

## ИЗУЧЕНИЕ ИНТРОДУКЦИОННОЙ КОЛЛЕКЦИИ РОДА *BEGONIA* (*BEGONIACEAE*) В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИБИРСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ СО РАН (НОВОСИБИРСК)

Е.В. Байкова, Т.Д. Фершалова, Е.А. Карпова, Н.В. Цыбуля, А.Ю. Набиева

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,  
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: [elenabaikova@mail.ru](mailto:elenabaikova@mail.ru)

Изложены методические подходы и результаты многолетних комплексных исследований крупного тропического рода *Begonia* при интродукции в условиях закрытого грунта. Применены разнообразные экспериментальные методы, которые позволили на основании выявленных морфологических, ритмологических, эколого-физиологических и биохимических признаков оценить адаптивные возможности видов. Разработаны приемы агротехники и способы клонального микроразмножения ценных генотипов рода *Begonia*, а также ассортимент для озеленения помещений различного назначения, в том числе растениями с фитонцидными свойствами. Предложена схема, которая может быть реализована при изучении других родов тропических и субтропических растений в условиях интродукционного эксперимента в закрытом грунте.

**Ключевые слова:** *Begonia*, тропические оранжерейные растения, интродукционный эксперимент, адаптация, интродукционные коллекции растений, биоморфологические признаки интродуцентов, физиолого-биохимические показатели адаптации, антимикробная активность, клональное микроразмножение.

## STUDY OF INTRODUCTION COLLECTION OF THE GENUS *BEGONIA* (*BEGONIACEAE*) IN THE CENTRAL SIBERIAN BOTANICAL GARDEN SB RAS (NOVOSIBIRSK)

E.V. Baikova, T.D. Fershalova, E.A. Karpova, N.V. Tsybulya, A.Yu. Nabieva

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,  
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: [elenabaikova@mail.ru](mailto:elenabaikova@mail.ru)

Methodological approaches and results of multi-year comprehensive study of the large tropical genus *Begonia* cultivated indoors are represented. The application of different experimental methods allowed assessing adaptive potentials of species based on revealed morphological, rhythmological, ecological, physiological and biochemical characteristics. Practical implication of the results involves development of the assortment for indoor cultivation (including species with phytoncide properties), agricultural techniques and clonal micropropagation strategies of valuable *Begonia* genotypes. The proposed scheme may be applied in studying of different tropical and subtropical plants during introduction experiment in greenhouse conditions.

**Key words:** *Begonia*, tropical greenhouse plants, introduction experiment, adaptation, introduced plants collection, biomorphological characteristics of introduced plants, physiological and biochemical criteria of adaptation, antimicrobial activity, clonal micropropagation.

### ВВЕДЕНИЕ

Интродукция и акклиматизация растений традиционно входят в круг приоритетных задач, решаемых ботаническими садами. Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (ЦСБС) является одним из крупнейших ботанических научных учреждений России. За 70 лет своего существования он сформировался как ведущий в Сибири центр по комплексному изучению разнообразия растительного мира. В его структуре 17 научно-исследовательских подразделений различного профиля, укомплектованных квалифицированными специалистами. Уникальные коллекции живых растений, собранные в ЦСБС, в настоящее время насчитывают более 12 тыс. видов, сортов,

садовых форм и гибридов растений, в том числе в закрытом грунте – более 7 тыс. видов. Созданный потенциал позволяет эффективно решать комплексные научные задачи. Одна из таких задач – обогащение генофонда природной флоры методами акклиматизации, интродукции и селекции растений.

Интродукционный процесс в широком понимании включает перенос в новые условия культуры как инорайонных видов растений, так и представителей местной дикорастущей флоры. Оценка адаптивного потенциала вида и интродукционный прогноз осуществляются на основе всестороннего изучения его биологических особенностей. Базо-

выми подходами при проведении интродукционного эксперимента по-прежнему остаются классические методы анализа биоморфологии, онтогенеза, ритмов сезонного развития и репродуктивного потенциала видов. Однако в современных условиях работы по интродукции не могут быть выполнены без использования экспериментальных методов – биохимических, цито-эмбриологических, молекулярно-генетических. Способы эффективного размножения интродуцентов разрабатываются с применением современных биотехнологий. Рекомендации по введению в культуру даются на основе комплексной оценки адаптивного потенциала, хозяйственно ценных признаков и устойчивости растений с использованием современных приемов агротехники и фитодизайна.

Подобная общая схема интродукционных исследований реализуется на разных объектах с различной степенью полноты, которая определяется как объективными, так и субъективными факторами – временем проведения интродукционного эксперимента, соответствием биологических особенностей и “требований” растений к условиям пункта интродукции, наличием исходного материала и специалистов-исследователей. Первостепенное значение имеет начальный этап интродукционного эксперимента, предусматривающий целенаправленный сбор исходного материала соответствующего родового комплекса и его первичное интродукционное испытание. При интродукции тропических и субтропических растений в закрытом грунте привлечение исходного материала осуществляется преимущественно из коллекций других ботанических садов по обмену; особую ценность представляют растения из естественных местообитаний, однако возможности пополнения коллекций таким материалом крайне ограничены.

