

СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ И АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЛИСТЬЕВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА BEGONIA

FLAVONOID CONTENT AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF LEAVES OF SOME BEGONIA SPECIES

*E. Karpova
T. Fershalova
Yu. Yakimova*

Summary. Flavonoid content, including exudative flavonoids, in leaves, and antimicrobial activity of leaf exudates of three *Begonia* species were studied. Flavonoid contents in exudates of leaves were 106.2; 12.3 and 13.1 $\mu\text{g/g}$ of dry weight for *B. grandis*, *B. fischeri* and *B. malabarica*, respectively, which were 0.04, 0.27 and 2.07% of the total flavonoid contents in the leaves. The exudate of the leaves of *B. fischeri* contained significant contents of hyperoside and isoquercitrin showed activity against one of six test strains (*Bacillus subtilis*). The exudate of the leaves of *B. malabarica* with minute amounts of isovitexin, hyperoside and 3 unusual aglycons showed activity against two test strains (*Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*). Antimicrobial properties was shown to associate with the presence of O-glycosides and unusual flavonoid aglycones that forms the basis for prediction of antimicrobial properties of introduced species.

Keywords: antimicrobial activity, *Begonia malabarica*, *Begonia fischeri*, flavonoids, leaf exudate.

Карпова Евгения Алексеевна

К.б.н., ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск
karyevg@mail.ru

Фершалова Татьяна Дмитриевна

К.б.н., ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск

Якимова Юлия Леонидовна

ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», Новосибирск

Аннотация. Изучено содержание флавоноидов листьев, в том числе эксудативных флавоноидов, трех видов рода *Begonia* L., определена антимикробная активность эксудатов листьев. Содержание флавоноидов в эксудатах листьев составляло 106,2; 12,3 и 13,1 мкг/г абсолютно сухой массы у видов *B. grandis*, *B. fischeri* и *B. malabarica*, соответственно, что составляло 0,04; 0,27 и 2,07% от общего содержания флавоноидов в листьях. Активность в отношении одного тест-штамма (*Bacillus subtilis*) проявил эксудат листьев *B. fischeri*, содержащий значительное количество гиперозида и изокверцитрина. Активность в отношении двух из шести тест-штаммов микроорганизмов (*Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*) проявил эксудат листьев *B. malabarica*, в составе которого в незначительных количествах присутствовали изовитексин, гиперозид и нетипичные агликоновые компоненты. Показано, что наличие антимикробных свойств связано с содержанием O-гликозидов и нетипичных агликонов флавоноидов, что создает основу для прогноза антимикробных свойств интродуцентов.

Ключевые слова: антимикробная активность, *Begonia malabarica*, *Begonia fischeri*, флавоноиды, эксудаты листьев.

Введение

В последние годы возрастает интерес к природным целительным веществам и препаратам, главными достоинствами которых являются низкая токсичность при достаточно высокой эффективности и широкий спектр терапевтического действия. Препараты из растений создают основу фармакологии здорового человека, цель которой — создание лекарств для повышения адаптации и работоспособности здоровых людей [1]. Перспективы этого направления в огромной степени связаны с флавоноидами — полифенольными соединениями, составляющими обширную группу вторичных метаболитов растений. Структурное разнообразие флавоноидов представляет возможности для создания препаратов с широким диапазоном лечебного и оздоровительного воздействия [2].

Растения из рода *Begonia* традиционно не рассматривались как лекарственные, несмотря на использование их в качестве источников дополнительного питания

и средств народной медицины в местах естественного произрастания (Китай, Америка, Новая Гвинея) [3,4]. С каждым годом возрастает интерес к представителям этого рода как источникам биологической активности [5,6]. Показаны антимикробные свойства интактных растений и экстрактов из них в отношении грамположительных и грамотрицательных тест-объектов (в том числе *Pseudomonas aeruginosa*) и *Candida albicans*. Экстракты листьев *B. bowerae*, *B. heracleifolia* var. *nigricans* и *B. 'Erythrophylla'* с наиболее широким спектром антимикробного действия были предложены в качестве источников для получения антимикробных препаратов [7].

