

УДК 634.737:581.19:522.4 (476)

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

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

¹ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

²Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

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, подтвердили повышенную способность данных интродуцентов к накоплению в ассимилирующих органах широкого спектра полезных веществ – органических кислот, углеводов, биофлавоноидов, терпеноидов, дубильных и минеральных веществ и вместе с тем обнаружили существенные различия в их биохимическом составе у вечнозеленых и листопадных видов.

В этой связи первостепенную значимость и актуальность обретают исследования, направленные на выявление таксонов рододендрона с наиболее высоким содержанием в сырьевых частях действующих веществ разной химической природы, играющих важную роль в метаболизме человека. Для решения данной задачи было проведено сравнительное исследование сезонной динамики накопления ряда органических кислот и углеводов в ассимилирующих органах наиболее перспективных по биопродукционным характеристикам представителей этого рода, различающихся по географическому происхождению и ареалу распространения, охватывающему 2 континента – Северную Америку и Евразию.

Материалы и методы исследования. 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. luteum (L.) Sweet* и *Rh. japonicum (A. Gray) Suring*, 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.), и 4 вечнозеленых вида – *Rh. catawbiense Michx.*, *Rh. brachycarpum D. Don*, *Rh. smirnowii Trautv.*, *Rh. fortunei Lindl.*

При исследовании биохимического состава листьев рододендрона в их 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. Исследование биохимического состава перезимовавших листьев рододендрона, отобранных для анализа в конце второй декады апреля на стадии бутонизации, в силу биологических особенностей развития растений, осуществлялось только у полувечнозеленого и 4 вечнозеленых видов. Было установлено, что содержание сухих веществ в них изменялось в таксономическом ряду в диапазоне значений 43,1–49,6% при изменении содержания в их сухой

массе свободных органических кислот от 1,73 до 3,25%, аскорбиновой кислоты от 286,4 до 431,8 мг%, фенолкарбоновых кислот от 400,0 до 2105,6 мг%.

Сопоставление параметров накопления перечисленных соединений в ассимилирующих органах вечнозеленых видов рододендрона и полувечнозеленого *Rh. dauricum* L., принятого за эталон сравнения, показало, что все тестируемые объекты обладали сходным содержанием в них титруемых кислот, уступающим таковому у эталонного вида на 39–47% (табл. 1). При этом было выявлено еще более заметное (на 42–81%) их отставание от него, особенно *Rh. smirnowii* Trautv. и *Rh. brachycarpum* D. Don., также в содержании в листьях фенолкарбоновых кислот, но при этом было показано на 10–40% более высокое содержание в них аскорбиновой кислоты, при наибольших различиях у *Rh. brachycarpum* D. Don. Лишь у *Rh. smirnowii* Trautv. наблюдалось незначительное отставание от *Rh. dauricum* L. (в пределах 7%) по данному признаку. При этом подобные различия в содержании в листьях сухих веществ были также несущественными и не превышали 6–9% при положительной направленности у *Rh. smirnowii* Trautv. и *Rh. brachycarpum* D. Don., отрицательной у *Rh. fortunei* Lindl. и отсутствии статистически значимых различий у *Rh. catawbiense* Michx.

Таблица 1 – Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания органических кислот в сухой массе перезимовавших листьев интродуцированных вечнозеленых видов *Rhododendron* L. в фазу бутонизации, %, апрель

Таксон	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	–	–39,4	+14,3	–68,9
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	+8,5	–43,7	–7,3	–81,0
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don.	+5,9	–46,8	+39,7	–78,6
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	–5,7	–44,9	+10,4	–42,5

Примечание – Прочерк означает отсутствие по t–критерию Стьюдента статистически значимых различий по сравнению с эталонным видом; то же для таблиц 2–6

Несмотря на предполагаемое преимущественное расходование углеводов на поддержание метаболизма перезимовавших листьев в холодное время года, содержание в них растворимых сахаров в начале сезона оказалось весьма высоким и варьировалось в таксономическом ряду от 18,1% до 24,8% сухой массы, превышая таковое свободных органических кислот в 5,9–13,6 раза. При этом у всех тестируемых объектов, за исключением *Rh. smirnowii* Trautv, сколь-либо существенных различий с эталонным видом в накоплении данных соединений выявлено не было (табл.2). Вместе с тем меньшее, чем у него, содержание в ассимилирующих частях титруемых кислот обусловило на 63–130% более высокое соотношение в них количеств растворимых сахаров и свободных органических кислот (аналог сахарокислотного индекса у плодовых культур). Это однозначно указывало на то, что в зимний период года вечнозеленые виды рододендрона намного активнее, но примерно в равной степени расходовали запасы свободных органических кислот, в сравнении с полувечнозеленым видом.