Ценность интродукционной коллекции обуславливается несколькими факторами: ее полнотой (определяется не абсолютным числом видов, а их долей относительно объема родового комплекса, а также представленностью в коллекции основных его групп – таксономических, биоморфологических), хозяйственной ценностью и(или)

редкостью видов и форм, достоверностью идентификации образцов. Последний показатель требует особенного внимания при комплектовании коллекций тропических и субтропических растений. Их определение затруднено не только из-за огромного морфологического разнообразия тропических флор, существенно превышающего таковое для флор умеренного климата, но и ограниченностью специальной научной литературы – отсутствием надежных определителей и фундаментальных монографических исследований по большинству групп. Даже полученный из “надежных” источников материал требует подтверждения идентификации. Видовая принадлежность растений, переданных цветоводами-любителями, часто неизвестна, поэтому, несмотря на декоративность или иные полезные качества, они имеют невысокую ценность в научном отношении.

Растения тропического рода *Begonia* L. представляют интерес для интродукции прежде всего как перспективные растения для озеленения интерьеров различного назначения. Некоторые бегонии известны как комнатные растения, завоевавшие признание многих поколений цветоводов-любителей. Однако в культуру введена лишь незначительная часть видового и формового разнообразия рода. Среди наиболее значимых “пробелов” – почвопокровные и ампельные бегонии. Некоторые представители этого рода используются в качестве лекарственных и пищевых растений в местах их естественного произрастания в Китае, Индии, Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америке (Morton, 1981; Heinrich, 2003; Nisha et al., 2009; Tag et al., 2012; Aung et al., 2016), что делает актуальным проведение скрининговых исследований вторичных метаболитов бегоний с целью поиска среди них биологически активных веществ. При проведении интродукционного эксперимента была поставлена цель – выявить биологические особенности представителей рода *Begonia* в оранжерейной культуре и интерьерах, оценить их адаптивные возможности, выделить виды и культивары, перспективные для озеленения помещений различного назначения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование коллекции бегоний в ЦСБС было начато в 1973 г. первым руководителем группы тропических и субтропических растений Е.Л. Кузьминой-Мёдовой. Целенаправленное пополнение и изучение родового комплекса продолжилось с 1989 г. куратором коллекции Т.Д. Фершаловой. За этот период в интродукционном эксперименте исследовано около 500 бегоний – видов, подвидов, разновидностей, а также садовых форм и культиваров. В настоящее время коллекция включает около 300 видов и 90 культиваров бего-

ний. Представлены виды из всех частей ареала рода – тропических и субтропических районов Центральной и Южной Америки, Юго-Восточной Азии, Индии и Китая, Центральной и Южной Африки.

Большинство образцов получено по обмену между ботаническими садами, однако некоторые виды привезены из естественных местообитаний: из Таиланда *B. pavonina* Ridl., с о. Суматра – *B. forbesii* King и *B. vallicola* Kiew. Несколько новых бегоний получены в 2014–2016 гг. из Ботанического

института им. В.Л. Комарова РАН и Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, в которые они поступили в результате сборов в природных местообитаниях: *B. henryi* Hemsl. и *B. sikkimensis* A. DC. из Китая, *B. phuthoensis* H.Q. Nguyen и форма *B. U489\** из Вьетнама, *B. blancii* M. Hughes et C.I. Peng из Филиппин, *B. bipinnatifida* J.J. Smith из Новой Гвинеи, *B. glandulosa* Hook. из Мексики, *B. grisea* A. DC., *B. paulensis* A. DC. и *B. rigida* Regel ex A. DC. из Бразилии (рис. 1).

В результате проведенных биоморфологических исследований видов, представленных в коллекции ЦСБС, получены новые для науки данные о структуре и развитии побеговых систем бегоний, их жизненных формах и архитектурных моделях, строении интеркалярных соцветий и синфлоресценций (Байкова, Фершалова, 2007, 2009б). Для рода *Begonia* установлено преобладание моноподиального нарастания скелетных осевых систем в сочетании с симподиальным нарастанием пазушных цветоносных систем, полностью отмирающих после плодоношения. Восемь архитектурных моделей, выделенных на основе подходов F. Hallé с соавторами (Hallé, Oldeman, 1970; Hallé et al., 1978) и характеризующих габитус растений, имеют не только теоретическую, но и практическую значимость при разработке рекомендаций по выращиванию бегоний в условиях интерьеров различного функционального назначения (Фершалова, Байкова, 2013).

При изучении онтогенеза модельных видов, имеющих разные жизненные формы и архитектурные модели, выявлены различия между ними по продолжительности виргинильного возрастного состояния и генеративного периода, степени омоложения партикул и полноте реализации генетической программы развития (Байкова, Фершалова, 2010). Онтогенез исследованных бегоний относится к четырем типам, согласно классификации Л.А. Жуковой (1995). Установлено, что полный онтогенез в условиях интродукции могут проходить только представители двух жизненных форм – монокарпические длительно вегетирующие однолетники (*B. filipes* Benth.) и травянистые клубневые многолетники с клубнями гипокотильного происхождения (*B. × tuberhybrida* hort.), однако растения этих жизненных форм составляют незначительную долю в интродукционной коллекции (менее 5 %). Преобладающие в коллекции поликарпические многолетние травы имеют неполный онтогенез, завершающийся многократной партикуляцией особей в средневозрастном генеративном состоянии (на 4–8 год): происходит старение базальных частей куста, дезинтеграция мате-

ринской особи и формирование клона. Партикулы испытывают слабое омоложение на 1–2 онтогенетических состояния. Глубокое омоложение рамет характерно только для *B. grandis* Dryand., имеющего специфическую жизненную форму вегетативного малолетника со стеблевыми клубнями различного происхождения (гипокотильно-эпикотильного, корневищного и надземного).

