

Научно-теоретический и информационно-методический журнал
Белорусского республиканского фонда
фундаментальных исследований

Издается с III квартала 1997 г.



№ 3 [61], 2012

**ВЕСТНИК
ФОНДА
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Зарегистрирован
в Министерстве информации
Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации
№ 426 от 29.05.2009

Учредитель:
Белорусский
республиканский
фонд
фундаментальных
исследований

220072, г. Минск,
пр. Независимости, 66;
тел. 284-07-42,
284-25-05

Издатель:
РУП «Издательский дом
«Беларуская навука»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор
В. А. Орлович

Заместители главного редактора
Е. М. Бабосов
В. И. Недилько

Ответственный секретарь
Н. Н. Костюкович

Члены редколлегии:

В. Ф. Багинский	М. И. Мушинский
Н. Н. Бамбалов	П. Г. Никитенко
А. В. Бильдюкевич	В. Н. Новиков
П. А. Витязь	В. П. Пархоменко
И. В. Гайшун	Б. А. Плотников
М. И. Демчук	В. И. Прокошин
А. К. Карабанов	В. И. Стражев
А. В. Кильчевский	Л. М. Томильчик
А. В. Кухарев	Ю. С. Харин
П. Д. Кухарчик	Л. В. Хотылева
А. И. Лесникович	И. И. Цыркун
А. А. Махнач	В. Н. Шимов
А. Г. Мрочек	

Минск, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

Постановление Межпарламентской Ассамблеи государств – участников Содружества Независимых Государств от 17 мая 2012 г. № 37-6 «О Декларации об этических принципах научной деятельности»	9
Декларация об этических принципах научной деятельности	9

ПОДДЕРЖКА НАУКИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Шовкун И. А., Токарь А. П. Государственный фонд фундаментальных исследований Украины: роль в государственном финансировании науки и международном научном сотрудничестве	16
---	----

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФОНДА

Харитонов Е. М., Карпейчик С. В. Фундаментальные исследования и их практические приложения (по отчетным материалам завершившихся в 2011 г. проектов БРФФИ)	25
---	----

ИТОГИ КОНКУРСОВ

Перечень научных трудов, изданных при финансовой поддержке БРФФИ в 2011 г.	35
Перечень республиканских и международных научных мероприятий, поддержанных БРФФИ в 2011 г.	36

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Романов О. Г., Романов Г. С., Желтов Г. И. Лазерное возбуждение акустических импульсов в однородных и слоистых средах: численное решение уравнений Лагранжа	38
Бутвиловский А. В. Изучение антимикробной активности опытных образцов препаратов для контроля кариесогенной микрофлоры	50
Рыжковский В. М., Митюк В. И., Гончаров В. С., Лобановский Л. С. Магнитокалорические свойства интерметаллического сплава MnZnSb	56
Канделинская О. Л., Грищенко Е. Р., <u>Заболотный А. И.</u>, Будкевич Т. А., Алещенкова З. М., Картыжова Л. Е., Халецкий В. Н., Космачевская О. В., Насыбуллина Э. И., Зотов В. С., Топунов А. Ф. Функциональное состояние симбиотической азотфиксирующей системы люпина узколистного (<i>Lupinus angustifolius</i> L.) под действием кадмия: роль фитолектинов	61
Рупасова Ж. А., Володько И. К., Волотович А. А., Варавина Н. П., Криницкая Н. Б., Кудряшова О. А. Особенности сезонного накопления органических кислот и углеводов в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов <i>Rhododendron</i> L. при интродукции в условиях Беларуси	77
Козловская З. А., Таранов А. А., Волот В. С., Будан С., Бутач М., Милитару М. Совместимость отдельных сортов черешни при искусственной гибридизации в условиях Румынии и Беларуси	87

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ АКАДЕМИЙ НАУК

Постановление от 7 июня 2012 г. № 224 «О перспективах развития сотрудничества ученых стран СНГ в области НБИКС технологий»	93
--	----