Однако химический состав растений этого рода исследован недостаточно, особенно если принять во внимание его большой объем и значительное биологическое разнообразие (более 1000 видов, 63 секции) [8]. В листьях и цветках представителей рода *Begonia* обнаружены кверцетин, кемпферол, лютеолин, их O- и C-гликозиды (рутин, кверцитрин, изокверцитрин, астрагалин, цинарозид, ориентин) и метилированные производные (изорамнетин, изокемп-

ферид, 3, 7, 3'-триметилловый эфир кверцетина), витексин, изовитексин, госсипетин [9, 10].

Нами в листьях 5 видов и культиваров *Begonia* американского происхождения (*B. fischeri* Schrank var. *palustris* (Benth) Irmsch., *B. bowerae* Ziesenh. var. *major* R. Ziesenh., *B. carolineifolia* Reg., *B. heracleifolia* Schlecht. et Cham. var. *nigricans* Hook., *B. 'Erythrophylla'*) выявлены гликозиды кверцетина (гиперозид, изокверцитрин), кемпферола, лютеолина, витексин и изовитексин. Спектр антимикробной активности у таксонов с высоким содержанием О-гликозидов кверцетина был шире, чем у таксонов с преобладанием гликозилфлавонов [11].

Выраженная антимикробная активность интактных растений из рода *Begonia* свидетельствует о наличии соединений, секретируемых на поверхность листьев (экссудатов). В последние десятилетия растет интерес к исследованию таких компонентов, главной физиологической ролью которых является защита растений от неблагоприятных биотических и абиотических факторов [12]. Было установлено, что в поверхностных структурах листа локализованы липофильные флавоноиды (агликоны и их метиловые эфиры), терпеноиды, фенолкарбоновые кислоты различной структуры [13, 14]. В многочисленных исследованиях доказана таксонспецифичность этих соединений [15]. Однако данные о количественной оценке секретируемых компонентов немногочисленны [16]. Мы не обнаружили также сведений о влиянии типа экстрагента и условий экстракции на полноту извлечения компонентов экссудатов и состав полученных экстрактов, а также о составе соединений листовой поверхности у представителей рода *Begonia*.

В коллекции Центрального сибирского ботанического сада представлено около 100 таксонов *Begonia* различного географического происхождения. Особого внимания заслуживает вид *B. grandis* Dryander — единственный представитель рода *Begonia*, встречающийся в суббореальных летнезелёных лесах [17], в отличие от большинства представителей рода, в естественных условиях обитающих в тропической и субтропической зонах. Это позволяет выращивать растения этого вида в летний период не только в оранжерее, но и в открытом грунте.

Цель исследования

Изучение состава и содержания флавоноидов, в том числе экссудативных, и антимикробной активности экссудатов листьев растений из рода *Begonia*.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись листья растений 3 видов и культиваров различного географического проис-

хождения и таксономической принадлежности: *Begonia grandis* Dryand. (Китай, Япония, секция *Diploclinium*), *Begonia fischeri* Schrank (Центральная и Южная Америка, секция *Begonia*), *Begonia malabarica* Lam. (Индия, Шри-Ланка, секция *Haagea*).

Образцы для исследования флавоноидов представляли собой средние пробы, состоящие из фрагментов центральной части (между крупными жилками) вызревших листьев среднего яруса, не имеющих повреждений, отобранных с 5–10 растений. Листья для анализа собирали в фазе цветения в первой половине дня в двух повторностях с перерывом в 2 недели.

Соединения поверхности листьев (экссудаты) экстрагировали короткой обработкой ацетоном в течение нескольких минут [18]. Объединенный экстракт концентрировали при комнатной температуре до объема 1 мл и использовали для определения содержания флавоноидов и антимикробной активности.

Состав и содержание флавоноидов листьев изучали до и после гидролиза водно-спиртовых экстрактов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с помощью жидкостного хроматографа «Agilent 1200» с диодноматричным детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных «ChemStation» [19].

Показатели определяли в трехкратной повторности. Для каждого показателя вычисляли среднее арифметическое и стандартную ошибку среднего арифметического из показателей двух дат взятия образцов [20].

