 24 %) при совместном использовании макро- и микроудобрений. Вместе с тем в обоих вариантах опыта с внесением удобрений наблюдалось примерно одинаковое, причем весьма заметное (на 18–19 %) обогащение плодов голубики, по сравнению с контролем, аскорбиновой кислотой при одновременном обеднении их на 11–18 % фенолкарбоновыми кислотами.

Общее содержание растворимых сахаров в сухой массе плодов *V. uliginosum* варьировало в диапазоне значений от 42,0 до 51,7 % при изменении показателя

Таблица 1. Относительные различия содержания сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах *V. uliginosum* в вариантах опыта с внесением макро- и микроудобрений и контроле, %

Вариант опыта	Сухое вещество	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
$N_{16}P_{16}K_{16}$	–5,2	+3,2	+17,9	–11,1
$N_{16}P_{16}K_{16}$ + Микроудобрения	–3,7	–24,0	+19,4	–17,6

Примечание: – отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$.
То же в табл. 2–4

их сахарокислотного индекса от 2,6 до 3,6. Вместе с тем содержание в плодах пектиновых веществ варьировало в более узких пределах – от 6,3 до 7,1 %, в том числе гидропектин – 3,1–3,8 % и протопектин – 3,2–3,8 %. При этом в обоих вариантах опыта наблюдалось примерно одинаковое по относительным размерам снижение (на 17–19 %) содержания в плодах растворимых сахаров (таблица 2) относительно контроля. Это сопровождалось весьма существенным (на 24 %) снижением показателя их сахарокислотного индекса в варианте с N₁₆P₁₆K₁₆, свидетельствовавшим об ухудшении их органолептических свойств. Вместе с тем показанное выше в варианте опыта с совместным внесением макро- и микроудобрений значительное ингибирование в плодах биосинтеза свободных органических кислот обусловило отсутствие различий с контролем по показателю их сахарокислотного индекса.

Наряду с этим в обоих удобрявшихся вариантах опыта отмечено увеличение (на 11–12 %), по сравнению с контролем, общего содержания в плодах пектиновых веществ (см. таблицу 2). Но если в варианте с внесением полного минерального удобрения это обеспечивалось исключительно за счет активизации на 23% биосинтеза растворимого пектина при отсутствии изменений в содержании протопектина, то в варианте с дополнительными обработками микроэлементами данный эффект был обусловлен преимущественно усилением (на 19 %) накопления нерастворимого пектина при крайне незначительном (не более чем на 4 %) увеличении содержания гидропектина. Указанные сдвиги в составе пектинового комплекса плодов *V. uliginosum* в вариантах опыта с внесением удобрений относительно контроля проявились в сходных (в пределах 20 %), но противоположных по знаку различиях с ним в соотношении количеств прото- и гидропектина.

Наряду с этим усиление минерального питания оказывало значительное влияние на состояние биофлавоноидного комплекса плодов голубики. Общее

содержание в них Р-витаминов варьировало в весьма широком диапазоне значений, свидетельствовавшим о высоком уровне зависимости параметров их накопления от состояния минерального фона и составлявшем в их сухой массе в среднем 9614–14671 мг %, в том числе антоциановых пигментов – 6240,0–9568,0; катехинов – 711–780; флавонолов – 2664–4340 мг% при содержании дубильных веществ в пределах 2,2–3,9 %.

Как следует из табл. 3, в обоих вариантах опыта с внесением удобрений имело место существенное обеднение плодов голубики всеми фракциями полифенолов, особенно при совместном использовании макро- и микроэлементов. При этом наиболее значительным (на 40–50 %) оказалось снижение содержания в плодах собственно антоцианов с их выраженным антиоксидантным действием, что представляется нам весьма негативным явлением. Обеднение плодов голубики лейкоантоцианами проявилось менее выразительно (лишь на 15–16 %), что обусловило ослабление межвариантных различий в общем содержании антоциановых пигментов до 29–35 % по сравнению с контролем.

Снижение же содержания флавонолов было сопоставимо с таковым антоциановых пигментов и составляло 24–39 %, тогда как наименьшим оно оказалось у катехинов, причем в варианте с дифференцированным внесением полного минерального удобрения различия с контролем по данному признаку не проявились вовсе. При этом в обоих вариантах опыта с внесением удобрений отмечено снижение на 37–43 %, по сравнению с контролем, содержания в плодах дубильных веществ, более выраженное на фоне совместного использования макро- и микроудобрений.