Постановление от 7 июня 2012 г. № 225 «О некоторых результатах и ближайших перспективах деятельности МААН»	95
Постановление от 7 июня 2012 г. № 226 «О новом статусе МААН в партнерских отношениях с ЮНЕСКО»	97
Постановление от 7 июня 2012 г. № 227 «Об Объединенном научном совете по фундаментальным географическим проблемам»	98
Постановление от 7 июня 2012 г. № 228 «О деятельности Совета директоров научных библиотек и информационных центров академий наук – членов МААН»	102
Постановление от 7 июня 2012 г. № 229 «О деятельности Совета по книгоизданию при МААН»	106
Постановление от 7 июня 2012 г. № 230 «О создании Научного совета по проблемам функциональных материалов электронной техники»	108
Постановление от 7 июня 2012 г. № 231 «О Международной программе «Астрономия в Приэльбрусье. 2010–2014 гг.»	110
Постановление от 7 июня 2012 г. № 232 «О запросе МААН в ЮНЕСКО»	112
Постановление от 7 июня 2012 г. № 233 «О двадцатилетии МААН»	113
Постановление от 7 июня 2012 г. № 234 «О награждении медалью МААН «За содействие развитию науки»	115
Постановление от 7 июня 2012 г. № 235 «О создании Совета ботанических садов стран СНГ при МААН»	116

УДК 634.737:581.19:522.4 (476)

Ж. А. РУПАСОВА¹, И. К. ВОЛОДЬКО¹, А. А. ВОЛОТОВИЧ², Н. П. ВАРАВИНА¹,
Н. Б. КРИНИЦКАЯ¹, О. А. КУДРЯШОВА²

**ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО НАКОПЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
КИСЛОТ И УГЛЕВОДОВ В ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНАХ
ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ И ЛИСТОПАДНЫХ ВИДОВ *RHODODENDRON L.*
ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

¹ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

²Полесский государственный университет

(Поступила в редакцию 16.03.2012)

Приведены результаты сравнительного исследования содержания сухих и пектиновых веществ, ряда органических кислот и растворимых сахаров в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron L.* в сезонном цикле развития в условиях Беларуси. Установлены генотипические различия параметров накопления в них данных соединений и выявлены таксоны с наиболее высокой способностью к биосинтезу последних. Показано, что цветки вечнозеленых видов рододендрона характеризовались меньшим, чем у листопадных видов, содержанием свободных органических и фенолкарбоновых кислот, но более высоким содержанием сухих веществ и растворимых сахаров при сопоставимых параметрах накопления аскорбиновой кислоты и пектиновых веществ. Плоды рододендрона (коробочки с семенами) в 4–7 раз превосходили цветки в содержании сухих веществ, но уступали им на порядок в содержании аскорбиновой кислоты и в 1,5–3 раза в содержании титруемых кислот, пектиновых веществ, а у вечнозеленых видов и в содержании растворимых сахаров. В период цветения рододендрона генеративные органы *Rh. jaropiscit* (A. Gray) Suring могут представлять интерес в качестве потенциального природного источника свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, а цветки вечнозеленых видов – в качестве источников растворимых сахаров и в меньшей степени пектиновых веществ.

Введение. Особое место в ряду интродуцентов, являющихся потенциальными источниками лекарственного сырья в Республике Беларусь, занимают

малоизученные декоративные кустарники рода *Rhododendron* L., сырье которых с давних пор востребовано в народной медицине для лечения разных патологий [1; 4].

Коллекция *Rhododendron* L. в ЦБС НАН Беларуси представлена 79 видами, подвидами, формами и сортами, значительная часть которых характеризуется высоким ростовым и биопродукционным потенциалом. Предварительные исследования биохимического состава ассимилирующих частей некоторых видов рододендрона, осуществленные на базе коллекции ЦБС НАН Беларуси [7], подтвердили повышенную способность данных интродуцентов к накоплению в них широкого спектра полезных веществ – органических кислот, углеводов, биофлавоноидов, терпеноидов, дубильных и минеральных веществ и при этом обнаружили существенные различия в их содержании у вечнозеленых и листопадных видов. Вместе с тем подобных исследований с генеративными органами рододендрона ранее не проводилось, что не позволяет определить их ценность в качестве природных источников лекарственного сырья.

В связи с этим первостепенную значимость и актуальность обретают исследования, направленные на выявление таксонов данного вида с наиболее высоким содержанием в цветках и плодах действующих веществ разной химической природы, играющих важную роль в метаболизме человека. Для решения этой задачи в 2010–2011 гг. было проведено сравнительное исследование сезонной динамики накопления ряда органических кислот и углеводов в генеративных органах наиболее перспективных по биопродукционным характеристикам таксонов рододендрона, различающихся по географическому происхождению и ареалу распространения, охватывающему 2 континента – Северную Америку и Евразию.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследования были привлечены следующие представители рода *Rhododendron* L. – 1 полувечнозеленый вид *Rh. dauricum* L., принятый в качестве эталона сравнения, 2 листопадных вида – *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring и *Rh. luteum* (L.) Sweet, второй из которых был представлен тремя формами – Минской (из коллекции ЦБС НАН Беларуси), Ветчиновской и Марковской (отобранными близ соответствующих их названиям населенных пунктов в Гомельской обл.), а также 4 вечнозеленых вида – *Rh. catawbiense* Michx., *Rh. brachycarpum* D. Don, *Rh. smirnowii* Trautv., *Rh. fortunei* Lindl.