Антимикробную активность экссудатов листьев оценивали методом стерильных дисков диаметром 5 мм на среде МПА и агаре Сабура (для *Candida albicans*), измеряя диаметр зон ингибирующего действия в отношении засеянной газонот тест-культуры. В качестве тест-культур использовали эталонные штаммы Американской коллекции типовых культур (ATCC): *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-P, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Candida albicans* ATCC 10231 и Национальной коллекции типовых культур (NCTC, London): *Alcaligenes faecalis* NCTC415. Объем экссудата, наносимого на диск, составлял 10 мкл. В качестве отрицательного контроля использовали 70% этанол, в качестве положительного контроля — ципрофлоксацин 5 мкг и нистатин 80 мкг.

Результаты исследования

Состав флавоноидов листьев у исследованных видов был близким по общему спектру. Флавоноиды представляли значительную часть фенольных комплексов. В листьях

Таблица 1. Характеристика состава фенольных соединений листьев исследованных видов

Вид	Число компонентов		Основные компоненты	Агликоны флавоноидов	Содержание (мг/г абсолютно сухой массы листьев)				
	Ph	F			Ph	F	Q	K	L
<i>B. grandis</i>	22	14	Ориентин	Кверцетин, кемпферол, лютеолин	23,4	12,0	0,47	0,45	0,1
<i>B. fischeri</i>	18	9	Гиперозид, изокверцитрин	Кверцетин	11,8	4,4	0,02	0,0	0,0
<i>B. malabarica</i>	29	7	Фенолкарбоновые кислоты	Кверцетин, кемпферол, лютеолин	6,1	0,6	0,03	0,0	0,0

Условные обозначения: Ph — фенольные соединения, F — флавоноиды, Q — кверцетин, K — кемпферол, L — лютеолин.

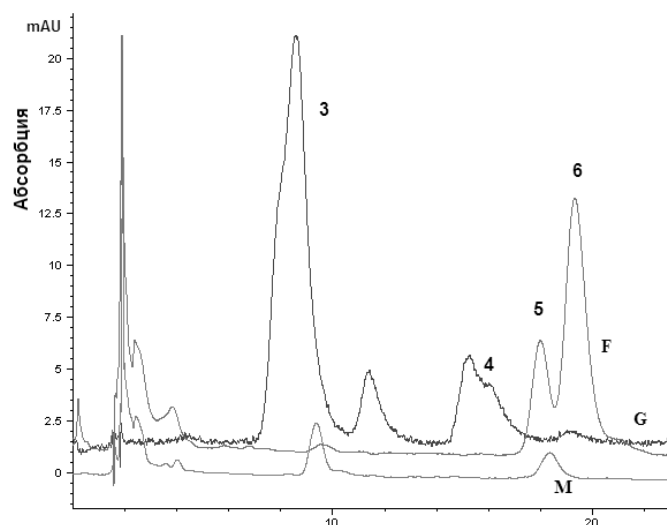


Рис. 1. Фрагменты хроматограмм водно-спиртовых экстрактов листьев *B. grandis* (G), *B. fischeri* (F) и *B. malabarica* (M) (режим 1, детектирование при 350 нм). Условные обозначения: 3 — ориентин, 4 — изовитексин, 5 — гиперозид, 6 — изокверцитрин.

