

УДК 581.1.

РАСТЕНИЯ РОДА *RHODODENDRON* L.: КЛАССИФИКАЦИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, УСТОЙЧИВОСТЬ К СТРЕССОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

© 2018 г. В. М. Катанская, Н. В. Загоскина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева

Российской академии наук

(Москва, Россия)

Представлены сведения о классификации растений рода *Rhododendron* L., их распространении, влиянии на биоценозы, устойчивости к действию широкого спектра биотических и абиотических факторов. Рассмотрены особенности образования вторичных метаболитов, в том числе фенольной природы, обладающих высокой биологической активностью и выступающих в роли низкомолекулярных антиоксидантов в защите клеток от неспецифических стрессовых воздействий. Сообщается об успешном использовании рододендронов в качестве продуцентов фармакологически ценного сырья, активно применяемого в медицине для профилактики и лечения заболеваний различной этиологии. Обсуждаются перспективы использования культур *in vitro* как модельных систем для изучения фенольного метаболизма высших растений, а также поиска подходов к его регуляции. Уделено внимание микроклональному размножению рододендронов и обнаружению в тканях регенерантов новых специфических фенольных соединений, не характерных для интактных растений.

Ключевые слова: *Rhododendron*, рододендроны, классификация, распространение, биологическая активность, фенольные соединения, флавоноиды, стресс-устойчивость, культуры *in vitro*

Род *Rhododendron* L. является крупнейшим в семействе вересковых (*Ericaceae* DC). Он насчитывает более 1200 видов и множество естественных гибридов, представленных вечнозелеными, полувечнозелеными и листопадными кустарниками, реже деревьями (Кондратович, 1981; Александрова, 2001; Володько и др., 2015; Schwery, Onstein, 2015). Благодаря обильному цветению, многообразию форм, окраске цветков и листьев, а также высокому адаптивному потенциалу рододендроны интродуцированы во многих странах мира и успешно используются в озеленении городов. Кроме того, для них характерно образование вторичных метаболитов, в том числе фенольных соединений, которые находят широкое применение в медицине и фармакологии (Дурмишидзе и др., 1981; Кемертелидзе и др., 2007; Минович, Коненки-

на, 2008; Popescu, Kopp, 2013). Значительное видовое разнообразие рододендронов, широкое географическое распространение и биологическая активность представляют большой интерес для ученых и практиков.

Классификация рододендронов

Первые попытки систематизировать рододендроны были предприняты К. Линнеем в 1753 году (Александрова, 1975). В соответствии с предложенной им системой, существовавшей до второй половины XVIII века, вечнозеленые виды относились к роду *Rhododendron* L., а листопадные – к роду *Azalea* L. (Кондратович, 1981; Володько и др., 2015). В дальнейшем ботаники всего мира занимались усовершенствованием этой классификации.

В начале XX века (1920-1930 гг.) широкое распространение получила ботаническая система А. Бальфура, согласно которой все виды рододендронов были разделены на 44 серии по морфологическим признакам (форме и раз-

мерам листовой пластинки, окраске цветков, размерам чашечки и др.) (Stevenson, 1947; Philipson, 1973). В 1956 году А. Редер, основываясь на результатах работ Бальфура и Стивенсона, предложил более детальную и точную классификацию рододендронов, выделив четыре подрода, разделенные на секции, подсекции и серии (Rehder, 1956). Подобное четырехступенчатое соподчинение таксонов до сих пор используется в научной литературе (Кондратович, 1981; Chamberlain et al., 1996; Goetsch et al., 2005).

В настоящее время работа по систематике рододендронов проводится с привлечением методов ДНК-анализа, позволяющего установить сложные филогенетические связи как внутри рода, так и между более крупными таксономическими группами (Kron et al., 2002; Schwery, Onstein, 2015). Согласно одной из наиболее распространенных ботанических систем, базирующихся на результатах молекулярно-генетических исследований, род *Rhododendron* L. делится на восемь подродов (*Azaleastrum*, *Hymenanthes*, *Pentanthera*, *Rhododendron*, *Tsutsusi*, *Candidastrum*, *Mumeazalea*, *Therorhodion*), формирующих как моно-, так и полифилиетические группы (Goetsch et al., 2005; Schwery, Onstein, 2015).

Российскими исследователями для рода *Rhododendron* L. широко используется классификация, в основе которой лежит такой важный анатомо-морфологический признак как тип опушения побегов (Hoff, 1954). В соответствии с ней рододендроны делятся на три группы: чешуйчатые, входящие в подрод *Rhododendron*, клочковато-волосистые, относящиеся к подроду *Hymenanthes*, и бахромчато-волосистые, принадлежащие к двум крупным подродам *Pentanthera* и *Tsutsusi*, а также к минорным группам *Azaleastrum*, *Mumeazalea*, *Candidastrum* (Тахтаджян, 1966; Кондратович, 1981; Hoff, 1954; Sosnovsky et al., 2017).

Распространение рододендронов

Центром происхождения большинства известных представителей рода *Rhododendron* L. является Восточная Азия. Однако наиболее широкое распространение они получили в северном полушарии, преимущественно в зонах умеренного климата (Александрова, 2001; Рупасова и др., 2013). В настоящее время принято выделять семь основных областей географического распространения рододендронов: Дальний Восток, Гималаи, Китай, Япония, Малайский архипелаг, Северная Америка. В Европе встречаются около 10-15 дико-

растущих видов, произрастающих в Альпах, Пиренеях и Скандинавии (Кондратович, 1981; Александрова, 2001). Флора России представлена рододендронами, распространенными в Сибири (*Rh. adamsii* Rehd., *Rh. aureum* Georgi, *Rh. ledebourii* Pojark., *Rh. dauricum* L.), на Дальнем Востоке (*Rh. fauriei* Franch., *Rh. camtschiticum* Pall., *Rh. mucronulatum* Turcz., *Rh. sichotense* Pojark., *Rh. schlippenbachii* Maxim.) и Кавказе (*Rh. caucasicum* Pall., *Rh. luteum* Sweet, *Rh. smirnowii* Trautv., *Rh. ungerii* Trautv.) (Куренцова, 1968; Кондратович, 1981; Александрова, 2001).