При исследовании биохимического состава генеративных органов рододендрона в свежих усредненных пробах определяли содержание сухих веществ – по ГОСТ 8756.2–82 [2]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [3]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [3]. В высушенных при температуре 65 °С усредненных пробах анализируемого материала определяли содержание фенолкарбоновых кислот (в пересчете на хлорогеновую) – методом нисходящей хроматографии на бумаге [5]; содержание растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [6]; пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбазольным методом [3].

Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. В условиях Беларуси цветение рододендрона обычно приходится на третью декаду мая – начало июня. По нашим оценкам, в этот период содержание в цветках сухих веществ примерно в 2–3 раза уступало таковому в молодых ассимилирующих органах и варьировалось в таксономическом ряду в интервале значений от 6,4 % у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring до 10,9 % у *Rh. brachycarpum* D. Don, причем у вечнозеленых видов оно было в среднем на 35 % выше, чем у листопадных.

Содержание свободных органических кислот в сухой массе цветков большинства таксонов рододендрона было сопоставимо с таковым в новообразованных листьях и изменялось в сравнительно узком диапазоне значений – от 3,4 % у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet до 4,6 % у *Rh. fortunei* Lindl. Исключением же из этого ряда являлся листопадный вид *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, обнаруживший в генеративных органах чрезвычайно выраженную способность к биосинтезу данных соединений, содержание которых в 4–5 раз превышало таковое у остальных исследуемых таксонов и достигало 15,7 % сухой массы. Вместе с тем данному виду принадлежало лидирующее положение и в накоплении в цветках аскорбиновой кислоты, содержание которой составляло в среднем 1352 мг%, тогда как у остальных таксонов рододендрона оно примерно в 1,5–2 раза превышало таковое в новообразованных листьях и варьировалось в диапазоне от 438,6–449,0 мг% у Ветчиновской и Марковской форм *Rh. luteum* (L.) Sweet до 890,4–911,7 мг% у Минской формы данного вида и *Rh. fortunei* Lindl.

Заметим, что цветки *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring оказались чрезвычайно богаты и фенолкарбоновыми кислотами, содержание которых в их сухой массе, достигавшее 3553,5 мг%, в 1,5–2 раза превышало таковое у остальных таксонов рододендрона (1601,2–2992,0 мг%). При этом содержание данных соединений в цветках рододендрона лишь незначительно уступало таковому в молодых ассимилирующих органах.

Наиболее контрастно генотипические различия в содержании рассматриваемых соединений проявились при сравнении параметров их накопления в цветках эталонного вида *Rh. dauricum* L. и тестируемых таксонов рододендрона (табл. 1). Оказалось, что для большинства вечнозеленых видов не было выявлено достоверных различий с ним в содержании сухих веществ, и лишь в единичном случае – у *Rh. brachycarpum* D. Don оно оказалось выше на 8 %. Все же листопадные виды уступали эталонному виду по данному показателю на 18–37 %, при наибольших различиях у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring. При этом абсолютное большинство тестируемых таксонов рододендрона на 4–20 % отставали от *Rh. dauricum* L. также в содержании в цветках свободных органических кислот, и лишь два из них – *Rh. fortunei* Lindl. и *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring превосходили его в этом плане соответственно на 9 и 272 %. В отличие от данных соединений, для аскорбиновой кислоты наблюдалась противоположная картина – на 6–127 %

более высокое, чем у эталонного вида рододендрона, ее содержание в цветках большинства тестируемых таксонов, при наибольших различиях у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring и наименьших у *Rh. brachycarpum* D. Don. Лишь обе формы *Rh. luteum* (L.) Sweet из Гомельской обл. уступали *Rh. dauricum* L. в накоплении аскорбиновой кислоты в среднем на 25 %.