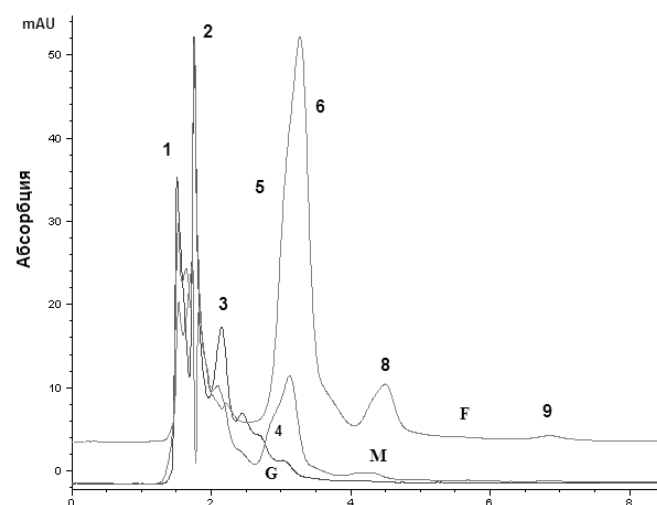


Рис. 2. Фрагменты хроматограмм компонентов экссудатов листьев *B. grandis* (G), *B. fischeri* (F) и *B. malabarica* (M) (детектирование при 350 нм). Условные обозначения: 1, 2 — фенолкарбоновые кислоты, 3 — ориентин, 4 — изовитексин, 5 — гиперозид, 6 — изокверцитрин, 8 — компонент 8 ($t_r = 4,3$ мин), 9 — кверцетин.

B. grandis и *B. fischeri* число флавоноидных соединений составляло около половины, а в листьях *B. malabarica* — четверть от общего числа соединений (табл. 1).

Флавоноиды были главными компонентами в листьях *B. grandis* и *B. fischeri*, в отличие от *B. malabarica*. Содержание их в общем содержании фенольных соединений у *B. grandis* и *B. fischeri* достигало 30–50%, а у последнего вида — менее 10%. При этом у *B. grandis* преобладал гликозилфлавоноид ориентин, а у *B. fischeri* — О-гликозиды флавоноидов гиперозид и изокверцитрин (рис. 1).

Таким образом, исследованные виды значительно различаются по содержанию флавоноидов листьев и основным флавоноидным компонентам. Вид *B. grandis* от-

личается высоким содержанием фенольных соединений (более 2%) и флавоноидов (более 1%).

Компоненты экссудатов листьев проявляли спектральные свойства, характерные для фенолкарбоновых кислот и гликозидов флавоноидов. Агликоны флавоноидов и флавоноидов найдены в минимальных количествах (рис. 2, табл. 3).

Различия в главных компонентах экссудатов в целом соответствовали различиям в суммарном составе фенольных соединений листьев. В экссудате листьев *B. grandis* преобладал ориентин, в экссудате *B. fischeri* доминировали О-гликозиды гиперозид и изокверцитрин, а в экссудатах *B. malabarica* — фенолкарбоновые кислоты. Изовитексин и гиперозид в определенном количестве

Таблица 2. Краткая характеристика состава экссудатов листьев исследованных видов

Вид	№ компонента	T r, мин	λ_{max}	Содержание, мкг/г	R, %
<i>B. grandis</i>	1	1,5	255	4,2±0,9	-
	2	1,7	270	4,3±1,0	-
	Ориентин	2,1	255, 267, 350	2,6±0,8	0,04±0,01
	Изовитексин	3,2	270, 340	1,1±0,4	0,02±0,008
	5	4,3	250, 300 пл., 360	0,6±0,03	-
	Кверцетин	6,7	255, 307 пл., 370	8,1±0,8	0,007±0,0002
Общее содержание фенольных соединений				184,1±13,2	0,08±0,02
Общее содержание флавоноидов				106,2±11,1	0,04±0,01
<i>B. fischeri</i>	1	1,5	255	2,2±0,32	-
	2	1,7	325	2,3±0,28	-
	Ориентин	2,1	255, 267, 350	1,2±0,02	2,64±0,5
	Гиперозид	3,2	257, 362	2,7±0,9	0,30±0,09
	Изокверцитрин	3,4	255, 360	3,6±0,5	0,16±0,03
	5	4,2	270, 300 пл., 360	0,9±0,1	-
	Кверцетин	6,7	255, 307 пл., 370	0,2±0,05	1,15±0,3
	Кемпферол	10,9	267, 294 пл., 325 пл., 365	0,2±0,04	-
Общее содержание фенольных соединений				18,4±3,9	0,16±0,05
Общее содержание флавоноидов				12,3±1,9	0,27±0,06
<i>B. malabarica</i>	1	1,5	270	18,2±1,06	-
	2	1,7	290	4,2±0,5	-
	3	2,1	270	11,9±1,8	-
	Изовитексин	3,0	270, 340	1,7±0,4	3,7±0,9
	Гиперозид	3,2	257, 362	2,9±0,5	1,38±0,33
	5	4,2	250, 300 пл., 360	2,1±0,2	-
	Кверцетин	6,7	255, 307 пл., 370	0,2±0,01	0,51
	Лютеолин	8,8	255, 347	1,1±0,01	-
	9	14,2	255, 350	0,1±0,03	-
	10	15,4	250, 340	0,11±0,04	-
	11	17,5	270, 350	0,73±0,04	-
Общее содержание фенольных соединений				62,5±7,6	1,02±0,2
Общее содержание флавоноидов				13,1±1,1	2,07±0,3