Естественной средой обитания рододендронов являются горные районы с умеренным и холодным климатом, кислой, хорошо дренированной почвой, повышенной влажностью воздуха и высоким уровнем УФ-радиации (Кондратович, 1981; Lipscomb, Nilsen, 1990; Александрова, 2001). Как правило, они произрастают в подлеске под пологом лиственных, смешанных и хвойных древостоев, реже – на открытых местах (Володько и др., 2015). Некоторые виды (*Rh. canadense* (L.) Torr., *Rh. viscosum* (L.) Torr.) могут заселять обширные районы сфагновых болот, тогда как на равнинах и низменностях они практически не встречаются (Кондратович, 1981; Rotherham, 2005; Рупасова и др., 2013).

Растения рода *Rhododendron* L. формируют тесные симбиотические сообщества с эндотрофной микоризой эрикоидного типа и весьма требовательны к почвенным условиям. Их корневая система компактна и располагается в верхнем грунтовом горизонте, поэтому для ее нормального развития необходим рыхлый, аэрированный субстрат с кислотностью, лежащей в пределах 4,5-5,5 (Кондратович, 1981; Read, 1983; Wang et al., 2017).

Диапазон требований к световому режиму у рододендронов весьма широк. Некоторые виды растут при полном солнечном освещении, другие – способны формировать подлесок или развиваться как эпифиты в условиях полутени. В редких случаях рододендроны могут произрастать в нижнем ярусе лесов с плотным древостоем и крайне низкой освещенностью (Володько и др., 2015).

Большое внимание исследователей вызывает влияние рододендронов на биоценозы, конкурентные взаимоотношения инвазивных видов в растительных сообществах (Александрова, 1983; Lipscomb, Nilsen, 1990; Rotherham, 2005). Было показано, что *Rh. aureum* в экосистемах горных районов Китая формирует уни-

РАСТЕНИЯ РОДА RHODODENDRON L.:

кальную структуру почвенного микробиома, характеризующуюся значительным разнообразием азотфиксирующих бактерий, а также высоким уровнем активности некоторых почвенных ферментов (Wang et al., 2017). Будучи при этом устойчивым к большинству патогенных микроорганизмов, он вызывает серьезную межвидовую конкуренцию в альпийских растительных сообществах.

Биологически активные соединения рододендронов

Для растений рода *Rhododendron* L. характерно образование различных вторичных метаболитов, таких как алкалоиды, терпеноиды и фенольные соединения (Дурмишидзе и др., 1981; Мирович, Коненкина, 2008; Kiruba et al., 2011; Qiang et al., 2011; Zhang et al., 2018). Все эти вещества проявляют высокую биологическую активность и успешно применяются в медицине (Куркин, 2007; Carocho, Ferreira, 2013). О том, что экстракты, препараты или индивидуальные соединения, полученные из тканей рододендронов, широко используются в фармакологических целях для профилактики и лечения заболеваний различной этиологии неоднократно сообщалось в литературе (Takahashi et al., 2001; Cao et al., 2004; Кемертелидзе и др., 2007; Prakash et al., 2007; Popescu, Kopp, 2013).

Фенольные соединения являются одними из наиболее распространенных в тканях высших растений представителей вторичного метаболизма (Запрометов, 1996; Cheynier et al., 2013). Они характеризуются способностью взаимодействовать с белками, комплексообразованием с ионами металлов, легкой окисляемостью с образованием промежуточных продуктов типа семихиноновых радикалов или ортохинонов (Запрометов, 1993; Тараховский и др., 2013; Gill, Tuteja, 2010). Функциональная роль фенольных соединений в растительных тканях связана с процессами фотосинтеза и дыхания, фототропизма, защиты фотосинтетического и генетического аппарата клеток от действия УФ-излучения, стрессовых воздействий абиотической и биотической природы (Запрометов, 1996; Winkel-Shirley, 2002; Олениченко и др., 2006; Соловченко, Мерзляк, 2008; Bedetti et al., 2014; Heleno et al., 2015; Chezem, Clay, 2016). Они способны защищать клетки от действия активных форм кислорода, таких как супероксидный анион-радикал ($O_2^{\cdot-}$), гидропероксидный радикал (HO_2^{\cdot}), гидроксил-радикал (HO^{\cdot}), пероксид водорода (H_2O_2) и синглетный кислород (1O_2), иницирующих окислительный стресс (Gill, Tuteja, 2010; Колупаев и др., 2011;

Тараховский и др., 2013). Наиболее эффективными антиоксидантами фенольной природы являются широко распространенные в растительных тканях флавоноиды (Запрометов, 1993; Вольнец, 2014). Их активность обусловлена неспецифическими окислительно-восстановительными реакциями за счет непосредственного взаимодействия со свободными радикалами (Blokhina et al., 2003; Меньщикова и др., 2006).

Для растений рода *Rhododendron* L. характерно образование различных соединений фенольной природы. Так, в ранних исследованиях Д. Харборна и К. Уильямса в листьях 20 видов рододендронов были идентифицированы кверцетин, мирицетин, азалеатин, кариатин, гидроксихиноны, галловая, кофейная, *n*- и *o*-кумаровые кислоты (Harborne, Williams, 1971). Согласно современным данным, наиболее распространенными представителями фенольных соединений являются протокатеховая, хлорогеновая и галловая кислоты, тогда как кофейная и эллаговая – видоспецифичны (Prakash et al., 2007). Среди флавоноидов у большинства представителей рода *Rhododendron* L. были обнаружены гиперозид, авикулярин и кверцетин, тогда как кемпферол и рутин встречались значительно реже (Prakash et al., 2007; Olennikov, Tankhaeva, 2010). Сообщалось также о наличии в их тканях различных 3-О-галактозидов, 3-О-рамнозидов и 3-О-арабинозидов кверцетина, кемпферола и мирицетина (Mok, Lee, 2013; Liang et al., 2014; Караулов и др., 2018). Кроме того, в побегах некоторых видов рододендронов были идентифицированы 3-О-арабинозид дигидрокверцетина, 3-О-галактозид госсипетина (Mok, Lee, 2013; Liang et al., 2014; Shrestha et al., 2017). В редких случаях сообщалось об образовании 3-О-ксилозид кверцетина, изокверцитрин, лютеолин и изорамнетин (Shrestha et al., 2017).

Известно, что накопление полифенолов и их состав зависят как от видовой принадлежности растений, так и от специфики исследуемых органов (Запрометов, 1996; Cheynier et al., 2013). Так, в листьях *Rh. simsii* был обнаружен флавонон маттеуцинол, крайне редко встречающийся в тканях высших растений (Takahashi et al., 2001). В листьях *Rh. ellipticum* идентифицировали такие флавоноиды как гиперин, мирицетин и мирицитрин, а у *Rh. ferrugineum* – два специфичных дигидрофлавонола – *транс*- и *цис*-таксифолины (Chosson et al., 1998; Lamichhane et al., 2014). Для цветков *Rh. arboretum* характерно образование кверцетина, ру-

тина и кумаровых кислот, а *Rh. ferrugineum* обладал способностью к синтезу флорацетофенонов (Chosson et al., 1998; Swaroop et al., 2005).