Т а б л и ц а 1. Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания органических кислот в сухой массе генеративных органов интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу цветения, %

Таксон	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	–	–4,3	+21,2	–18,4
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv	–	–11,1	+36,2	–42,4
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	+7,9	–15,6	+5,8	–28,5
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	–	+8,8	+53,2	–22,5
<i>Rh. japonicum</i> (A. Gray) Suring	–36,6	+271,6	+127,2	+27,9
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Минская	–24,8	–5,2	+49,6	+7,7
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Ветчинская	–17,8	–19,9	–24,6	–9,9
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Марковская	–21,8	–10,9	–26,3	–7,1

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

В направленности же различий тестируемых таксонов рододендрона с эталонным видом в содержании в генеративных органах фенолкарбоновых кислот прослеживалось заметное сходство с таковой титруемых кислот, при наиболее выраженном проявлении указанных различий у вечнозеленых видов, особенно у *Rh. smirnowii* Trautv, уступавших *Rh. dauricum* L. по данному признаку на 18–42 % (см. табл. 1). Оба же листопадных вида в районе интродукции, особенно *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, превосходили эталонный вид в содержании в цветках фенолкарбоновых кислот на 8 и 28 %, однако Марковская и Ветчиновская формы *Rh. luteum* (L.) Sweet примерно в равной степени (на 7 и 10 %) отставали от него в их накоплении. Обращает на себя внимание, что среди исследуемых таксонов рододендрона наиболее высоким содержанием в цветках свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот обладал листопадный вид *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring.

Исследование углеводного состава генеративных органов *Rhododendron* L. в фазу цветения выявило наличие существенных различий между вечнозелеными и листопадными видами в содержании растворимых сахаров. Так, если в первом случае, включая полувечнозеленый вид *Rh. dauricum* L., принятый за эталон сравнения, оно варьировалось в их сухой массе в диапазоне довольно высоких значений от 27,3 % у *Rh. fortunei* Lindl. до 34,8 % у *Rh. smirnowii* Trautv, то в цветках листопадных видов параметры накопления растворимых сахаров были примерно вдвое ниже и изменялись от 9,7 % у Минской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet до 18,2 % у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring. Это обусловило, в свою очередь, ана-

логичные различия и в соотношении количеств растворимых сахаров и титруемых кислот (соответственно 6,0–9,3 против 1,2–5,0). При этом цветки *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring с аномально высоким содержанием последних характеризовались наименьшим в таксономическом ряду значением данного признака. Заметим, что в цветках вечнозеленых видов рододендрона содержание растворимых сахаров примерно вдвое превышало таковое в молодых листьях, на фоне отсутствия подобных различий у листопадных видов.

В отличие от растворимых сахаров, для пектиновых веществ существенных различий между листопадными и вечнозелеными видами в их содержании в генеративных органах рододендрона выявлено не было. По нашим оценкам, оно несколько уступало таковому в молодых листьях и варьировалось в диапазоне от 5,4–5,5 % сухой массы у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring и двух форм *Rh. luteum* (L.) Sweet (Минской и Ветчиновской) до 8,7 % у его Марковской формы. Доминирующее положение в комплексе этих углеводов принадлежало нерастворимому пектину, содержание которого в 5–9 раз превышало таковое гидропектина, при наиболее широком соотношении их количеств у *Rh. dauricum* L., *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring и Минской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet и наиболее узком у Ветчиновской формы данного вида.

Сравнение углеводного состава генеративных органов *Rh. dauricum* L. и тестируемых таксонов *Rhododendron* L. в период цветения выявило существенные генотипические различия по всем анализируемым показателям (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания углеводов в сухой массе генеративных органов интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу цветения, %

Таксон	Раствор. сахара	Сахарокислотный индекс	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Пртп/Гдрп
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	–	–	+20,5	–22,7	–18,4	–36,6
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv	+16,0	+31,0	+16,4	–17,9	–14,6	–30,1
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	+6,7	+26,8	+37,0	–9,9	–5,3	–34,4
<i>Rh. fortunei</i> Lindl	–9,0	–15,5	+19,2	–6,5	–4,0	–22,6
<i>Rh. japonicum</i> (A. Gray) Suring	–39,3	–83,1	–23,3	–26,5	–26,3	–
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Минская	–67,7	–66,2	–24,7	–28,3	–27,9	–
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Ветчинская	–43,3	–29,6	+17,8	–31,8	–27,0	–43,0
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Марковская	–49,0	–42,2	+24,7	+14,8	+15,8	–8,6