Содержание макроэлементов в сухой массе плодов голубики изменялось в рамках полевого эксперимента в следующих диапазонах значений: азота – 0,68–0,80 %, фосфора – 0,25–0,30; калия – 0,64–1,01 %. Нетрудно убедиться, что наиболее широким оказался

Таблица 2. Относительные различия содержания углеводов в сухой массе плодов *V. uliginosum* в вариантах опыта с внесением макро- и микроудобрений и контроле, %

Вариант опыта	Растворимые сахара	Сахарокислотный индекс	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Пртп/Гдрп
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	-18,8	-23,5	+23,4	-	+12,1	-20,0
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + Микроудобр.	-17,4	-	+3,5	+18,6	+11,2	+20,0

Таблица 3. Относительные различия содержания фенольных соединений в сухой массе плодов *V. uliginosum* в вариантах опыта с внесением макро- и микроудобрений и контроле, %

Вариант опыта	Собств. антоцианы	Лейкоантоцианы	Сумма антоц. пигм.	Катехины	Флавонолы	Сумма биофлавоноидов	Дубильные вещества
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	-39,8	-15,0	-28,6	-	-23,5	-25,5	-43,2
N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + Микроудобр.	-49,7	-16,6	-34,8	-6,8	-38,6	-34,5	-36,7

диапазон изменения содержания калия, что свидетельствовало о наиболее выраженной зависимости данного показателя от уровня агрохимического обеспечения.

Как следует из *таблицы 4*, усиление минерального питания, особенно в варианте опыта с совместным внесением макро- и микроудобрений, способствовало обогащению плодов голубики азотом на 7–18 % и калием на 45–58 %, по сравнению с контролем. Что касается фосфора, то активизация его накопления в плодах голубики на 20 % отмечена лишь в варианте опыта с совместным использованием макро- и микроудобрений.

Полученные результаты позволяют сделать предварительное заключение, что внесение полного минерального удобрения, как отдельное, так и в сочетании с некорневыми подкормками микроэлементами, в условиях опытной культуры на участке торфяной выработки способствовало значительному усилению накопления в плодах *V. uliginosum* аскорбиновой кислоты при одновременном снижении в них во втором случае содержания свободных органических кислот, указывающем на улучшение их вкусовых свойств. При этом на фоне сопоставимого в обоих вариантах опыта с внесением удобрений обеднения плодов голубики растворимыми сахарами, в них отмечено сходное обогащение пектиновыми веществами, обусловленное активизацией биосинтеза в первом случае гидропектина, тогда как во втором – протопектина. Усиление минерального питания *V. uliginosum* способствовало существенному обеднению ее плодов дубильными веществами и биофлавоноидами, главным образом, антоциановыми пигментами и флавонолами, при одновременном их обогащении азотом, фосфором и в наибольшей степени калием, особенно при совместном использовании макро- и микроудобрений.

В аналогичных исследованиях, выполненных в этом же районе, но на участке донного торфа иного состава (тростник обыкновенный, осока нитевидная и древесина сосны), были установлены сходные изменения в биохимическом составе и плодов аборигенной голубики [2]. В частности, в них также наблюдалось снижение содержания фенольных соединений относительно

контроля, однако степень проявления данного эффекта была намного меньшей. Так, на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$ снижение в плодах общего содержания биофлавоноидов (по многолетним данным) не превышало 10 %, в том числе антоциановых пигментов не более чем на 20 %, причем для собственно антоцианов было показано даже незначительное (на 8 %) увеличение содержания, на фоне столь же незначительного (в пределах 7 %) снижения содержания катехинов и отсутствия сколько-либо выраженных различий с контролем в содержании флавонолов. Это однозначно свидетельствует как об относительной общности тенденций в характере изменений биохимического состава плодов голубики под действием испытывавшихся агроприемов в обоих районах исследований, так и о заметном корректирующем влиянии состава торфа на степень выразительности обозначенных эффектов.

С целью выявления наиболее результативного агроприема, обеспечивающего получение ягодной продукции с наиболее высоким содержанием полезных веществ, был использован предложенный нами методический прием, основанный на сопоставлении количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений разноориентированных отклонений тестируемых вариантов опыта от контроля по совокупности анализируемых признаков [17]. Анализ данной информации, полученной на основании табл. 1–4 и приведенной в *таблице 5*, не выявил существенных межвариантных различий в направленности и величине исследуемых отклонений, что указывало на относительное сходство влияния испытывавшихся фонов минерального питания на совокупность анализируемых признаков. При этом соотношение количеств сдвигов положительной и отрицательной направленности в вариантах опыта относительно контроля в биохимическом составе плодов было одинаковым и уступало 1,0, что однозначно свидетельствовало о негативном характере влияния на него в целом испытывавшихся агроприемов.

Вместе с тем амплитуда относительных величин данных сдвигов в варианте опыта с совместным применением макро- и микроудобрений оказалась в 1,3 раза

Таблица 4. Относительные различия содержания макроэлементов в сухой массе плодов *V. uliginosum* в вариантах опыта с внесением макро- и микроудобрений и контроле, %

Вариант опыта	Азот	Фосфор	Калий
$N_{16}P_{16}K_{16}$	+7,4	-	+45,3
$N_{16}P_{16}K_{16}$ + Микроудобр.	+17,6	+20,0	+57,8

Таблица 5. Значения числа, относительных размеров, амплитуд и соотношений разноориентированных отклонений от контроля вариантов опыта с внесением макро- и микроудобрений в содержании полезных веществ в плодах *V. uliginosum* в годы наблюдений