Рядом авторов сообщалось о способности некоторых рододендронов к образованию редких, видоспецифичных метаболитов фенольной природы. Так, в побегах *Rh. lepidotum* были впервые обнаружены необычные гликозиды кумарина – родонин и родонетин, а в листьях *Rh. latoucheae* – родолатоузиды А и В, относящиеся к группе иридоидов (Fan et al., 2001; Shrestha et al., 2017).

Интересен и эколого-географический аспект в отношении образования фенольных соединений в рододендронах. В частности, в листьях *Rh. parvifolium* Adams, произрастающего в Иркутской области, идентифицированы кверцетин, кемпферол, гиперозид, авикулярин, пентозиды дигидрокверцетина и кверцетина, а также дезоксигексозид дигидрокверцетина (Караулов и др., 2018). При этом популяции, произрастающие на гольцах и щебнистых субстратах, отличались от популяций, растущих на сфагновых болотах, повышенным содержанием флавоноидов, в том числе кверцетина, кемпферола, а также гликозидов дигидрокверцетина, мирицетина и кверцетина.

Устойчивость рододендронов к стрессовым воздействиям

В результате длительной эволюционной адаптации и относительной изоляции эндемичные рододендроны сформировали значительную устойчивость к широкому спектру абиотических и биотических стрессовых факторов (Володько и др., 2015; Zhou et al., 2017).

Растения рода *Rhododendron* L. устойчивы к действию низких температур. В значительной степени это касается вечнозеленых видов, произрастающих в умеренных широтах и обладающих высокой способностью к холодной акклиматизации (Кондратович, 1981). В то же время белорусские исследователи показали, что в зимней период листопадные виды проявляли более высокую устойчивость к низким температурам по сравнению с вечнозелеными, согласно данным по феноритмике их сезонного развития (Володько и др., 2012).

Полигенная природа процесса холодной акклиматизации растений заключается в изменении протеома, степени гидратации тканей, проницаемости клеточных мембран, осуществлении термонастижных движений, а также повышении содержания и активности высоко- и низкомолекулярных антиоксидантов, к числу которых относятся и фенольные соединения

(Renaut et al., 2006; Nilsen et al., 2014; Die et al., 2017). Исследование рододендронов с различной степенью морозостойкости и способности к индуцированному холодом скручиванию листьев (термонастиям), позволило выявить определенные механизмы их устойчивости к действию низких температур. Так, сравнение активности 4-кумарат СоА-лигазы, участвующей в метаболизме фенилпропаноидов, и целлюлозосинтазы, участвующей в образовании клеточной стенки, в побегах вечнозеленых видов рододендронов, показало, что у способного к термонастиям *Rh. cataewbiense*, она была в 5-6 раз выше по сравнению с *Rh. ponticum* (Wang et al., 2008; Die et al., 2017). Такая тенденция может указывать на существенное ремоделирование клеточной стенки и усиление ее лигнификации и суберинизации в ответ на холодовое воздействие, что создает барьер против дегидратационного стресса растительных тканей.

Сообщалось об изменениях в содержании и составе фенольных соединений в листьях рододендронов в зимний период (Рупасова и др., 2012). У *Rh. dauricum* и *Rh. catawbiense* это проявлялось в накоплении антоцианов, у *Rh. brachycarpum* и *Rh. fortunei* – флавонолов, у *Rh. smirnowii* – фенолкарбоновых кислот. Все это свидетельствует о видоспецифичной реакции рододендронов на стрессовое воздействие.

Фенольные соединения играют важную роль в защите растений от действия патогенов (Запрометов, 1996). Рядом авторов сообщается о высокой устойчивости рододендронов к фитофагам. Было показано, что поражение адаксиальной и абаксиальной эпидермы листьев *Rh. simsii* оранжевым трипсом *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) зависело от содержания в тканях фенольных соединений и количества секреторных структур (бахромчатых волосков и железок) – мест локализации этих вторичных метаболитов (Scott-Brown et al., 2016; Demarco, 2017).

Значительное накопление фенольных соединений, флавоноидов или халконов в кутикуле и эпидермисе листьев является одним из наиболее эффективных механизмов защиты фотосинтезирующих тканей от УФ-В радиации (Turunen, Latola, 2005; Соловченко, Мерзляк, 2008). Судя по литературным данным, рододендроны значительно отличаются по устойчивости к ее действию. Так, *Rh. maximum* проявлял большую чувствительность к УФ-В радиации по сравнению с *Rh. periclymenoides* (Lipscomb, Nilsen, 1990). При адаптации *Rh. aureum* Georgi, произрастающего в Южной Якутии, к

РАСТЕНИЯ РОДА RHODODENDRON L.:

условиям высокогорья в листьях повышалось содержание флавоноидов, в том числе антоцианов и флаванов (катехинов и проантоцианидинов) (Зайцева, Погуляева, 2016).

Рододендроны, являясь гипераккумуляторами тяжелых металлов, могут произрастать на территориях, загрязненных токсичными поллютантами, а также использоваться для озеленения крупных промышленных городов с высоким уровнем атмосферного углекислого газа (Yanqun et al., 2004). Они могут выполнять роль фиторемедиаторов в отношении кадмия и свинца, благодаря функционированию механизмов селективного поглощения ионов, их иммобилизации и компартментации в тканях и органах растений (Yanqun et al., 2004; Leung et al., 2013; Emenike et al., 2018).

Все это свидетельствует о том, что рододендроны могут успешно использоваться в качестве модельных объектов исследования толерантности высших растений к действию абиотических, биотических и антропогенных факторов. Кроме того, изучение физиологических, биохимических и молекулярно-генетических механизмов их жизнедеятельности позволит выявить перспективные виды для решения многих научно-практических задач.

Использование биологически активных соединений рододендронов в медицине

Рододендроны привлекают внимание исследователей в качестве продуцентов биологически активных вторичных метаболитов, обладающих широким спектром фармакологического действия и успешно применяемых для профилактики и лечения заболеваний различной этиологии (Takahashi et al., 2001; Cao et al., 2004; Кемертелидзе и др., 2007; Prakash et al., 2007).