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

Оказалось, что все листопадные виды в значительной степени (на 39–68 %) уступали эталонному виду в содержании в них растворимых сахаров, при наиболее выраженных различиях у Минской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet, а также характеризовались на 30–83 % меньшими значениями соотношения их количеств и содержания свободных органических кислот, особенно у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring. При этом все листопадные виды рододендрона, за исключением

Марковской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet, в равной степени (на 26–28 %) отставали от *Rh. dauricum* L. также по общему накоплению в цветках пектиновых веществ, причем у двух таксонов – *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring и Минской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet это было связано с аналогичным отставанием в содержании обеих фракций данных углеводов. Вместе с тем цветки Ветчиновской и Марковский форм *Rh. luteum* (L.) Sweet оказались богаче таковых эталонного вида гидропектином соответственно на 18 и 25 %, а во втором случае также протопектином (на 15 %), что и обусловило более высокое, чем у *Rh. dauricum* L., общее содержание в них пектиновых веществ.

В отличие от листопадных, у вечнозеленых видов рододендрона подобные различия с эталонным видом носили неоднозначный и менее выразительный характер. Так, если два из них – *Rh. brachycarpum* D. Don и *Rh. smirnowii* Trautv. характеризовались на 7 и 16 % более высоким, чем у него, содержанием в цветках растворимых сахаров и на 27 и 31 % более высокими значениями соотношения количеств данных углеводов и титруемых кислот, то для *Rh. fortunei* Lindl., напротив, было показано отставание от *Rh. dauricum* L. по данным признакам на 9 и 16 %, на фоне отсутствия сколь-либо значимых различий с ним у *Rh. catawbiense* Michx. При этом все вечнозеленые виды рододендрона, как и большинство листопадных, на 4–18 % уступали ему в общем содержании в цветках пектиновых веществ, при наибольших различиях у *Rh. catawbiense* Michx. Несмотря на более высокое (на 16–37 %), чем у эталонного вида, накопление в них гидропектина, это отставание было обусловлено меньшим (на 6–23 %) содержанием доминирующей фракции данных веществ – протопектина.

Особый научный и практический интерес представляет исследование биохимического состава плодов рододендрона, т. е. коробочек с семенами, созревающих, по нашим наблюдениям, в августе–сентябре. Они характеризовались наиболее высоким среди структурных компонентов фитомассы содержанием сухих веществ, варьировавшимся в таксономическом ряду в диапазоне значений от 29,7 % у *Rh. brachycarpum* D. Don до 57,8–61,7 % у обеих Гомельских форм *Rh. luteum* (L.) Sweet. Вместе с тем для плодов рододендрона было показано наименьшее содержание свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, не превышавшее в их сухой массе соответственно 1,35–3,99 %, 39,5–92,2 мг% и 505,6–1644,4 мг%. При этом наиболее высокие параметры их накопления в первом и третьем случаях характеризовали *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, во втором – *Rh. brachycarpum* D. Don. Обращает на себя внимание, что *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring был отмечен наиболее высоким в таксономическом ряду содержанием в генеративных органах титруемых и фенолкарбоновых кислот не только в период цветения, но и на стадии плодоношения.

Сравнение содержания сухих веществ в плодах эталонного вида и тестируемых таксонов рододендрона выявило наличие весьма заметных генотипических различий по данному признаку (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания органических кислот в сухой массе генеративных органов интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу плодоношения, %

Таксон	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	+11,7	-25,4	+4,8	+54,4
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv	+4,1	-12,7	+39,0	-20,2
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	-32,0	+16,6	+92,5	+43,0
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	-27,2	-9,9	+62,0	+89,5
<i>Rh. japonicum</i> (A. Gray) Suring	-25,6	+120,4	+37,8	+159,7
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Минская	-7,3	+11,6	+10,4	+7,0
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Ветчинская	+41,2	+105,0	-17,5	+7,0
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Марковская	+32,3	+43,6	+5,0	+7,0

Так, по два вида из групп вечнозеленых и листопадных видов превосходили *Rh. dauricum* L. в их накоплении на 4–41 %, при наибольших различиях у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet, и по два вида из этих же групп на 7–32 % уступали ему в этом плане, при наиболее значительных контрастах у *Rh. brachycarpum* D. Don. Столь же выразительной и неоднозначной была картина подобных различий и в содержании в генеративных органах свободных органических кислот. Например, если у всех листопадных видов наблюдалось превышение его эталонного уровня на 12–120 %, при наибольших различиях у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet и особенно у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, то для большинства вечнозеленых видов было характерно отставание от *Rh. dauricum* L. в накоплении в плодах титруемых кислот на 10–25 %.