Условные обозначения: t_r — время удерживания; R — доля компонента экссудата от его общего содержания в листьях. Короткий прочерк в графе означает отсутствие расчета для неидентифицированных компонентов, длинный прочерк — отсутствие сигнала компонента на хроматограммах экстракта листьев.

был обнаружен также в экссудате листьев *B. malabarica* (табл. 2).

Экссудат листьев *B. grandis* характеризовался максимальным содержанием фенольных соединений и флавоноидов. Минимальное содержание этих компонентов найдено в экссудате *B. fischeri*.

Содержание флавоноидов в экссудатах *B. fischeri* и *B. malabarica* было практически одинаковым, но состав соединений различался. Помимо изовитексина в экссудате *B. malabarica* в значительном количестве был обнаружен лютеолин и флавоноиды 9, 10 и 11, которые в соответствии со временем удерживания и спектральными характери-

стиками могут быть отнесены к метилированным флавонам и флавонолам. Суммарное их содержание достигало 1%.

Величины доли флавоноидных компонентов, экскретируемых на поверхность клетки, от их общего содержания в листе у видов *B. fischeri* и *B. malabarica* были на порядок и два порядка выше (0,27 и 2,07% соответственно), чем у *B. grandis* (0,04%). Таким образом, экскреция на поверхность листьев у первых двух видов была более интенсивной по сравнению с *B. grandis*.

Антимикробные свойства ацетоновых экстрактов экссудативных соединений листьев у видов также имели

Таблица 3. Антимикробная активность ацетоновых экстрактов
экссудативных соединений листьев исследованных видов

Вид	Содержание сухих веществ в экстракте, мкг/диск	Тест-штаммы микроорганизмов					
		B. s.	P. a.	A. f.	E. c.	S. a.	C. a.
<i>B. malabarica</i>	30	+	-	-	-	+	-
<i>B. grandis</i>	46	-	-	-	-	-	-
<i>B. fischeri</i>	32	+	-	-	-	-	-

Условные обозначения: B.s.— *Bacillus subtilis*, P.a.— *Pseudomonas aeruginosa*, A.f.— *Alcaligenes faecalis*, E.c.— *Escherichia coli*, S.a.— *Staphylococcus aureus*, C.a.— *Candida albicans*. Примечание: знак «+» обозначает наличие зоны подавления роста 20–25 мм (соответствующая зона отрицательного контроля — менее 10 мм, положительного контроля — 25–30 мм).

определенные особенности. Ацетоновый экстракт экссудативных соединений листьев *B. grandis*, содержащий максимальное количество сухих веществ, фенольных соединений и флавоноидов, не проявил антимикробной активности в отношении какого-либо тест-штамма (табл. 3).

При этом экстракт листьев *B. malabarica*, несмотря на меньшее содержание фенольных соединений и флавоноидов, проявил активность в отношении тест-штаммов двух грамположительных микроорганизмов (*Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*). Экстракт *B. fischeri* проявил активность в отношении только одного тест-штамма — *Bacillus subtilis*.

Таким образом, полученные результаты показали чрезвычайно узкий спектр антимикробного действия ацетоновых экстрактов экссудативных соединений листьев исследованных видов рода *Begonia* по сравнению с выраженным антимикробным действием экстрактов листьев в целом [5, 7]. Это может быть связано с крайне низким (следовом) содержанием агликонов флавоноидов, в том числе метилированных форм, в экссудатах. Тем не менее, экссудат листьев *B. malabarica*, содержащий определенное количество метилированных агликонов, проявил выраженные антимикробные свойства. Следовательно, можно сделать выводы о том, что, агликоны флавоноидов не являются основными компонентами экссудатов листьев *Begonia* и что агликоны, вероятнее всего, в значительной степени определяют их антимикробную активность.