Вариант опыта	Число отклонений, шт.			Относительные размеры отклон., %			
	полож.	отриц.	полож./отр.	полож.	отриц.	амплитуда	полож./отр.
$N_{16}P_{16}K_{16}$	6	9	0,7	109,3	205,6	314,9	0,5
$N_{16}P_{16}K_{16}$ + Микроудобр.	7	10	0,7	148,1	245,6	393,7	0,6

большой, нежели в варианте $N_{16}P_{16}K_{16}$, что свидетельствовало о большей степени влияния данного агроприема на совокупность анализируемых признаков. Из-за различий средневзвешенных значений разноориентированных отклонений от контроля параметров накопления в плодах отдельных соединений в удобрявшихся вариантах опыта, при выявлении наиболее эффективного из них было использовано соотношение суммарных величин относительных размеров данных отклонений. Если принять условно величину данного соотношения в контроле за 1, то оба тестируемых варианта опыта заметно уступали ему по величине данного показателя, что свидетельствовало о более низком качестве их ягодной продукции. При этом в варианте с совместным использованием макро- и микроудобрений оно все же в 1,2 раза было выше, чем на фоне внесения одного полного минерального удобрения. Вместе с тем ягодная продукция обоих удобрявшихся вариантов опыта характеризовалась более высоким, чем в контроле, содержанием в плодах аскорбиновой кислоты, пектиновых веществ и макроэлементов, но более низким содержанием свободных органических и фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, дубильных веществ и биофлавоноидов, главным образом, антоциановых пигментов и флавонолов.

Заключение

Исследование в опытной культуре на участке торфяной выработки на севере Беларуси влияния макро- и микроудобрений на накопление полезных веществ в плодах *V. uliginosum* показало, что внесение полного минерального удобрения, как отдельное, так и в сочетании с некорневыми подкормками микроудобрениями, оказало в целом негативное влияние, особенно в первом случае, на их питательную и витаминную ценность, снизив ее в 1,7–2,0 раза по сравнению с контролем. При этом ягодная продукция в обоих вариантах полевого опыта характеризовалась более высоким, чем в контроле, содержанием в плодах аскорбиновой кислоты, пектиновых веществ и макроэлементов, но более низким содержанием свободных органических и фенолкарбоновых кислот, растворимых сахаров, дубильных веществ и биофлавоноидов, главным образом, антоциановых пигментов и флавонолов.

Установлено, что происхождение торфа не оказывает выраженного влияния на направленность изменений в биохимическом составе плодов голубики при использовании макро- и микроудобрений, но существенно корректирует степень их выразительности.

Литература

1. Яковлев А.П., Рупасова Ж.А., Волчков В.Е. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси (оптимизация режима минерального питания). – Минск: Тонпик, 2002.

2. Рупасова Ж.А., Яковлев А.П. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания ягодных растений семейства *Ericaceae*. – Минск: Беларус. навука, 2011.

3. Волчков В.Е., Бордок И.В. Особенности влияния некорневых подкормок на ягодную продуктивность растений семейства *Vacciniaceae* // Проблемы лесоведения и лесоводства // Сб. научн. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. – Гомель, 2009. – Вып. 69. – С. 743–752.

4. Бордок И.В. Оценка некорневого питания голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) в культурфитоценозе // Сб. научн. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. – Гомель, 2006. – Вып. 65. – С. 269–277.

5. Бордок И.В. Эффект некорневого внесения микроэлементов в высоковозрастных посадках голубики // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы VI Междунар. науч. конф., Минск, 28–30 окт. 2009 г. / ИЭБ им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – С. 19.

6. ГОСТ 8756.2-82. Методы определения сухих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 1982.

7. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. – М.: ВО Агропромиздат, 1987.

8. Фоменко К.П., Нестеров Н.Н. Методика определения азота, фосфора и калия в растениях из одной навески // Химия в сельском хозяйстве. – 1971. – № 10. – С. 72–74.

9. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1985.

10. Swain T., Hillis W. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents // J.Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10, № 1. – P. 63–68.

11. Скорикова Ю. Г., Шафтан Э.А. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–461.

12. Шнайман Л.О., Афанасьева В.С. Методика определения антоциановых веществ // 9-й Менделеевский съезд по общ. и прикл. химии: Реф. докл. и сообщ. № 8. – М., 1965. – С. 79–80.

13. Саратуу Л.П., Мийдла Х. Фенольные соединения яблони // Уч. Зап. Тарт. Гос. ун-та. – 1971. – Вып. 256. – С. 111–113.

14. Запратетов М.Н. Биохимия катехинов. – М.: Наука, 1964.

15. Мжаванадзе В.В., Таргамадзе И.Л., Драник Л.И. Количественное определение хлорогеновой кислоты в листьях черники кавказской (*V. arctostaphylos* L.) // Сообщ. АН Груз ССР. – 1971. – Т. 63, вып. 1. – С. 205–210.

16. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. – М.: Медицина, 1987.

17. Рупасова Ж.А. и др. Формирование биохимического состава плодов видов сем. *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2011.

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