При этом почти все тестируемые объекты на 5–92 % превосходили эталонный вид рододендрона в содержании в плодах аскорбиновой кислоты при наибольших различиях у *Rh. brachycarpum* D. Don, и лишь для плодов Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet было показано отставание от него по данному признаку на 17 %, что, напомним, характерно для генеративных органов данного таксона и в период цветения. Что касается фенолкарбоновых кислот, то почти все тестируемые объекты, особенно *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, превосходили *Rh. dauricum* L. по их содержанию в плодах на 7–160 %, и только *Rh. smirnowii* Trautv. уступал ему в этом плане на 20 %.

Содержание растворимых сахаров в сухой массе плодов рододендрона варьировалось в таксономическом ряду в весьма широком диапазоне значений от 11,0–11,5 % у *Rh. fortunei* Lindl. и *Rh. smirnowii* Trautv до 20,2–23,7 % у всех форм *Rh. luteum* (L.) Sweet, что свидетельствовало о заметных генотипических различиях параметров их накопления. При этом в плодах вечнозеленых видов содержание сахаров существенно уступало таковому в цветках, тогда как у листопадных видов наблюдалась противоположная этой картина. Значения сахарокислотного индекса плодов рододендрона изменялись также в довольно широком

диапазоне от 3,1 у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring до 10,0 у Минской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet.

Исследование пектинового комплекса плодов рододендрона выявило весьма узкий диапазон варьирования в пределах таксономического ряда общего содержания в них этих веществ, охватывающий область значений от 4,0 до 4,9 % сухой массы. Это свидетельствовало о слабо выраженных генотипических различиях параметров их накопления, значительно уступавших таковым в генеративных органах растений в период цветения, что было обусловлено меньшим содержанием в плодах нерастворимого пектина, составлявшим 3,4–4,1 % сухой массы. Что касается гидропектина, то его содержание в плодах и цветках растений было примерно одинаковым и не превышало 0,5–0,9 %.

Как следует из данных табл. 4, тестируемые таксоны рододендрона существенно различались с *Rh. dauricum* L. по углеводному составу плодов. Так, среди вечнозеленых видов лишь для *Rh. brachycarpum* D. Don было показано превышение эталонного уровня накопления в них растворимых сахаров на 25 %, тогда как в остальных случаях наблюдалось либо отставание от него на 10–14 %, либо отсутствие достоверных различий с ним по данному признаку. Что касается листопадных видов, то все три формы *Rh. luteum* (L.) Sweet, особенно произрастающие в Гомельской области, были отмечены на 58–85 % более высоким, чем у эталонного вида, содержанием в плодах растворимых сахаров, и лишь у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring достоверных различий с ним в этом плане выявлено не было. Весьма неоднозначной оказалась картина подобных различий у тестируемых таксонов рододендрона с *Rh. dauricum* L. и по величине сахарокислотного индекса плодов, что объясняется производным характером данного показателя, учитывающего содержание в них и растворимых сахаров, и свободных органических кислот.

Т а б л и ц а 4. Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания углеводов в сухой массе генеративных органов интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу плодоношения, %

Таксон	Растворимые сахара	Сахаро-кислотный индекс	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Пртп/Гдрп
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	–	+31,0	+28,6	+5,3	+8,9	–11,8
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv	–10,2	–	–	–5,3	–4,4	–
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don	+25,0	+7,0	+14,3	+7,9	+8,9	–
<i>Rh. fortunei</i> Lindl	–14,1	–	–14,3	–10,5	–11,1	+21,6
<i>Rh. japonicum</i> (A. Gray) Suring	–	–56,3	–28,6	+5,3	–	+56,9
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Минская	+57,8	+40,8	–14,3	–	–4,4	+17,6
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Ветчинская	+77,3	–14,1	–14,3	–	–	+17,6
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Марковская	+85,2	+28,2	–14,3	–	–	+21,6

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

При сопоставлении параметров накопления пектиновых веществ в плодах эталонного и тестируемых таксонов рододендрона, тем не менее, были выявлены