Среди ритмологических показателей наиболее важными для оценки перспективности интродукции оказались ритмы цветения – на основании их анализа выделены три группы и четыре подгруппы. Большинство бегоний коллекции ЦСБС (более 30 % видов и около половины культиваров) цветут в весенне-летний период, 25 % видов и 30 % культиваров – несколько раз в течение года, с небольшими перерывами. Значительно меньше бегоний цветут осенью и зимой (менее 20 % видов). Менее чем для 10 % видов характерно круглогодичное цветение без выраженных перерывов.

Поиск критериев оценки адаптивных возможностей видов поставил задачу анатомического исследования листа бегоний как одного из наиболее экологически пластичных органов. В результате проведенного сравнительного анализа нижней эпидермы 12 модельных видов и 8 культиваров показано, что структурные особенности основных клеток эпидермы и устьичного аппарата коррелируют с комплексом экологических факторов, определяющих условия обитания, – прежде всего водного режима и освещенности (Байкова и др., 2011). Выявлена тенденция увеличения числа и(или) размеров устьиц в условиях повышенной влажности и недостатка освещения. Число основных клеток эпидермы при этом сокращается, а их размеры увеличиваются. Все это обуславливает высокие показатели устьичного индекса видов, обитающих при избыточном увлажнении. Как результат адаптации к таким условиям сформировался наиболее специализированный из выявленных нами типов покровной ткани листьев – дифференцированная эпидерма с многоклеточными устьичными комплексами и очень крупными основными клетками, характерная для секции *Begonia*. Значения устьичного индекса большинства культиваров, полученных в результате селекции на устойчивость к недостатку влаги, оказались невысоки.

В систему показателей оценки адаптивных возможностей видов были включены также некоторые показатели физиологического состояния растений. В первую очередь – это физиолого-биохимические характеристики ассимилирующих органов, наиболее чувствительные к изменениям окружающей среды, что позволяет использовать

\* Под литерой “U” обозначаются бегонии неопределенного таксономического статуса в каталогах, издаваемых American Begonia Society.

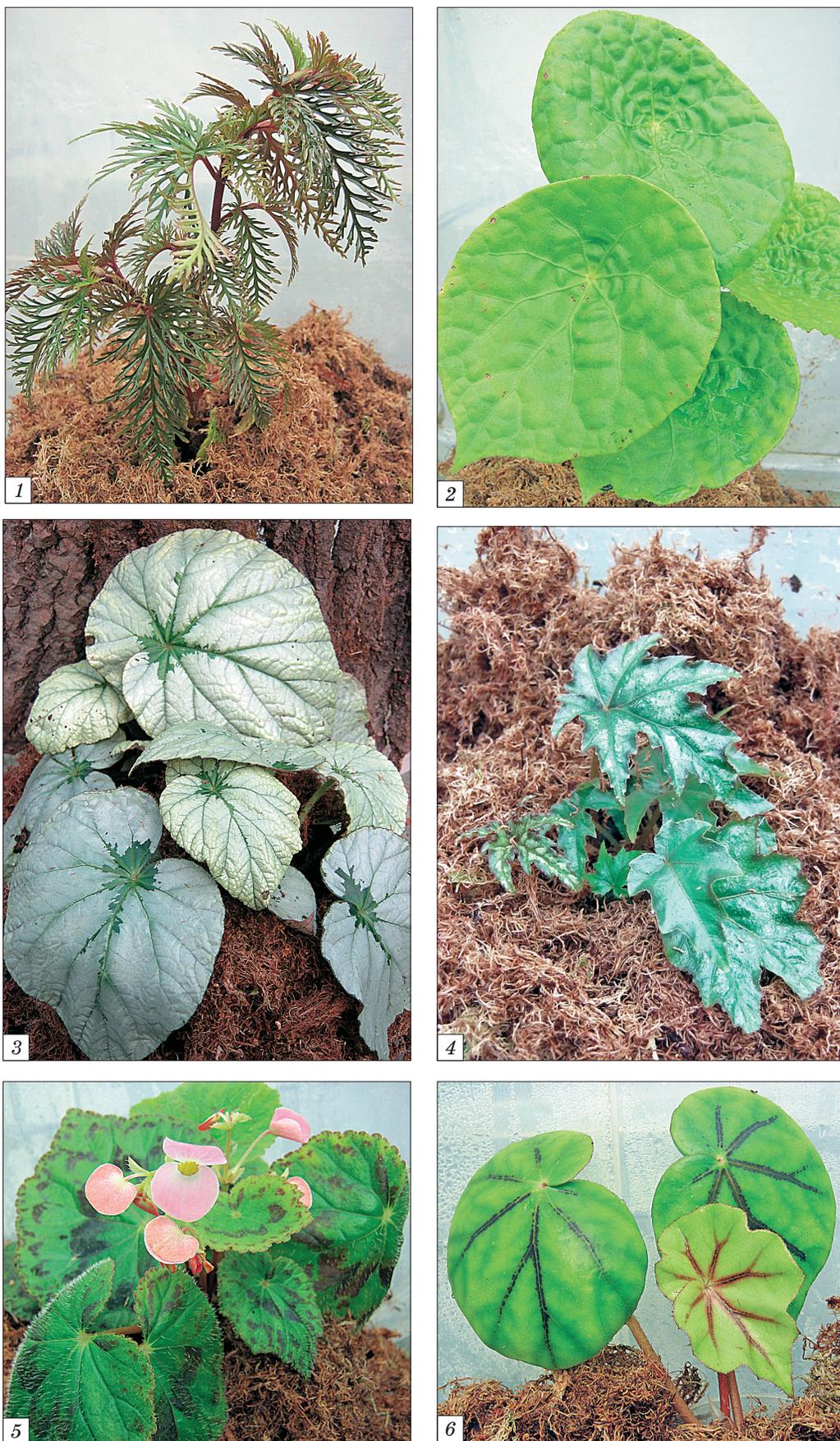


Рис. 1. Новые виды и формы бегоний в интродукционной коллекции ЦСБС:  
*Begonia bipinnatifida* (1), *B. paulensis* (2), *B. U489* (3), *B. sikkimensis* (4), *B. henryi* (5), *B. glandulosa* (6).