Сообщалось о значительной противовоспалительной активности эфирных масел и флавоноидов (в частности, рутина и таксифолина), выделенных из некоторых видов рододендронов, против каррагинан-, простагландин- и гистамининдуцированных отеков у подопытных животных в условиях *in vivo* по сравнению с широко используемым в терапии индаметацином (Verma et al., 2010; Popescu, Корп, 2013). Причем более выраженный эффект отмечался при хронической фазе заболевания.

Спиртовые и водные экстракты листьев и плодов рододендронов, содержащие нарингенин, таксифолин, мирицетин, а также гликозидные производные дигидро-*n*-кумаровой кислоты, проявляют высокую антибактериальную активность в отношении штаммов как

граммположительных (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus aquimaris*, *Bacillus thioeparus*, *Clavibacter michiganensis*) так и грамотрицательных (*Escherichia coli*) бактерий (Popescu, Корп, 2013; Grimbs et al., 2017).

Одним из активно развивающихся направлений фармакогнозии является поиск растений – продуцентов вторичных метаболитов, проявляющих цитотоксическую активность. Согласно имеющимся в литературе данным, из цветков *Rh. molle* были выделены специфические дитерпеноиды, такие как родояпонин, граянотоксин а также редкий высокоацилированный секродомолдолоид В, проявляющие селективное цитотоксическое действие против клеток гепатомы (Popescu, Корп, 2013). Урсоловая кислота и циннамтаннин D1 (тример проантоцианидина А-типа), выделенные из листьев *Rh. formosanum*, обладают значительной противоопухолевой активностью, вызывая индукцию аутофагии в клетках немелкоклеточной карциномы легкого (Way et al., 2018).

В клинических и лабораторных исследованиях экстракты *Rh. ponticum*, *Rh. luteum* продемонстрировали выраженный анальгетический эффект, проявляющийся за счет ингибирования ацетилхолинэстеразы, в терапии болезни Альцгеймера, патогенез которой связан с дефицитом в головном мозге нейромедиатора ацетилхолина и сопровождается сильными болями (Mukherjee et al., 2007; Popescu, Корп, 2013; Lai et al., 2016).

Рядом авторов сообщалось о кардио- и гепатопротекторной роли фенольных соединений, а также об их иммуномодулирующем, противовирусном действии (Popescu, Корп, 2013; Cheng et al., 2017; Parcha et al., 2017). Комплекс флавонов, выделенных из тканей *Rh. simsii*, оказывал положительный эффект при лечении постинфарктной дисфункции сердца, уменьшая гипертрофию кардиомиоцитов и интерстициальный фиброз (Cheng et al., 2017).

Рододендроны в условиях *in vitro* и перспективы их использования

Одним из активно развивающихся направлений современной науки является введение растительных тканей в культуру *in vitro* и использование ее в качестве модельной системы для изучения метаболических процессов и устойчивости к стрессовым воздействиям (Бутенко, 1999; Nosov, 2012). При этом не раз сообщалось о сложности введения рододендронов в культуру *in vitro*, связанной с низкой скоростью роста полученных тканей и их жизнеспособностью (Valero-Aracama et al., 2001; Том-

sone, Gertnere, 2003). По мнению многих авторов, это может быть обусловлено высоким содержанием фенольных соединений в исходных эксплантах, которые выделяются в среду культивирования и подавляют рост и пролиферацию клеток (Васильева, Александрова, 2005; Zhou, Chen, 2009).

В настоящее время достигнуты значительные успехи в получении каллусных культур и растений-регенерантов рододендронов, а также оптимизации условий их культивирования и последующей адаптации (Tomson, Gertnere, 2003; Eeckhaut et al., 2010; Зайцева, Новикова, 2015). Однако сведения об их способности к накоплению полифенолов в литературе немногочисленны (Zhou, Chen, 2009; Bagratishvili, Jikia, 2015; Jesionek et al., 2017).

Наши исследования показали, что микропобеги листопадного *Rh. japonicum* (Gray) Suring, полувечнозеленого *Rh. ledebourii* Pojark и вечнозеленого *Rh. smirnowii* Trautv., полученные в результате клонального микроразмножения и культивируемые *in vitro*, сохраняют способность к образованию различных соединений фенольной природы (Костина, 2009). Однако, в большинстве случаев их уровень был на 35-40% ниже по сравнению с интактным растением. При этом в микропобегах рододендронов отмечалась тенденция к снижению содержания флавоноидов на фоне увеличения фенолпропаноидов.

Интересен и тот факт, что в тканях растений-регенерантов происходило образование новых фенольных соединений, не характерных для интактных растений. Например, в микропобегах *Rh. smirnowii* был идентифицирован акацетин-7-О-рутинозид, а также ряд проантоцианидинов не свойственных тканям интактных растений (Костина, 2009). О том, что введение в культуру *in vitro* может сопровождаться образованием не характерных для исходных эксплантов метаболитов сообщалось и другими авторами (Nosov, 2012).

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что растения рода *Rhododendron* L. являются перспективным объектом для изучения фенольного метаболизма и поиска подходов к его регуляции в условиях *in vivo* и *in vitro*, что имеет важное фундаментальное и практическое значение.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова М.С. 1983. О значении средообразующей способности кавказских рододендронов для их интродукции. Древесные растения в при-

роде и культуре. Москва : 77-83. (Aleksandrova M.S. 1983. In: Woody plants in nature and culture (Drevesnyye rasteniya v prirode i kul'ture). Moscow : 77-83.)

Александрова М.С. 1975. Рододендроны природной флоры СССР. Москва : 112 с. (Aleksandrova M.S. Rhododendrons of the USSR natural flora (Rododendrony prirodnoy flory SSSR). Moscow : 112 p.)

Александрова М.С. 2001. Рододендроны. Москва : 192 с. (Aleksandrova M.S. 2001. Rhododendrons (Rododendrony). Moscow : 192 p.)

Бутенко Р.Г. 1999. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. Москва : 160 с. (Butenko R.G. 1999. Biology of cells of higher plants in vitro and biotechnologies based on them (Biologiya kletok vysshikh rastenii *in vitro* i biotekhnologii na ikh osnove). Moscow: 160 p.)

Васильева О.Г., Александрова М.С. 2005. Биологические особенности клонального размножения и регенерация интродуцированных видов рододендронов в условиях *in vitro*. Бюл. ГБС. 189 : 252-259. (Vasil'yeva O.G., Aleksandrova M.S. 2005. Biologicheskiye osobennosti klonal'nogo razmnozheniya i regeneratsiya introdutsirovannykh vidov rododendronov v usloviyakh *in vitro*. Byulleten' GBS. 189 : 252-259.)