Что касается пектиновых веществ, то при довольно высоком их содержании в перезимовавших листьях рододендрона, составлявшем, по нашим оценкам, 4,6–6,3%, в том числе гидропектина 0,4–0,6% и протопектина 4,2–6,0%, при соотношении количеств нерастворимого и растворимого пектинов 8,4–14,5, генотипические различия в их накоплении, как и органических кислот, проявились весьма отчетливо. Как следует из табл. 2, все вечнозеленые виды, особенно *Rh. catawbiense* Michx. и *Rh. smirnowii* Trautv., уступали *Rh. dauricum* L. в содержании в них гидропектина на 19–34%. Аналогичные различия в содержании нерастворимого пектина оказались менее выразительными (в пределах 4–27%), причем наиболее контрастно они проявились у *Rh. smirnowii* Trautv. и *Rh. brachycarpum* D. Don. Заметим, что лишь в единичном случае – у *Rh. catawbiense* Michx. данные различия имели положительную направленность.

Таблица 2 – Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания углеводов в сухой массе перезимовавших листьев интродуцированных вечнозеленых видов *Rhododendron* L. в фазу бутонизации, %

Таксон	Растворимые сахара	Сахаро–кислотный индекс	Гидро–пектин	Прото–пектин	Сумма пектино–вых веществ	Прото–пектин/ Гидро–пектин
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	–	+62,7	–33,9	+4,2	–	+55,9
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	+29,2	+130,5	–32,3	–26,9	–27,4	–
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don.	–5,7	+78,0	–19,4	–26,2	–25,4	–
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	–	+79,7	–19,4	–5,4	–6,6	+16,1

Поскольку доминирующее положение в составе углеводного пула листьев рододендрона принадлежало нерастворимому пектину, содержание которого превышало таковое гидропектина в 8,4–14,5 раза, то различия тестируемых таксонов с эталонным объектом в суммарном содержании этих веществ в основном дублировали аналогичные различия в содержании протопектина. При этом соотношение фракций пектиновых веществ в листьях наиболее обедненных ими видов *Rh. smirnowii* Trautv. и *Rh. brachycarpum* D. Don. не отличалось от такового у *Rh. dauricum* L., тогда как у *Rh. catawbiense* Michx. и *Rh. fortunei* Lindl. оно было на 16–56% шире, чем у него.

Исследование биохимического состава ассимилирующих органов прироста текущего года как вечнозеленых, так и листопадных видов рододендрона осуществлялось по завершении формирования листовых пластин в 3–й декаде мая – 1–й декаде июня. По нашим оценкам, содержание в них сухих веществ варьировалось в таксономическом ряду от 16,7% у *Rh. smirnowii* Trautv. до 27,9% у *Rh. brachycarpum* D. Don., причем у вечнозеленых видов оно в 2–3 раза уступало таковому в перезимовавших листьях и при этом незначительно уступало таковому у листопадных видов. Очевидно, в процессе подготовки к зиме в листьях предыдущего сезона происходило активное накопление запасных веществ, на фоне существенной потери запасов влаги, что позволило им успешно преодолеть действие низких температур в холодный период года.

Содержание в сухой массе молодых листьев свободных органических кислот варьировалось в таксономическом ряду в достаточно широком диапазоне значений – от 2,66 у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet до 5,11% у *Rh. dauricum* L., у которого оно, как и у вечнозеленых видов, оказалось в 1,6–2,4 раза выше, чем в перезимовавших листьях. На наш взгляд, это может быть связано с расходом в последних значительной части титруемых кислот на биосинтез сложных органических соединений при подготовке растений к зиме, а также на поддержание их метаболизма в холодное время года. При этом содержание в листьях аскорбиновой кислоты изменялось в диапазоне от 240,4 мг% у *Rh. brachycarpum* D. Don. до 602,4 мг% у Минской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet., тогда как фенолкарбоновых кислот от 2058,3 мг% у *Rh. brachycarpum* D. Don. до 4283,3% у *Rh. dauricum* L.