их для ранней диагностики. Система физиологических критериев состояла из двух уровней показателей. Первый уровень включал показатели содержания пигментов хлоропластов (содержание хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов). Второй уровень составляли неспецифические факторы устойчивости – флавоноиды (антоцианы, флавоны, флавонолы). Они не являются прямыми показателями состояния, но характеризуют реакцию растений на комплекс факторов среды.

Динамика показателей физиологического состояния в течение вегетационного периода была изучена у растений модельного вида *Begonia grandis*. Северные пределы распространения этого вида совпадают с северной границей естественного ареала рода на территории Восточной Азии (Golding, Wasshausen, 2002; Tebbitt, 2005). В отличие от других бегоний, этот вид встречается не только в субтропической, но и в теплоумеренной зоне, где он зимует при понижении температуры до  $-10^{\circ}\text{C}$  (Tebbitt, 2005). Такое распространение и биологические особенности, в сочетании с морфологическим разнообразием *Begonia grandis*, в составе которого выделено несколько подвидов, свидетельствуют о его высоком адаптивном потенциале. В условиях интродукционного эксперимента растения этого вида выращивали в оранжерее, где у них выражено состояние зимнего покоя, а также в условиях открытого грунта в течение безморозного периода.

Характер динамики пигментов хлоропластов в течение сезона вегетации соответствовал условиям произрастания растений. Содержание хлорофилла варьировало от более 6 мг/г в благоприятных условиях до 1.4 мг/г в периоды перепадов температуры и заморозков. Динамика каротиноидов была противоположна динамике хлорофилла, минимумы наблюдались в июне–июле (0.3–0.7 мг/г), а максимумы – в условиях перепадов температур (1–2 мг/г). Соотношение хлорофиллов *a* и

*b* в листьях оранжерейных растений на протяжении практически всего периода вегетации находилось в интервале, оптимальном для тенелюбивых растений, – 2.12–3.01, а в листьях растений открытого грунта в летний период наблюдался рост этого показателя значительно выше оптимума, что свидетельствует о не всегда благоприятном режиме освещенности (Карпова, Фершалова, 2016).

Исследование сезонной динамики флавоноидов дало возможность оценить влияние условий произрастания на их состав и выявить компоненты, содержание которых наиболее значительно изменяется при увеличении стрессовой нагрузки.

Уменьшение содержания антоцианов не соответствовало степени воздействия низкой температуры. В условиях гипотермии значительно больше антоцианов содержали листья оранжерейных растений, находящихся в более благоприятных условиях и имеющих более высокий физиологический статус, чем растения открытого грунта. В благоприятных условиях в оранжерее и в открытом грунте листья характеризовались минимальным содержанием антоцианов (1–2 мг/г) и относительно невысоким содержанием суммы флавонов и флавонолов (до 10 мг/г). При адаптации растений к перепадам температуры в оранжерее в листьях значительно увеличивалось содержание антоцианов (до 8.9 мг/г), а содержание суммы флавонов и флавонолов уменьшалось до 5 мг/г. При более значительном понижении температуры в условиях открытого грунта содержание антоцианов увеличивалось, но менее значительно, чем в условиях оранжерей (до 6.3 мг/г), а содержание суммы флавонов и флавонолов возрастало в несколько раз (до 28.3 мг/г) (рис. 2).

Состав С-флавоногликозидов в течение периода вегетации не изменялся, варьировало только их содержание; наиболее значительно – содержание ориентина. Его динамика аналогична динамике

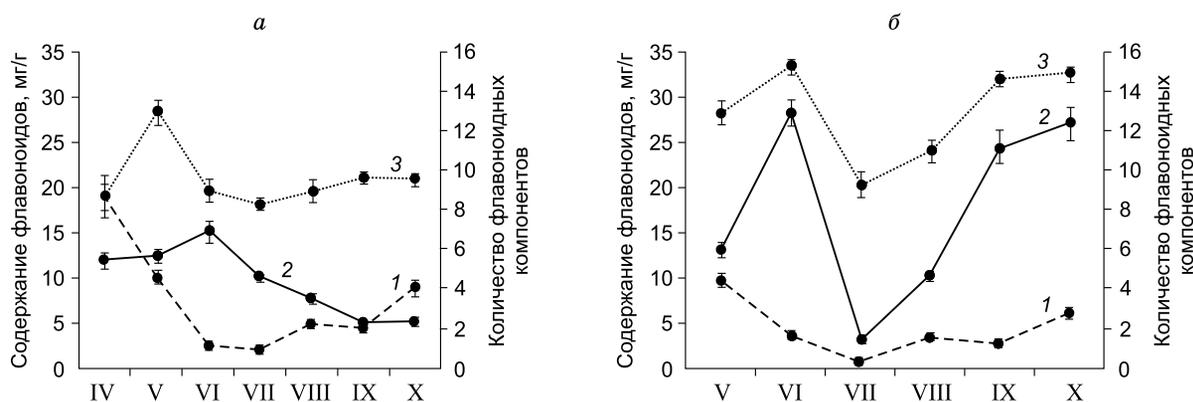


Рис. 2. Динамика содержания (мг/г абсолютно сухой массы) антоцианов (1), флавоноидов (2) и количества флавоноидных компонентов (3) по дополнительной оси в листьях *Begonia grandis* в течение периода вегетации в оранжерее (а) и открытом грунте (б).