Володько И.К., Гулис А.Л., Рупасова Ж.А. 2012. Основные итоги интродукционных исследований с листопадными и вечнозелеными видами *Rhododendron* в условиях Беларуси. Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 4 (70) : 37-41. (Volodko I.K., Gulis A.L., Rupasova Zh.A. 2012. The main findings of introduction studies with deciduous and evergreen *Rhododendron* L. in Belarus. Vestnik Vitebskogo Gos. Universiteta. 4 (70) : 37-41.)

Володько И.К., Рупасова Ж.А., Титок В.В. 2015. Эколого-биологические основы интродукции рододендронов (*Rhododendron* L.) в условиях Беларуси. Минск : 269 с. (Volod'ko I.K., Rupasova Zh.A., Titok V.V. 2015. Ecological and biological basis of the introduction of rhododendrons (*Rhododendron* L.) in the conditions of Belarus. (Ekologo-biologicheskiye osnovy introduktsii rododendronov (*Rhododendron* L.) v usloviyakh Belarusi). Minsk : 269 p.)

Вольнец А. 2014. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск : 283 с. (Volynets A. 2014. Phenolic compounds in plant life. (Fenol'nyye soyedineniya v zhiznedeyatel'nosti rasteniy). Minsk : 283 p.)

Дурмишидзе С.В., Шалашвили А.Г., Мжаванадзе В.В., Циклаури Г.Ч. 1981. Флавоноиды и оксикоричные кислоты некоторых представителей дикорастущей флоры Грузии. Тбилиси : 197 с. (Durmishidze S.V., Shalashvili A.G., Mzhavanadze V.V., Tsiklauri G.Ch. 1981. Flavonoids and hydroxycinnamic acids of some representatives of the

РАСТЕНИЯ РОДА RHODODENDRON L.:

- wild flora of Georgia. (Flavonoidy i oksikoricnyye kisloty nekotorykh predstaviteley dikorastushchey flory Gruzii). Tbilisi : 197 p.)
- Зайцева Ю.Г., Новикова Т.И. 2015. Сохранение и размножение *Rhododendron schlippenbachii* с использованием методов биотехнологии. Растительный мир Азиатской России. 4 (20) : 79-85. (Zaytseva Yu.G., Novikova T.I. 2015. Conservation and propagation of *Rhododendron schlippenbachii* using biotechnological methods. Plant Life of Asian Russia. (Rastitel'nyy Mir Aziatskoy Rossii). 4 (20): 79-85.)
- Запрометов М.Н. 1993. Фенольные соединения. Москва : 271 с. (Zaprometov M.N. 1993. Phenolic compounds. (Fenol'nyye soyedineniya). Moscow : 271 p.)
- Запрометов М.Н. 1996. Фенольные соединения и их роль в жизни растений. LVI Тимирязевские чтения. Москва : 45 с. (Zaprometov M.N. 1996. Phenolic compounds and their role in plant life. (Fenol'nyye soyedineniya i ikh rol' v zhizni rasteniy. LVI Timiryazevskiy chteniya). Moscow : 45 p.)
- Каракулов А.В., Карпова Е.А., Васильев В.Г. 2018. Эколого-географическая изменчивость морфометрических показателей и состава флавоноидов *Rhododendron parvifolium*. Turczaninowia. 21 (2) : 133-144. (Karakulov A.V., Karpova Ye.A., Vasiliev V.G. 2018. Ecological and geographical variation of morphometric parameters and flavonoid composition of *Rhododendron parvifolium*. Turczaninowia. 21 (2) : 133-144.)
- Кемертелидзе Э.П., Шалашвили К.Г., Корсантия Б.М., Нишарадзе Н.О., Чипашвили Н.Ш. 2007. Фенольные соединения листьев *Rhododendron ungerii* и их терапевтическое действие. Химико-фармацевтический журнал. 41 (1) : 10-13. (Kemertelidze E.P., Shalashvili K.G., Korstantia B.M., Nizharadze N.O., Chipashvili N.Sh. 2007. Therapeutic effect of phenolic compounds isolated from *Rhododendron ungerii* leaves. Pharm. Chem. Journal. (Khimiko-farmatsevticheskij Zhurnal). 41 (1) : 10-13.)
- Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В., Обозный А.И. 2011. Антиоксидантная система растений: участие в клеточной сигнализации и адаптации к действию стрессоров. Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. 1 (22) : 6-34. (Kolupaev Yu.E., Karpets Yu.V., Obozny A.I. Antioxidant system of plants: participation in cellular signaling and adaptation to the action of stressors. Bull. Kharkiv. Natl. Agrar. Univ. Ser. Biology. (Visnyk Kharkiv. Natsional. Agram. Univer. Ser. Biologiya). 1 (22) : 6-34.)
- Кондратович Р.Я. 1981. Рододендроны в Латвийской ССР. Рига : 330 с. (Konratovich R.Ya. 1981. Rhododendrons in the Latvian SSR. (Rododendrony v latviyskoy SSR). Riga : 330 p.)
- Костина В.М. 2009. Особенности фенольного метаболизма растений рода *Rhododendron* L. *in vivo* и *in vitro*. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. Москва : 22 с. (Kostina V.M. 2009. Features of phenolic metabolism of plants of the genus *Rhododendron* L. *in vivo* and *in vitro*. (Osobennosti fenol'nogo metabolizma rasteniy roda *Rhododendron* L. *in vivo* i *in vitro*). PhD Thesis. Moscow : 22 p.)
- Куренцова Г.Э. 1968. Реликтовые растения Приморья. Ленинград : 71 с. (Kurentsova G.E. 1968. Relict plants of Primorye. (Reliktovyye rasteniya Primor'ya). Leningrad : 71 p.)
- Куркин В. А. 2007. Фармакогнозия. Самара : 1239 с. (Kurkin V. A. 2007. Pharmacognosy (Farmakognoziya). Samara : 1239 p.)
- Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К., Бондарь И.А., Круговых Н.Ф., Труфакин В.А. 2006. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. Москва : 556 с. (Men'shchikova Ye.B., Lankin V.Z., Zenkov N.K., Bondar' I.A., Krugovykh N.F., Trufakin V.A. 2006. Oxidative stress. Prooxidants and Antioxidants. (Okislitel'nyy stress. Proksidanty i antioksidanty). Moscow : 556 p.)
- Мирович В.М., Коненкина Т.А., Федосеева Г.М. 2008. Компонентный состав эфирного масла рододендронов Адамса и мелколистного, произрастающих в Восточной Сибири. Сибирский мед. журнал. 1 : 79-82. (Mirovich V.M., Konenkina T.A., Fedoseyeva G.M. 2008. Qualitative structure of essential oil *Rhododendron adamsii* and *Rh. parvifolium*, growing in East Siberia. Sib. Med. J. (Sibirskiy Meditsinskiy Zhurnal). 1 : 79-82.)
- Олениченко Н.А., Осипов В.И., Загоскина Н.В. 2006. Фенольный комплекс листьев озимой пшеницы и его изменение в процессе низкотемпературной адаптации растений. Физиология растений. 53 (4) : 554-559. (Olenichenko N.A., Zagoskina N.V., Ossipov V.I. 2006. Effect of cold hardening on the phenolic complex of winter wheat leaves. Russ. J. Plant Physiol. (Fiziologiya Rastenii). 53 (4) : 495-500.)
- Рупасова Ж.А., Володько И.К., Волтович А.А., Василевская Т.И., Криницкая Н.Б., Кудряшова О.А. 2012. Особенности сезонного накопления фенольных соединений в ассимилирующих органах вечнозеленых и листопадных видов *Rhododendron* L. при интродукции в условиях Беларуси. Вестн. нац. акад. наук Беларуси. Серия биологическая. 3 : 5-10. (Rupasova J.A., Volodko I.K., Voltovich A.A., Vasileuskaya T.I., Krynskaya N.B., Kudryashova O.A. 2012. The features of seasonal accumulation of phenolic compounds in the assimilation organs of evergreen and deciduous *Rhododendron* species at introduction in Belarus. Vestnik Nats. Akad. Nauk Belarusi. Ser. Biol. 3 : 5-10.)
- Рупасова Ж.А., Володько И.К., Гончарова Л. 2013. Рододендроны Беларуси. Минск : 308 с. (Rupasova Zh.A., Volod'ko I.K., Goncharova L. 2013. Rhododendrons of Belarus (Rododendrony Belarusi). Minsk : 308 p.)