При сопоставлении параметров накопления данных веществ в молодых листьях тестируемых таксонов рододендрона с таковыми у *Rh. dauricum* L. было установлено их преимущественное отставание от него по всем позициям (табл. 3.). Относительные размеры данных различий в содержании в них сухих веществ составляли 10–34%, причем у листопадных видов они были меньше, чем у вечнозеленых. Исключением в этом плане явился лишь *Rh. brachycarpum* D. Don. в молодых листьях которого содержание сухих веществ превышало таковое у эталонного вида на 11%. При этом лишь в единичном случае – у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet не было выявлено достоверных различий с ним по данному признаку.

Столь же выразительно проявились различия тестируемых таксонов рододендрона с *Rh. dauricum* L. и по содержанию в молодых листьях свободных органических кислот. Так, все они уступали ему в их накоплении на 6–48% при наименьших контрастах у *Rh. catawbiense* Michx. и

Rh. japonicum (A. Gray) Suring и наибольших у *Rh. brachycarpum* D. Don, а также у Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet.

Менее существенными подобными различия оказались при сопоставлении параметров накопления в них аскорбиновой кислоты. При этом, как следует из табл. 3, все вечнозеленые виды, кроме *Rh. fortunei* Lindl., уступали *Rh. dauricum* L. по данному признаку на 17–52%. Для листопадных же видов была показана не столь однозначная картина – на фоне отсутствия достоверных различий с ним у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, наблюдалось превышение на 8–21% содержания аскорбиновой кислоты в молодых листьях Марковской и в большей степени Минской форм *Rh. luteum* (L.) Sweet при более низком (более чем на 10%) ее содержании у Ветчиновской формы данного вида. Что касается фенолкарбоновых кислот, то все тестируемые таксоны рододендрона достоверно уступали на 4–52% *Rh. dauricum* L. в их содержании в молодых листьях при наиболее выразительных различиях, как и в содержании других органических кислот, у *Rh. brachycarpum* D. Don и наименьших *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring.

Содержание растворимых сахаров в сухой массе листьев текущего прироста рододендронов на данном этапе их сезонного развития варьировалось в таксономическом ряду в весьма широком диапазоне значений от 12,3% у Марковской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet до 21,8% у его Минской формы и *Rh. brachycarpum* D. Don, что свидетельствовало о выраженных генотипических различиях по данному признаку. При этом все вечнозеленые виды рододендрона, за исключением *Rh. brachycarpum* D. Don, а также полувечнозеленый *Rh. dauricum* L. характеризовались заметно меньшим содержанием растворимых сахаров в новообразованных листьях, по сравнению с перезимовавшими, что, скорее всего, обусловлено расходом данных углеводов в качестве трофического и энергетического материала на построение их органической массы во время активного вегетативного роста. Косвенным подтверждением данному предположению может служить также в 2–4 раза более узкое, чем в прошлогодних листьях, соотношение в них количеств растворимых сахаров и свободных органических кислот.

Вместе с тем для параметров накопления пектиновых веществ была показана противоположная этой картина – в молодых листьях вечнозеленых видов они оказались заметно выше, чем в прошлогодних, при сравнительно узком диапазоне варьирования в общем таксономическом ряду от 6,0% сухой массы у *Rh. smirnowii* Trautv до 8,6 – 8,9% у *Rh. dauricum* L., *Rh. catawbiense* Michx. и Ветчиновской формы *Rh. luteum* (L.) Sweet. При этом содержание гидропектина в листьях листопадных видов (1,5–1,9%) в 2–3 раза превышало таковое у вечнозеленых видов (0,5–0,8%), при отсутствии заметных различий в этом плане по содержанию протопектина (5,5–8,1%), что обусловило в первом случае заметное сужение соотношения фракций пектиновых веществ до 3,0–4,3 против 9,5–16,0 во втором. Обращает на себя внимание сопоставимость значений данного показателя в молодых и перезимовавших листьях вечнозеленых видов рододендрона.

Как следует из табл.4, содержание растворимых сахаров в молодых листьях большинства тестируемых таксонов *Rhododendron* L. на 11–54% превышало таковое у эталонного вида, при наиболее выразительных различиях у *Rh. brachycarpum* D. Don, а также Минской и Ветчиновской форм *Rh. luteum* (L.) Sweet, тогда как для его Марковской формы, напротив, было показано на 13% меньшее их накопление. При этом у двух видов рододендрона – вечнозеленого *Rh. catawbiense* Michx. и листопадного *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring достоверных различий с *Rh. dauricum* L. по данному признаку, равно как и по соотношению содержания растворимых сахаров и титруемых кислот, выявлено не было. Во всех же остальных случаях величина данного соотношения превышала таковую у эталонного вида на 29–189%.