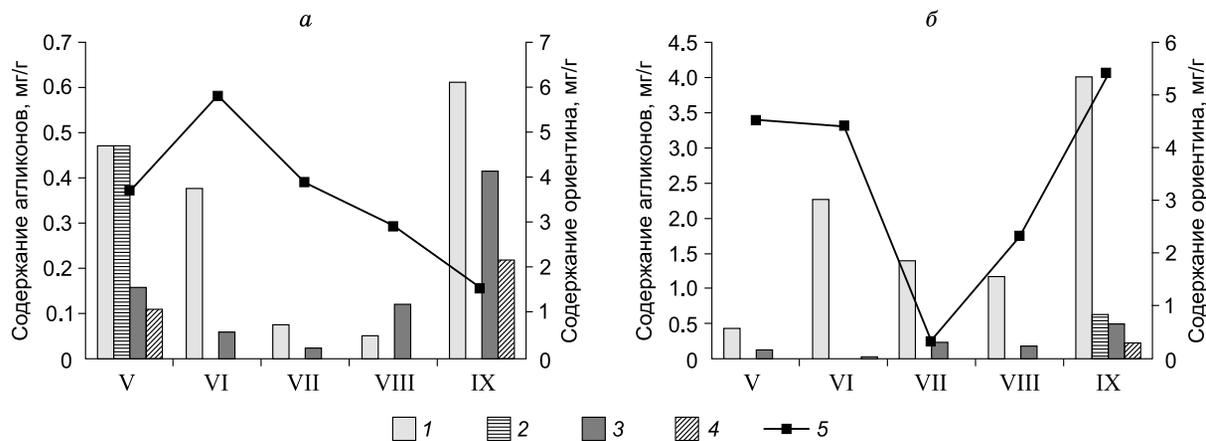


Рис. 3. Динамика содержания кверцетина, лутеолина и ориентина в листьях *Begonia grandis* в течение периода вегетации в оранжерее (а) и открытом грунте (б):

1 – кверцетин, 2 – свободный кверцетин, 3 – лутеолин, 4 – свободный лутеолин, 5 – ориентин.

суммы флавоноидов – с одним максимумом в оранжерее и двумя максимумами в открытом грунте (рис. 3). Содержание суммы агликонов и в оранжерее, и в открытом грунте уменьшалось в благоприятный период и возрастало в период перепадов температур.

Наиболее значительные изменения в течение вегетации наблюдались во фракциях О-гликозидов и свободных агликонов: изменялся и состав, и содержание компонентов (рис. 4). В условиях перепадов температуры в июне как в оранжерее, так и в открытом грунте в листьях возрастало содержание астрагалина, в оранжерее увеличивалось содержание компонентов 12 и 14, в открытом грунте – компонента 17. При понижении температуры воздуха в августе и сентябре в открытом грунте повышалось содержание гиперозида, компонентов 14, 17 и свободных кверцетина и лутеолина. Четыре компонента выявлены только в листьях растений открытого грунта (изокверцитрин и компоненты 19, 22 и 26), максимумы их содержания приходились на периоды выраженного стресса – июнь и сентябрь.