- Соловченко А.Е., Мерзляк М.Н. 2008. Экранирование видимого и УФ излучения как механизм фотозащиты у растений. Физиология растений. 55 (6) : 803-822. (Solovchenko A.E., Merzlyak M.N. Screening of visible and UV radiation as a photoprotective mechanism in plants. Russ. J. Plant Physiol. (Fiziologiya Rastenii). 55 (6) : 719.)
- Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музафаров Е.Н. 2013. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Москва : 308 с. (Tarakhovskiy Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov B.S., Muzafarov Ye.N. 2013. Flavonoids: Biochemistry, Biophysics, Medicine). Flavonoidy: biokhimiya, biofizika, meditsina. Moscow : 308 p.)
- Тахтаджян А.Л. 1966. Система и филогения цветковых растений. Москва : 611 с. (Takhtadzhyan A.L. 1966. System and phylogeny of flowering plants. (Sistema i filogeniya tsvetkovykh rasteniy). Moscow : 611 p.)
- Bagrashvili D., Jikia R. 2015. Formation of phenolic compounds in callus culture from *Rhododendron Caucasicum* Pall. and influence of hormonal effectors on the process. Bull. Georg. Nat. Acad. Sci. 9 (2) : 105-109.
- Bedetti C.S., Modolo L.V., Isaias R.M. 2014. The role of phenolics in the control of auxin in galls of *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) MacBr (Fabaceae: Mimosoideae). Biochemical Systematics and Ecology. 55 : 53-59.
- Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Ann. Bot. 91 : 179-194.
- Cao Y.H., Chu Q.C., Ye J.N. 2004. Chromatographic and electrophoretic methods for pharmaceutically active compounds in *Rhododendron dauricum*. J. Chromat. B-anal. Tech. Biomed. Life Sci. 812 : 231-240.
- Carocho M., Ferreira I. 2013. The role of phenolic compounds in the fight against cancer – a review. Anti-Cancer Ag. Med. Chem. 13 (8) : 1236-1258.
- Chamberlain D., Hyam R., Argent G., Fairweather G., Walter K.S. 1996. The genus *Rhododendron*: its classification and synonymy. Edinburgh : 181 p.
- Cheng X., Zhang J., Chen Z. 2017. Effects of Total Flavone from *Rhododendron simsii* Planch. Flower on Postischemic Cardiac Dysfunction and Cardiac Remodeling in Rats. Evidence-Based Comp. and Alternative Med. 2017 : 1-9.
- Cheyrier V., Comte G., Davis K.M., Lattanzio V., Martens S. 2013. Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. Plant Physiol. Biochem. 72 : 1-20.
- Chezem W.R., Clay N.K. 2016. Regulation of plant secondary metabolism and associated specialized cell development by MYBs and bHLHs. Phytochemistry. 131 : 26-43.
- Chosson E., Chaboud A., Chulia A., Raynaud J. 1998. A phloracetophenone glucoside from *Rhododendron ferrugineum*. Phytochemistry. 47 : 87-88.
- Demarco D. 2017. Histochemical analysis of plant secretory structures. Histochem. of Single Molecules. 1560 : 313-330.
- Die J.V., Arora R., Rowland L.J. 2017. Proteome dynamics of cold-acclimating *Rhododendron* species contrasting in their freezing tolerance and thermotaxis behavior. PLoS One. 12 (5) : 1-17.
- Eeckhaut T., Janssens K., Keyser De E. 2010. Micropropagation of rhododendron. Methods in Molecular Biology. 589 : 141-152.
- Emenike C.U., Jayanthi B., Agamuthu P., Fauziah S.H. 2018. Biotransformation and removal of heavy metals: a review of phytoremediation and microbial remediation assessment on contaminated soil. Environ. Rev. 26 (2) : 156-168.
- Fan C., Zhao W., Ding B., Qin G. 2001. Constituents from the leaves of *Rhododendron latoucheae*. Fitoterapia. 72(4) : 449-452.
- Gill S.S., Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiol. Biochem. 48 (12) : 909-930.
- Grimbs A., Shrestha A., Rezk A.S., Grimbs S., Haakeem S.I., Schepker H., Hütt M.-T., Albach D.C., Brix K., Kuhnert N., Ullrich M.S. 2017. Bioactivity in *Rhododendron*: a systemic analysis of antimicrobial and cytotoxic activities and their phylogenetic and phytochemical origins. Front Plant Sci. 8 : 551-558.
- Goetsch L., Eckert J.A., Hall D.B. 2005. The Molecular Systematics of *Rhododendron* (Ericaceae): A Phylogeny Based Upon RPB2 Gene Sequences. Systematic Botany. 30 (3) : 616-626.
- Harborne J., Williams C. 1971. Leaf survey of flavonoids and simple phenols in the genus *Rhododendron*. Phytochemistry. 10 (11) : 2727-2744.
- Heleno S.A., Martins A., Queiroz M.J.R., Ferreira I.C. 2015. Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. Food Chemistry. 173 : 501-513.
- Hoff A. 1954. Zur Stammaesentwicklung der Gattung Rhodoendron. DRG Jahrbuch. Bremen : 42-55.
- Jesionek A., Kokotkiewicz A., Wlodarska P., Zabiegala B., Bucinski A., Luczkiewicz M. 2017. Bioreactor shoot cultures of *Rhododendron tomentosum* (*Ledum palustre*) for a large-scale production of bioactive volatile compounds. Plant Cell Tissue Organ Cult. 131 (1) : 51-64.
- Kiruba S., Mahesh M., Nisha S., Miller P., Jeeva S. 2011. Phytochemical analysis of the flower extracts of *Rhododendron arboreum* Sm. ssp. nilagiricum (Zenker) Tagg. Asian Pacific J. Tropical Biomed. 1 (2) : 284-286.