В отличие от растворимых сахаров, общее содержание пектиновых веществ в молодых листьях тестируемых таксонов рододендрона, особенно у *Rh. smirnowii* Trautv, уступало таковому у *Rh. dauricum* L. на 4–33%, при аналогичном характере различий также в содержании нерастворимого пектина (см. табл.4). Что касается гидропектина, то у всех вечнозеленых видов его содержание было ниже эталонного уровня на 30–45%, тогда как у всех листопадных видов, напротив, превосходило его на 84–127%, при наибольших различиях у *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring.

Спустя примерно 4 мес., в период плодоношения рододендронов, в листьях текущего прироста вечнозеленых видов существенно возросло, по сравнению с периодом вегетации, содержание сухих веществ, достигшее 39,7–46,3%, что указывало на снижение степени оводненности тканей ассимилирующих органов растений, на фоне заметного обеднения их сухой массы свободными органическими кислотами до 3,26–3,80%, аскорбиновой кислотой до 153,6–308,3 мг% и фенолкарбоновыми кислотами до 458,3–2408,3 (таблица 3). Очевидно, за летний период произошла заметная перестройка метаболизма фотосинтезирующих частей растений в направлении активизации

биосинтеза запасяющих веществ разной химической природы, обеспечивающих их успешную перезимовку, что потребовало соответствующего расходования вышеуказанных соединений.

Таблица 3 – Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания органических кислот в сухой массе молодых листьев интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу вегетации, %, май–июнь

Вид	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	-27,5	-6,3	-32,4	-35,8
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	-33,5	-20,2	-16,7	-28,8
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don.	+11,2	-42,9	-51,6	-51,9
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	-26,3	-26,8	–	-21,2
<i>Rh. japonicum</i> (A. Gray) Suring	-14,7	-8,2	–	-4,0
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Минск	-19,9	-15,3	+21,2	-30,2
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Ветчин	–	-47,9	-10,4	-15,7
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Марковское	-9,6	-32,5	+7,7	-26,8

Таблица 4 – Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания углеводов в сухой массе молодых листьев интродуцированных видов *Rhododendron* L. в фазу вегетации, % (май–июнь)

Таксон	Растворимые сахара	Сахаро–кислотный индекс	Гидро–пектин	Прото–пектин	Сумма пектиновых веществ	Прото–пектин/ Гидро–пектин
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	–	–	-32,9	–	-4,1	+46,5
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	+10,6	+35,7	-30,5	-32,7	-32,6	–
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don.	+53,5	+167,9	-39,0	-8,9	-11,7	+49,5
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	+14,8	+57,1	-45,1	-11,0	-14,2	+61,6
<i>Rh. japonicum</i> (A. Gray) Suring	–	–	+126,8	-31,9	-17,4	-69,7
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Минск	+53,5	+78,6	+89,0	-22,7	-12,5	-59,6
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Ветчин	+51,4	+189,3	+97,6	-14,2	-4,0	-56,6
<i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet, Марковское	-13,4	+28,6	+84,1	-23,9	-14,1	-58,6

При этом все тестируемые таксоны рододендрона, за исключением *Rh. fortunei* Lindl., на 9–17% превосходили *Rh. dauricum* L. в содержании в листьях сухих веществ (табл. 5). Заметим, что подобная направленность различий с эталонным видом по данному признаку имела устойчивый характер в период наблюдений лишь у *Rh. brachycarpum* D. Don.

Таблица 5 – Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания органических кислот в сухой массе листьев текущего прироста интродуцированных вечнозеленых видов *Rhododendron* L. в фазу плодоношения, % (октябрь)

Таксон	Сухие вещества	Свободные органические кислоты	Аскорбиновая кислота	Фенолкарбоновые кислоты
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	+16,6	-10,5	-4,1	-45,3
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	+11,6	-14,2	-42,9	-76,1
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don.	+8,8	-5,3	+14,6	-81,0
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	-	-12,6	+6,8	-51,6

Вместе с тем у всех вечнозеленых видов, как и на предыдущих этапах их сезонного развития, наблюдалось отставание от *Rh. dauricum* L. в содержании в листьях свободных органических кислот, но при значительно меньшей степени его выразительности, не превышавшей 5–14%. При этом отставание тестируемых объектов от эталонного вида в содержании в них фенолкарбоновых кислот также имело устойчивый характер на протяжении вегетационного периода, но в отличие от титруемых кислот, оно проявилось намного контрастнее, при относительных размерах данных различий 45–81%, сопоставимых с таковыми в перезимовавших листьях. Заметим, что минимальным их накоплением по-прежнему характеризовался *Rh. brachycarpum* D. Don. Что касается аскорбиновой кислоты, то меньшими, чем у эталонного вида, параметрами ее накопления в ассимилирующих частях были отмечены *Rh. catawbiense* Michx и особенно *Rh. smirnowii* Trautv, тогда как для *Rh. fortunei* Lindl и в большей степени для *Rh. brachycarpum* D. Don, напротив, было показано, более высокое содержание в них витамина С.