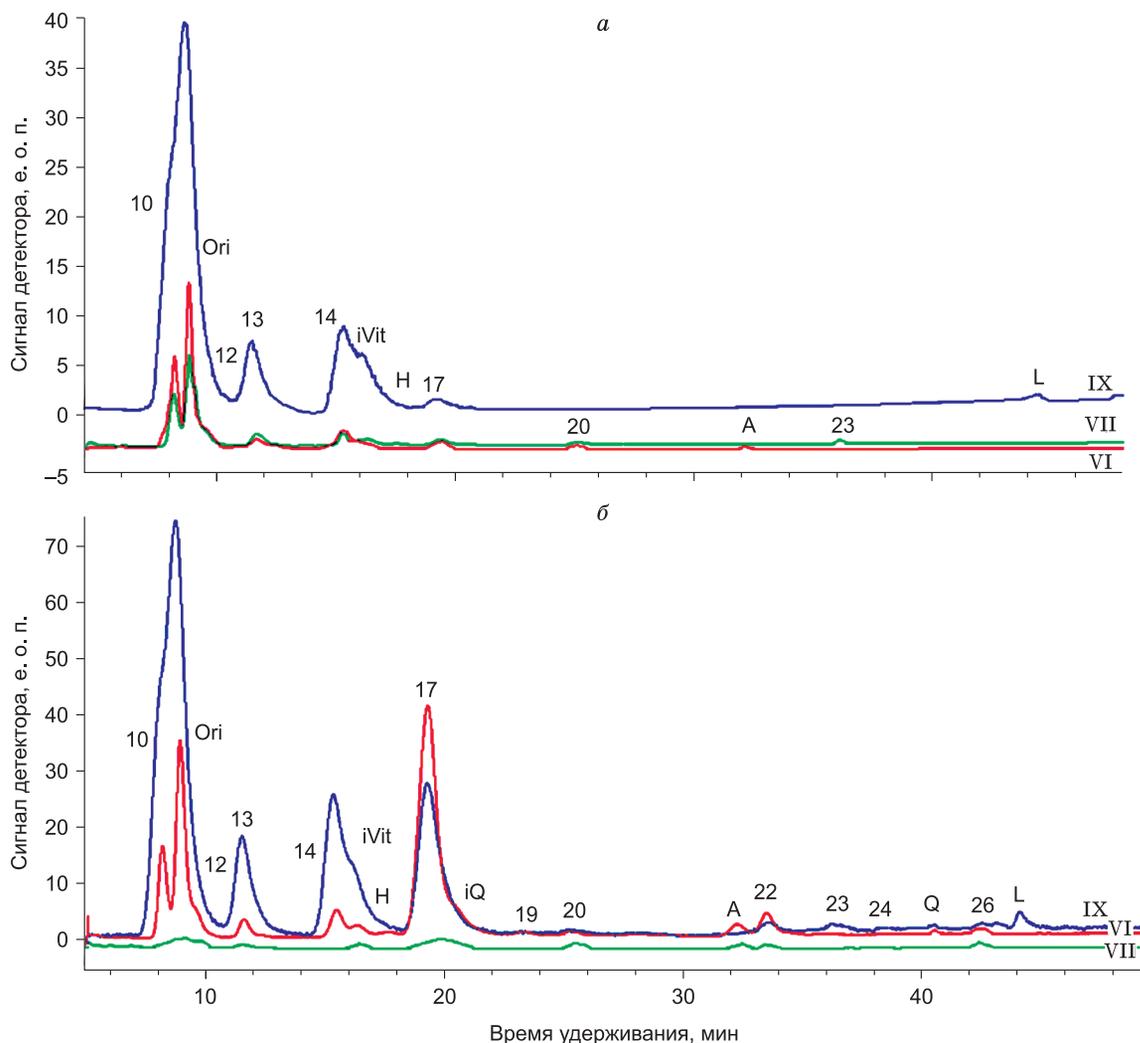
Таким образом, сопоставление содержания флавоноидов, их фракций и индивидуальных компонентов в листьях *B. grandis* в благоприятных условиях и при стрессовых воздействиях в оранжерее и открытом грунте позволило выявить изменения в составе флавоноидов, вызванные адаптацией к неблагоприятным факторам среды. В условиях оранжереи – это повышение содержания антоцианов, а в открытом грунте – изменение содержания С-гликозилфлавонов, состава и содержания О-гликозидов и свободных агликонов (Карпова et al., 2016).

Значительные отличия условий интродукции *B. grandis* в Западной Сибири от условий произрастания в естественном ареале позволяют предпо-

ложить, что адаптация к неблагоприятным факторам среды при понижении температуры происходит путем изменения содержания антоцианов. Вероятнее всего, в природе они играют основную роль в адаптации *B. grandis*. Флавоны и флавонолы как более эффективные защитные компоненты накапливаются при значительном увеличении стрессовой нагрузки.

Разработка ассортимента бегоний для помещений различного назначения, в том числе жилых, производственных, лечебно-оздоровительных, а также помещений детских дошкольных учреждений, сделала актуальным вопрос о возможности использования этих растений в качестве фитонцидных, для оздоровления воздушной среды. Проведено исследование антимикробной активности интактных растений и листьев методами дистанционным и “опарения” (Бакулин и др., 2010) в отношении условно-патогенных тест-объектов *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* и *Candida albicans* (рис. 5), а также водно-спиртовой и хлороформной фракций экстрактов листьев в отношении *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans*.

В результате проведенных экспериментов выявлена антимикробная активность летучих выделений интактных растений 21 вида бегоний к микробиологическим тест-объектам: *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* и *Candida albicans* (Цыбуля и др., 2010). Дальнейшие исследования показали высокую биологическую активность летучих выделений некоторых представителей рода *Begonia* в отношении широкого спектра грамположительных, грамотрицательных бактерий и грибов рода *Candida* как в лабораторных условиях, так и в воздушной среде помещений детских учреждений.



**Рис. 4.** Фрагменты хроматограмм водно-спиртовых экстрактов листьев *Begonia grandis*, полученных в июне (график VI), июле (VII) и сентябре (IX) в оранжерее (а) и открытом грунте (б).