Результаты проведенного исследования также подтверждают выводы о влиянии на антимикробные свойства О-гликозидов флавоноидов [11], так как антимикробная активность экссудата листьев *B. fischeri* с относительно высоким содержанием этих компонентов выше, чем у *B. grandis*, содержащей следовые количества О-гликозидов. Однако отсутствие антимикробной активности у экссудата *B. grandis* не согласуется с результатами исследований, демонстрирующими выраженное антимикробное действие интактных растений этого вида [21].

Следует отметить также, что выраженное антимикробное действие экстракта *B. malabarica* в отношении тест-штаммов двух грамположительных микроорганизмов подтверждает высокую антимикробную активность фенолкарбоновых кислот. Значительное содержание фенолкарбоновых кислот обнаружено в том числе в листьях и почках фармакопейных видов рода *Populus* [13]. Невысокое содержание фенольных соединений и флавоноидов в ацетоновых экстрактах экссудативных соединений листьев исследованных видов рода *Begonia* может быть связано как с особенностями именно этих таксонов, так и с незначительной интенсивностью секреторных процессов у растений в условиях оранжереи. Это также подводит к необходимости изучения методов экстракции экссудативных соединений. Возможно, что экстракция ацетоном, используемая для извлечения экссудативных компонентов у таксонов с очень интенсивной секрецией из семейств *Asteraceae* или *Lamiaceae* [15, 22], не обеспечивает полноту извлечения компонентов листовой поверхности у представителей *Begoniaceae*.

Выводы

В результате проведенного исследования выявлены особенности состава флавоноидов листьев, в том числе экссудативных флавоноидов листовой поверхности, у видов *B. grandis*, *B. fischeri* и *B. malabarica* и антимикробного действия ацетоновых экстрактов экссудативных соединений. Суммарный состав флавоноидов листьев и экссудативных флавоноидов у исследованных видов был близким по общему спектру, но различался по основным компонентам. В листьях *B. grandis* доминировал С-гликозид лютеолина ориентин, в листьях *B. fischeri* — О-гликозиды кверцетина гиперозид и изокверцитрин. В листьях *B. malabarica* преобладали фенолкарбоновые кислоты, в незначительных количествах присутствовали изовитексин, гиперозид и нетипичные агликоновые компоненты.

Спектр антимикробной активности ацетоновых экстрактов экссудативных соединений был узким. Макси-

мальные антимикробные свойства проявил экстракт экссудативных соединений листьев *B. malabarica*, содержащий нетипичные агликоны и значительное количество фенолкарбоновых кислот. Полученные результаты создают основу для прогноза антимикробных свойств у интродуцентов рода *Begonia*.

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО

РАН при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-44-540601 «Оздоровление воздушной среды помещений с помощью экзометаболитов растений из рода *Begonia*, обладающих выраженной антимикробной активностью» на 2017–2018 гг.). При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU440534.