Содержание растворимых сахаров в ассимилирующих органах вечнозеленых видов рододендрона на стадии плодоношения варьировалось в таксономическом ряду в диапазоне значений от 8,0 до 19,8% сухой массы, причем изменения параметров их накопления, по сравнению с периодом вегетации, у разных видов имели неоднозначный характер. Так, лишь у *Rh. smirnowii* Trautv. отмечено увеличение содержания сахаров в 1,3 раза, тогда как у *Rh. brachycarpum* D. Don. и полувечнозеленого *Rh. dauricum* L., напротив, имело место его снижение в 1,5–1,8 раза, на фоне отсутствия сколь-либо заметных изменений в этом плане у *Rh. catawbiense* Michx. и *Rh. fortunei* Lindl. Различия сезонной динамики растворимых сахаров у вечнозеленых видов рододендрона, очевидно, обусловлены разными темпами оттока ассимилятов в генеративные органы, а также их расходования на биосинтез запасяющих веществ. При этом у большинства таксонов наблюдалось увеличение значений сахарокислотного индекса листьев текущего прироста в 1,1–1,6 раза и только у *Rh. dauricum* L. и *Rh. brachycarpum* D. Don. – его снижение в 1,3–1,8 раза. Как и в период вегетации, на стадии плодоношения также отмечено превышение эталонного уровня (*Rh. dauricum* L.) содержания растворимых сахаров в листьях текущего прироста вечнозеленых видов рододендрона, а также значений их сахарокислотного индекса (табл.6). Однако относительные размеры данных расходов оказались существенно большими, нежели весной, и достигали соответственно 81–148% и 95–191%.

Таблица 6 – Степень различий с эталонным видом *Rh. dauricum* L. содержания углеводов в сухой массе листьев текущего прироста интродуцированных вечнозеленых видов *Rhododendron* L. в фазу плодоношения, % (октябрь)

Таксон	Растворимые сахара	Сахаро-кислотный индекс	Гидро-пектин	Прото-пектин	Сумма пектиновых веществ	Прото-пектин/ Гидро-пектин
<i>Rh. catawbiense</i> Michx.	+81,2	+104,8	+22,2	+16,1	+16,7	-
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv.	+147,5	+190,5	+22,2	-15,1	-11,8	-33,0
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don.	+85,0	+95,2	+22,2	-7,5	-4,9	-23,6
<i>Rh. fortunei</i> Lindl.	+108,8	+138,1	+22,2	-10,8	-7,8	-31,1

Общее содержание пектиновых веществ, как и их доминирующей фракции – протопектина, в сухой массе листьев текущего прироста вечнозеленых видов рододендрона возросло, по сравнению с периодом вегетации, примерно в 1,3 раза (до 9,0–11,9%), тогда как содержание растворимого пектина увеличилось в 1,8 раза и составило 0,9–1,1%. Последовательная активизация накопления данных углеводов в зимующих ассимилирующих органах растений в течение вегетационного периода, на наш взгляд, обусловлена необходимостью их запаса для поддержания метаболизма в холодное время года. В пользу этого предположения свидетельствует тот факт, что содержание пектинов в перезимовавших листьях ранней весной было примерно вдвое ниже, чем в осенний период.

При этом, как и весной, на данном этапе сезонного развития отмечено отставание на 8–15% большинства вечнозеленых видов рододендрона от *Rh. dauricum* L. в содержании в них нерастворимого пектина, но выраженное в значительно меньшей степени, чем на предыдущем этапе, и лишь в единичном случае – в листьях *Rh. catawbiense* Michx содержание протопектина оказалось выше, чем у эталонного вида, на 16% (см. табл.6). Однако, в отличие от предыдущего этапа сезонного развития, в период плодоношения все тестируемые объекты в равной степени (на 22%) превосходили *Rh. dauricum* L. по содержанию в листьях гидропектина, что в определенной степени нивелировало различия с ним в общем накоплении пектиновых веществ.