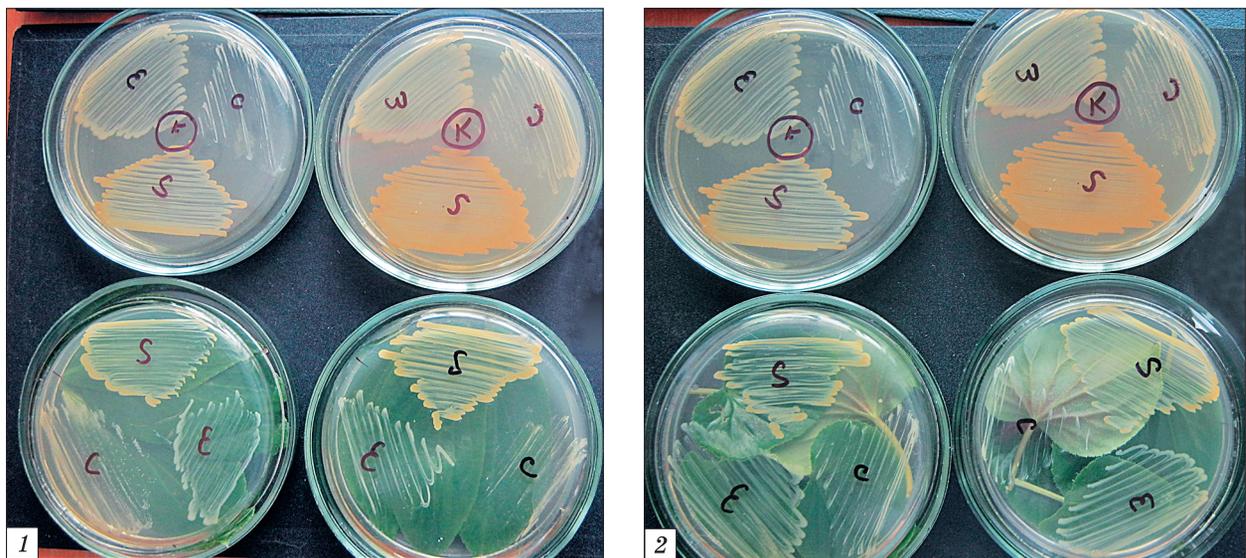
Ori – ориентин, iVit – изовитексин, H – гиперозид, iQ – изокверцитрин, A – астрагалин, Q – кверцетин, L – лютеолин; компоненты: 10 ( $t_r$  7.8 мин), 12 ( $t_r$  9.2 мин), 13 ( $t_r$  10.9 мин), 14 ( $t_r$  14.2 мин), 17 ( $t_r$  19.2 мин), 19 ( $t_r$  23.2 мин), 20 ( $t_r$  25.3 мин), 22 ( $t_r$  33.4 мин), 23 ( $t_r$  36.2 мин), 24 ( $t_r$  38.2 мин), 26 ( $t_r$  42.4 мин). е.о.п. – единица оптической плотности.

Интактные растения и фракции экстрактов всех исследованных видов проявили антимикробную активность – высокую и умеренную в отношении грамположительных тест-объектов (*Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*), от низкой до умеренной в отношении грамотрицательных тест-объектов (в том числе *Pseudomonas aeruginosa*) и грибов рода *Candida albicans* (Карпова и др., 2011). Впервые выявлена сезонная динамика: возрастание антимикробной активности листьев бегоний в весенне-летний период в отношении стафилококка *Staphylococcus epidermidis*, в осенне-зимний период – в отношении кишечной палочки *Escherichia coli*.

В качестве источника получения антимикробных препаратов предложены хлороформная фракция *Begonia bowerae* R. Ziesenh. и водные или вод-

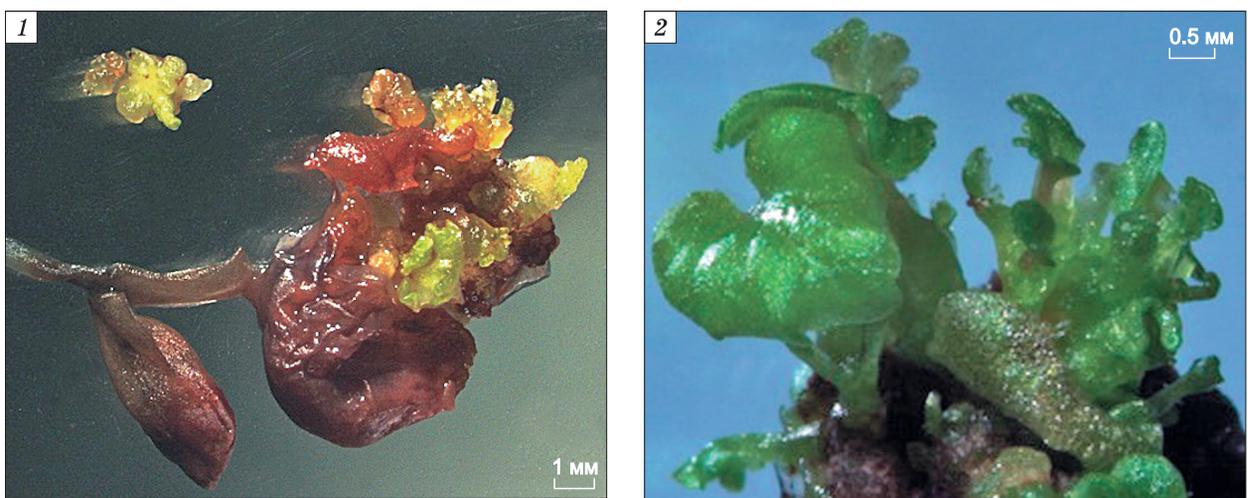
но-спиртовые экстракты листьев *B. heracleifolia* Cham. et Schltld. var. *nigricans* Hook. и *B. 'Erythrophylla'*, отличающиеся наиболее широким спектром антимикробного действия.

С целью поиска среди бегоний новых потенциальных источников антимикробной активности было предпринято более детальное биохимическое исследование, в частности, изучение флавоноидов. Установлено, что основными флавоноидными компонентами листьев представителей рода *Begonia* являются гликозиды кверцетина (изокверцитрин, гиперозид) и С-флавоногликозиды (ориентин, витексин, изовитексин). В экстрактах всех видов, кроме *B. carolineifolia* Regel, имеющего минимальную антимикробную активность, преобладают гликозиды кверцетина – изокверцитрин и гиперозид. Полученные данные позволяют сделать



**Рис. 5.** Тестирование антимикробной активности летучих выделений листьев *Begonia holtonis* A. DC. (1) и *B. convolvulacea* A. DC. (2) методом “опарения”.

Образцы эксперимента 06.02.2015 г. Проявление высокой активности в отношении *Candida albicans* (c) и умеренной активности в отношении *Staphylococcus epidermidis* (s) и *Escherichia coli* (e). Буквой “k” обозначен контроль.