определенные различия, нашедшие статистическое подтверждение (см. табл. 4). Наиболее выразительными (в пределах 14–29 %), при преимущественно отрицательной направленности, они оказались у параметров накопления в плодах гидропектина. Лишь у двух вечнозеленых видов рододендрона – *Rh. catawbiense* Michx. и *Rh. brachycarpum* D. Don отмечено превышение эталонного уровня содержания в плодах и растворимого, и нерастворимого пектинов, что, в свою очередь, обусловило на 9 % более высокое, чем у *Rh. dauricum* L., общее количество в их плодах данных соединений. В остальных же случаях было показано либо отставание от эталонного уровня на 4–11 % по данному признаку, либо отсутствие сколь-либо значимых различий с ним. Большинство же тестируемых таксонов рододендрона были отмечены на 18–57 % более широким, чем у *Rh. dauricum* L., соотношением содержания прото- и гидропектина, при наиболее выразительных различиях с ним у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring.

Заключение. В результате исследования сезонной динамики накопления ряда органических кислот и углеводов в генеративных органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. установлены отчетливые внутрисезонные и генотипические различия в содержании исследуемых соединений. Показано, что цветки вечнозеленых видов рододендрона характеризовались меньшим, чем у листопадных видов, содержанием свободных органических и фенолкарбоновых кислот, но более высоким содержанием сухих веществ и растворимых сахаров при сопоставимых параметрах накопления аскорбиновой кислоты и пектиновых веществ.

Плоды рододендрона (коробочки с семенами) в 4–7 раз превосходили цветки в содержании сухих веществ, но уступали им на порядок в содержании аскорбиновой кислоты и в 1,5–3 раза в содержании титруемых и фенолкарбоновых кислот, пектиновых веществ, а у вечнозеленых видов и в содержании растворимых сахаров.

В период цветения рододендрона генеративные органы *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring могут рассматриваться в качестве потенциального природного источника свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, а таковые большинства вечнозеленых видов могут представлять интерес как источники растворимых сахаров и в меньшей степени пектиновых веществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б08-057).

Литература

1. Александрова М. С. Рододендрон. М., 1989.
2. ГОСТ 8756.2–82. Методы определения сухих веществ. М., 1982. – 5 с.
3. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимического исследования растений. М., 1987. – 430 с.
4. Кондратович Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР. Рига, 1981.

5. Мжаванадзе В. В., Таргамадзе И. Л., Драник Л. И. // Сообщ. АН Груз. ССР. 1971. Т. 63, вып. 1. С. 205–210.

6. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М., 1985. С. 110–112.

7. Рупасова Ж. А., Кутас Е. Н., Злотников А. К. // Весті НАН Беларусі, сер. біял. навук. 2000. № 3. С. 11–16.

Zh. A. RUPASOVA, I. K. VOLODKO, A. A. VOLOTOVICH, N. P. VARAVINA,
N. B. KRINITSKAIA, O. A. KUDRYASHOVA

**FEATURES OF SEASONAL ACCUMULATION OF ORGANIC ACIDS
AND CARBOHYDRATES IN GENERATIVE BODIES OF EVERGREEN
AND DECIDUOUS KINDS OF *RHODODENDRON* L. AT THE INTRODUCTION
UNDER THE CONDITIONS OF BELARUS**

Summary

Results of comparative research of the maintenance of dry and pectinaceous substances, of some organic acids and soluble sugars in generative bodies of evergreen and deciduous kinds of *Rhododendron* L. in a seasonal cycle of development under the conditions of Belarus are presented in this article. It is established the exact genotypic distinctions of parameters of accumulation of the given compounds in them. It is also revealed kinds with the highest ability to biosynthesis of the last. It is shown that flowers of rhododendron evergreen kinds were characterized by smaller maintenance of free organic and phenol (carbolic) acids, than at deciduous kinds, but by higher maintenance of solids and soluble sugars at comparable parameters of accumulation of ascorbic acid and pectin substances. Rhododendron fruits (boxes with seeds) in 4–7 times surpassed of flowers in the maintenance of solids, but conceded to them on an order in the maintenance of ascorbic acid, and in 1.5–3.0 times in the maintenance of titratable acids, pectin substances, and at evergreen kinds also conceded to them in the maintenance of soluble sugars. In rhododendron flowering period the generative organs of *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring can be interesting as a potential natural source of ascorbic and phenol (carbolic) acids. Flowers of evergreen kinds can be interesting as sources of soluble sugars and to a lesser degree of pectin substances.