Заключение. В результате исследования сезонной динамики накопления ряда органических кислот и углеводов в ассимилирующих органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. установлены отчетливые внутрисезонные и генотипические различия в содержании исследуемых соединений. Показано, что у вечнозеленых видов рододендрона новообразованные листья характеризовались меньшим содержанием сухих веществ и растворимых сахаров, но более высоким содержанием свободных органических, аскорбиновой и фенолкарбоновых кислот, а также пектиновых веществ, особенно протопектина, по сравнению с перезимовавшими листьями. При этом новообразованные листья листопадных видов рододендрона оказались заметно беднее таких вечнозеленых видов титруемыми кислотами и протопектином, но богаче их растворимыми сахарами и фенолкарбоновыми кислотами, особенно витамином С и гидропектином, при сходном содержании в них сухих веществ. На протяжении вегетационного периода наблюдалось существенное обеднение ассимилирующих органов вечнозеленых видов рододендрона растворимыми сахарами, свободными органическими, фенолкарбоновыми и аскорбиновой кислотами, на фоне значительного обогащения их сухими и пектиновыми веществами.

При этом в перезимовавших листьях вечнозеленых видов рододендрона наиболее высоким содержанием сухих веществ характеризовался *Rh. smirnowii* Trautv., титруемых, фенолкарбоновых кислот и гидропектина – *Rh. dauricum* L., аскорбиновой кислоты – *Rh. brachycarpum* D. Don., растворимых сахаров – *Rh. smirnowii* Trautv., протопектина – *Rh. catawbiense* Michx.

В весенний период в молодых листьях прироста текущего года наиболее высоким содержанием сухих веществ характеризовался *Rh. brachycarpum* D. Don., свободных органических и фенолкарбоновых кислот – *Rh. dauricum* L., аскорбиновой кислоты – Минская форма *Rh. luteum* (L.) Sweet, растворимых сахаров – *Rh. brachycarpum* D. Don., а также Минская и Ветчиновская формы *Rh. luteum* (L.) Sweet, гидропектина – *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring, протопектина – *Rh. dauricum* L. и *Rh. catawbiense* Michx.

В осенний период в листьях прироста текущего года наиболее высоким содержанием сухих и пектиновых веществ характеризовался *Rh. catawbiense* Michx., свободных органических и фенолкарбоновых кислот – *Rh. dauricum* L., аскорбиновой кислоты – *Rh. brachycarpum* D. Don., растворимых сахаров – *Rh. smirnowii* Trautv.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по гранту № Б11об–012 (2011–2013гг., № ГР 20115367 от 19.12.2011 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова, М.С. Рододендрон / М.С. Александрова. – М., 1989.
2. ГОСТ 8756.2–82. Методы определения сухих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
3. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – М.: ВО Агропромиздат, 1987.
4. Кондратович, Р.Я. Рододендроны в Латвийской ССР / Р.Я. Кондратович. – Рига, 1981.
5. Мжаванадзе, В.В. Сообщ. АН Груз ССР. / В.В. Мжаванадзе [и др.]. – 1971. – Т. 63, вып. 1. – С. 205–210.

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

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

Summary

The data of comparative research of the maintenance of dry and pectinaceous substances, of some organic acids and soluble sugars in assimilating bodies of Rhododendron L. in the seasonal cycle of development under the conditions of Belarus are resulted in the article. Genotypic distinctions of parameters of accumulation of substances with the highest ability to biosynthesis are revealed. It is shown that at evergreen species of rhododendron in comparison with the wintered leaves the neogenic leaves were characterized by the smaller maintenance of solids and soluble sugars, but higher maintenance of free organic, ascorbic and carbolic acids, and also pectinaceous substances, especially protopectin. Thus neogenic leaves of deciduous species of rhododendron in comparison with evergreen species have appeared much more poorly by titratable acids and protopectin, but richer by soluble sugars, carbolic acids and especially by vitamin C and hydropectin at the similar maintenance in them of solids. Throughout the vegetative period it was observed the essential pauperization of assimilating bodies of evergreen species of rhododendron by soluble sugars, free organic, ascorbic and carbolic acids against considerable enrichment by dry and pectinaceous substances.

© Рупасова Ж.А., Володько И.К., Волотович А.А., Варавина Н.П.,
Криницкая Н.Б., Кудряшова О.А.

Поступила в редакцию 13 марта 2012г.