РАСТЕНИЯ РОДА *RHODODENDRON* L.:

- Kron K.A., Judd W.S., Stevens P.F., Crayn D.M., Anderberg A.A., Gadek P.A., Quinn C.J., Luteyn J.L. 2002. Phylogenetic classification of *Ericaceae*: Molecular and morphological evidence. *The Bot. Rev.* 68 (3) : 335-423.
- Lai Y., Zeng H., He M., Qian H., Wu Z., Luo Z., Xue Y., Yao G., Zhang Y. 2016. 6,8-Di-C-methylflavonoids with neuroprotective activities from *Rhododendron fortunei*. *Fitoterapia*. 112 : 237-243.
- Lamichhane J., Bhattarai K., Shrivastava A.K., Shrestha T.M., Jain S.C. 2014. Chemical constituents of *Rhododendron lepidotum* from Nepal Himalayas. *Chem. Natural Compounds*. 50(4) : 767-769.
- Leung Ho-M., Wang Z.-W., Ye Z.-H., Yung K.-L., Peng X.-L., Cheung W.-C. 2013. Interactions between arbuscular mycorrhizae and plants in phytoremediation of metal-contaminated soils: a review. *Pedosphere*. 23 (5) : 549-563.
- Liang J.Y., Du X.Y., Chen Y., Ma X.M., Xie R., Zhang J. 2014. Chemical constituents from leaf of *Rhododendron przewalskii*. *J. Chinese Med. Materials*. 37 (8) : 1381-1382.
- Lipscomb M.V., Nilsen E.T. 1990. Environmental and physiological factors influencing the natural distribution of evergreen and deciduous Ericaceous shrubs on northeast and southwest slopes of the southern Appalachian mountains. I Irradiance Tolerance. *Amer. J. Bot.* 77 : 108-115.
- Mok S.Y., Lee S. 2013. Identification of flavonoids and flavonoid rhamnosides from *Rhododendron mucronulatum* for. *albiflorum* and their inhibitory activities against aldose reductase. *Food Chemistry*. 136 (2) : 969-974.
- Mukherjee P.K., Kumar V., Mal M., Houghton P.J. 2007. Acetylcholinesterase inhibitors from plants. *Phytomedicine*. 14 (4) : 289-300.
- Nilsen E.T., Arora R., Upmanyu M. 2014. Thermonastic leaf movements in *Rhododendron* during freeze-thaw events: Patterns, functional significances, and causes. *Environ. Exp. Bot.* 106 : 34-43.
- Nosov A.M. 2012. Application of cell technologies for production of plant derived bioactive substance of plant origin. *Applied Biochem. Microbiol.* 48 : 609-624.
- Olenikov D.N., Tankhaeva L.M. 2010. Phenolic compounds from *Rhododendron dauricum* from the Baikal region. *Chem. Nat. Compounds*. 46 (3) : 471-473.
- Parcha V., Yadav N., Sati A., Dobhal Y., Sethi N. 2017. Cardioprotective effect of various extract of *Rhododendron arborium* Sm flower on Albino rats. *J. Pharmacognosy Phytochem.* 6 (4) : 1703-1707.
- Philipson W.R., Philipson M.N. 1973. History of *Rhododendron* classification. *Edinb. Roy. Bot. Gard. Notes*. 32 : 223-238.
- Popescu R., Kopp B. 2013. The genus *Rhododendron*: An ethnopharmacological and toxicological review. *J. Ethnopharmacology*. 147 : 42-62.
- Prakash D., Upadhyay G., Singh B., Dhakarey R., Kumar S., Singh K. 2007. Free-radical scavenging activities of Himalayan rhododendrons. *Cur. Science*. 92 : 526-531.
- Qiang Y., Zhou B., Gao K. 2011. Chemical constituents of plants from the genus *Rhododendron*. *Chemistry & Biodiversity*. 8 (5) : 792-815.
- Read D.J. 1983. The biology of mycorrhiza in the Ericales. *Can. J. Bot.* 61 (3) : 985-1004.
- Rehder A. 1956. *Manual of cultivated trees and shrubs*. New York : 996 p.
- Renaut J., Hausman J-F., Wisniewski M.E. 2006. Proteomics and low-temperature studies: bridging the gap between gene expression and metabolism. *Physiol. Plant.* 126 : 97-109.
- Rotherham I.D. 2005. Invasive plants – ecology, history and perception. *J. Practical Ecology and Conservation. Special Series*. 4 : 52-62.
- Schwery O., Onstein R.E. 2015. As old as the mountains: the radiations of the *Ericaceae*. *New Phytol.* 207 : 355-367.
- Scott-Brown A., Gregoryb T., Farrella I.W., Stevensonac P.C. 2016. Leaf trichomes and foliar chemistry mediate defence against glasshouse thrips; *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) in *Rhododendron simsii*. *Funct. Plant Biol.* 43 (12) : 1170-1182.
- Shrestha A., Rezk A., Glasenapp V., Smith R., Ullrich S.M., Schepker H., Kuhner N. 2017. Comparison of the polyphenolic profile and antibacterial activity of the leaves, fruits and flowers of *Rhododendron ambiguum* and *Rhododendron cinnabarinum*. *BMC Research Notes*. 10 (297) : 1-11.
- Sosnovsky Y., Nachychko V., Prokopiv A., Honcharenko V. 2017. Leaf architecture in *Rhododendron* subsection *Rhododendron* (Ericaceae) from the Alps and Carpathian Mountains: Taxonomic and evolutionary implications. *Flora*. 230 : 26-38.
- Stevenson J.B. 1947. *The species of Rhododendron*. Edinburgh : 861 p.
- Swaroop A., Gupta A., Sinha A. 2005. Simulation determination of quercetin, rutin and coumaric acid in flowers of *Rhododendron arboretum* by HPTLC. *Chromatographia*. 62 (11-12) : 649-652.
- Takahashi H., Hirata S., Minami H., Fukuyama Y. 2001. Triterpene and flavanone glycoside from *Rhododendron simsii*. *Phytochemistry* 56(8) : 875-879.
- Tomsone S., Gertnere D. 2003. *In vitro* shoot regeneration from flower and leaf explants in *Rhododendron*. *Biol. Plant.* 46(3) : 463-465.
- Turunen M., Latola K. 2005. UV-B radiation and acclimation in timberline plants. *Environmental Pollution*. 137(3) : 390-403.