ЛИТЕРАТУРА

- Самбукова Т. В., Овчинников Б. В., Ганапольский В. П., Ятманов А. Н., Шабанов П. Д. Перспективы использования фитопрепаратов в современной фармакологии // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2017. Т. 15. № 2. С. 56–63. doi: 10.17816/RCF15256–63.
- Andersen Ø. M., Markham K. R. (ed.) *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications*. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton. 2006. 1198 p.
- Morton J. F. *Atlas of medicinal plants of Middle America: Bahamas to Yucatan*. Ed. by C. C. Thomas. Springfield, Illinois, 1981.
- Pajmans K. (Ed.) *New Guinea vegetation*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation in association with the Australian National University Press, Canberra, 1976. 213 p.
- Ramesh N., Vishwanathan M. B., Saraswathy A., Balakrishna K., Brindha P., Lakshmanaperumalsamy P. Phytochemical and antimicrobial studies of *Begonia malabarica* // *J. Ethnopharmacol.* 2002. Vol. 79. N. 1. P. 129–132.
- Tkachenko H., Buyun L., Osadowski Z., Belayeva Y. In vitro microbiological investigation of ethanolic extracts obtained from leaves of various *Begonia* species against *Escherichia coli* // *Słupskie Prace Biologiczne*. 2016. N13. P. 277–294.
- Карпова Е. А., Цыбуля Н. В., Храмова Е. П., Якимова Ю. Л., Фершалова Т. Д. Антимикробная активность и содержание флавоноидов у некоторых представителей рода *Begonia* L., используемых в фитодизайне // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2011. № 1. С. 8–16.
- Forrest L. L., Hollingsworth P. M. A recircumscription of *Begonia* based on nuclear ribosomal sequences // *Plant Syst. Evol.* 2003. Vol. 241. N. 3–4. P. 193–211. doi 10.1007/s00606–002–0033-y.
- Iwashina T., Saito Y., Peng C.-I., Yokota M., Kokobugata G. Foliar flavonoids from two *Begonia* species in Japan // *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. Ser. B*. 2008. Vol. 34. N. 4. P. 175–181.
- Joshi K. R., Devkota H. P., Nakamura T., Watanabe T., Yahara S. Chemical constituents and their DPPH radical scavenging activity of Nepalese crude drug *Begonia picta* // *Rec. Nat. Prod.* 2015. Vol. 9. N. 3. P. 446–450.
- Карпова Е. А., Фершалова Т. Д., Цыбуля Н. В. Перспективы исследования флавоноидов у представителей рода *Begonia* L. Материалы IX международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты». Москва, 2015. С. 555–559.
- Oteiza P. I., Erlejman A. G., Verstraeten S. V., Keen C. L., Fraga C. G. Flavonoid-membrane interactions: A protective role of flavonoids at the membrane surface? // *Clinical & Developmental Immunology*. 2005. Vol. 12. N. 1. P. 19–25.
- Greenaway W., May J., Scaysbrook T., Whatley F. R. Compositions of bud and leaf exudates of some *Populus* species compared // *Z. Naturforsch.* 1992. 47c. P. 329–334.
- Рощина В. В., Рощина В. Д. Выделительная функция высших растений. LAP Lambert Academic Publishing. 2012. 476 с.
- Tomás-Barberán F. A., Wollenweber E. Flavonoid aglycones from the leaf surfaces of some Labiatae species // *Plant Syst. Evol.* 1990. Vol. 173. N3–4. P. 109–118.
- Roepke J., Salim V., Wu M., Thammé A., Murata J., Ploss K., Boland W., De Luca V. Vinca drug components accumulate exclusively in leaf exudates of Madagascar periwinkle // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2010. Vol. 107. N. 34. P. 15287–15292. doi:10.1073/pnas.0911451107.
- Gu C., Peng C. I., Turland N. J. *Begoniaceae*. In Wu Z. Y., Raven P. H., Hong D. Y. (ed.) *Flora of China*. Vol. 13 (Clusiaceae — Araliaceae). Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, 2007. P. 153–207.
- Nikolova M., Gevrenova R., Ivancheva S. External flavonoid aglycones from *Veronica chamaedrys* L. (Scrophulariaceae) // *Acta Pharm.* 2003. 53. P. 145–149.
- Karpova E. A., Fershalova T. D., Petruk A. A. Flavonoids in adaptation of *Begonia grandis* Dryander subsp. *grandis* introduced in West Siberia (Novosibirsk) // *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2016. Vol. 12 (3). P. 44–56.
- Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
- Фершалова Т. Д., Байкова Е. В. Интродукция бегоний в оранжереях и интерьерах / под ред. акад. РАН И. Ю. Коропачинского. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. 157 с.
- Valant-Vetschera K. M., Wollenweber E., Faure R., Gaydou E. New exudate flavonoids of species from the *Chrysanthemum* complex (Asteraceae-Anthemideae) // *Biochem. Syst. Ecol.* 2003. Vol. 31. P. 545–548.

© Карпова Евгения Алексеевна (karyevg@mail.ru),

Фершалова Татьяна Дмитриевна, Якимова Юлия Леонидовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»