- Valero-Aracama C., Zobayed S., Roy S., Kubota C., Kozai T. 2001. Photoautotrophic micropropagation of *Rhododendron*. Press Biotechnol. 18 : 385-390.
- Verma N., Pratap A.S., Amresh G., Sahu P.K., Rao Ch.V. 2010. Anti-inflammatory and anti-nociceptive activity of *Rhododendron arboretum*. J. Pharmacy Res. 3 (6) : 1376-1380.
- Wang X., Arora R., Horner H.T., Krebs S.L. 2008. Structural Adaptations in Overwintering Leaves of Thermonastic and Nonthermonastic *Rhododendron* Species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133 : 768-776.
- Wang X., Li L., Zhao W., Zhao J., Chen X. 2017. *Rhododendron aureum* Georgi formed a special soil microbial community and competed with above-ground plants on the tundra of the Changbai Mountain, China. Ecol. Evolution. 7 (18) : 7503-7514.
- Way T.-D., Tsai S.-J., Wang C.-M., Jhan Y.-L., Ho C.-T., Chou C.-H. 2015. Cinnamtannin D1 from *Rhododendron formosanum* Induces Autophagy via the Inhibition of Akt/mTOR and Activation of ERK1/2 in Non-Small-Cell Lung Carcinoma Cells. J. Agric. Food Chem. 63 (48) : 10407-10417.
- Winkel-Shirley B. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. 2002. Curr. Opin. Plant Biol. 5 : 218-223.
- Yanqun Z., Yuan L., Schwartz C., Langlade L., Fan L. 2004. Accumulation of Pb, Cd, Cu and Zn in plants and hyperaccumulator chois in lanping lead-zinc mine area, China. Environmental. Int. 30 (4) : 567-576.
- Zhang R., Tang C., Ke C-Q., Yao S., Lin G., Ye Y. 2018. Irhodomolleins D and E, two new dimeric grayanane diterpenes with a 3-O-2' linkage from the fruits of *Rhododendron pumilum*. Chinese Chemical Letters. 29 (1) : 123-126.
- Zhou X., Chen S., Wu H., Yang Y., Xu H. 2017. Biochemical and proteomics analyses of antioxidant enzymes reveal the potential stress tolerance in *Rhododendron chrysanthum* Pall. Biology Direct. 12(10) : 110-119.
- Zhou Y., Chen X. 2009. Correlation of Callus Browning and Polyphenol Oxidase and Phenolic of *Rhododendron delavayi* Franch. During Culture Procession. Seed. 7: 1-9.

Поступила в редакцию
01.10.2018 г

PLANTS OF GENUS *RHODODENDRON* L.: CLASSIFICATION, DISTRIBUTION, RESISTANCE TO STRESS INFLUENCES

V. M. Katanskaya, N. V. Zagoskina

*Timiryazev Institute of Plant Physiology
of Russian Academy of Sciences
(Moscow Russia)
E-mail: biophenol@gmail.com*

The review presents information on the classification of plants of the genus *Rhododendron* L., their distribution, the effect on biocenoses, resistance to the action of a wide range of biotic and abiotic factors. The features of the formation of secondary metabolites, including those of phenolic compounds, possessing high biological activity and acting as low-molecule antioxidants in protecting cells from nonspecific stress actions are considered. It is reported about the successful use of rhododendrons as producers of pharmacologically valuable raw materials actively used in medicine for the prevention and treatment of diseases of various etiologies. The prospects for the use of *in vitro* cultures as model systems for studying the phenolic metabolism of higher plants, as well as the search for approaches to its regulation, are discussed. Attention is paid to the microclonal reproduction of rhododendrons and the discovery in tissues of regenerants of new specific phenolic compounds that are not characteristic of intact plants.

Key words: *Rhododendron*, *rhododendrons*, *classification*, *distribution*, *biological activity*, *phenolic compounds*, *flavonoids*, *stress resistance*, *in vitro cultures*

РАСТЕНИЯ РОДА RHODODENDRON L.:

**РОСЛИНИ РОДУ RHODODENDRON L. :
КЛАСИФІКАЦІЯ, ПОШИРЕННЯ, СТІЙКІСТЬ ДО СТРЕСОВИХ ЧИННИКІВ**

В. М. Катанська, Н. В. Загоскіна

*Федеральна державна бюджетна установа науки
Інститут фізіології рослин ім. К.А. Тімірязєва
Російської академії наук
(Москва, Росія)
E-mail: biophenol@gmail.com*

Представлені відомості про класифікацію рослин роду *Rhododendron* L., їх поширення, вплив на біоценози, стійкість до дії широкого спектра біотичних і абіотичних чинників. Розглянуто особливості утворення вторинних метаболітів, в тому числі фенольної природи, що мають високу біологічну активність і виступають у ролі низькомолекулярних антиоксидантів у захисті клітин від неспецифічних стресових впливів. Повідомляється про успішне використання рододендронів як продуцентів фармакологічно цінної сировини, що активно застосовується в медицині для профілактики і лікування захворювань різної етіології. Обговорюються перспективи використання культур *in vitro* як модельних систем для вивчення фенольного метаболізму вищих рослин, а також пошуку підходів до його регулювання. Приділено увагу мікроклональному розмноженню рододендронів та виявленню в тканинах регенерантів нових специфічних фенольних сполук, не властивих для інтактних рослин.

Ключові слова: *Rhododendron*, рододендрони, класифікація, поширення, біологічна активність, фенольні сполуки, флавоноїди, стрес-стійкість, культури *in vitro*