**Рис. 6.** Микроклональное размножение *B. hybrida* ‘Glulare de Loren’.

Инициация адвентивных побегов (1) и прямой органогенез побегов (2). Фотографии выполнены в Центре коллективного пользования микроскопического анализа биологических объектов ЦСБС СО РАН.

предположение о связи антимикробных свойств листьев представителей рода *Begonia* с наличием О-гликозидов кверцетина.

На заключительных этапах интродукционного эксперимента была проведена комплексная интродукционная оценка видов и культиваров рода *Begonia* коллекции ЦСБС. Для этого была усовершенствована шкала оценки успешности интродукции тропических и субтропических растений, предложенная М.А. Одеговой (2006), и разработаны оригинальные шкалы оценки декоративности бегоний по признакам листьев и соцветий (Байкова, Фершалова, 2009а). На основе оценки адаптив-

ных возможностей исследованных видов и культиваров бегоний, их декоративности и устойчивости предложен и обоснован типовой ассортимент и комплекс приемов возделывания бегоний (Фершалова, Байкова, 2008).

Некоторые бегонии проявили в интродукционном эксперименте ценные декоративные качества, но по способности к вегетативному размножению были оценены невысоко. Одним из таких видов оказался *B. masoniana* Irmsch. Для решения задач сохранения и размножения ценных генотипов рода *Begonia*, а также введения в культуру редких видов и культиваров с низким коэффициен-

том вегетативного размножения были проведены исследования, направленные на разработку приемов клонального микроразмножения бегоний. В качестве модельного объекта была выбрана *B. masoniana* var. *maculata* S.K. Chen et R.X. Zheng ex D.Y. Xia с низким коэффициентом вегетативного размножения (Фершалова, Набиева, 2016). Образование побегов в культуре тканей у этого вида происходило как прямым, так и непрямым путем, а коэффициент размножения зависел от состава питательной среды. Установлено, что пролиферация побегов из эксплантов сегментов женских цветков без образования каллуса позволяет получить мно-

гочисленные растения-регенеранты в сокращенные сроки (90–110 сут) по сравнению со стандартным способом размножения. На основе методики, примененной для *B. masoniana* var. *maculata*, были разработаны биотехнологические приемы клонального микроразмножения еще 3 видов и 1 культивара, имеющих высокие показатели по декоративности цветения, – *B. rockii* Irmsch., *B. sutherlandii* Hook. f., *B. variegata* Y.M. Shui et W.H. Chen, *B. hybrida* ‘Gluare de Loren’ (Nabieva, Fershalova, 2015; Nabieva et al., 2016) (рис. 6). Полученные результаты могут быть использованы для сохранения и размножения ценных генотипов рода *Begonia*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения многолетних комплексных исследований крупного тропического рода *Begonia* при интродукции в условиях закрытого грунта в ЦСБС СО РАН были решены следующие задачи:

– выявлены базовые признаки структуры побеговых систем, описаны жизненные формы, архитектурные модели, типы общих и частных соцветий;

– изучены онтогенез и ритмы сезонного развития интродуцированных бегоний, установлены группы видов по срокам цветения и зависимость продолжительности цветения от микроэкологических условий интерьеров;

– оценена лабильность биоморфологических признаков побеговых систем различных видов бегоний, определяющая их адаптивные возможности в условиях интродукции;

– выявлены и проанализированы структурные особенности основных клеток эпидермы и устьичного аппарата листьев модельных видов и культиваров, установлена их связь с экологическими факторами, определяющими условия обитания;

– исследована годовая динамика содержания фотосинтезирующих пигментов и флавоноидов в листьях модельного вида *B. grandis* как показателей физиологического состояния, обеспечивающих процесс адаптации;

– изучена антимикробная активность летучих выделений некоторых представителей рода, определены виды, перспективные для фитодизайна;

– дана интродукционная оценка видов из коллекции ЦСБС, разработаны практические рекомендации и ассортимент для интерьеров различного назначения;

– разработаны приемы клонального микроразмножения ценных генотипов рода *Begonia* *in vitro*.

Выполнение подобного исследования стало возможно на основе междисциплинарных подходов при совместной работе специалистов различных направлений экспериментальной ботаники. Такое всестороннее изучение крупного родового комплекса тропических растений с целью выявления его адаптивного потенциала при интродукции в условиях закрытого грунта выполнено в отечественной науке впервые. Его итогом стала разработка перспективного ассортимента бегоний для помещений различного назначения, практических рекомендаций по агротехнике и эффективных приемов размножения видов и культиваров. Предложенная схема представляется перспективной для изучения других родов тропических и субтропических растений в условиях интродукционного эксперимента в закрытом грунте.

## ЛИТЕРАТУРА

- Байкова Е.В., Фершалова Т.Д. Архитектурные модели и жизненные формы представителей рода *Begonia* (Begoniaceae) // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 8. С. 1113–1128.
- Байкова Е.В., Фершалова Т.Д. Методика оценки декоративности представителей рода *Begonia* L. при интродукции // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2009а. № 8. С. 27–34.
- Байкова Е.В., Фершалова Т.Д. Строение соцветий в роде *Begonia* (Begoniaceae) // Бот. журн. 2009б. Т. 94, № 10. С. 1475–1485.
- Байкова Е.В., Фершалова Т.Д. Особенности онтогенеза некоторых видов рода *Begonia*, интродуциро-

ванных в Центральном сибирском ботаническом саду (Новосибирск) // Тр. Том. гос. ун-та. Сер. биол. 2010. Т. 274. С. 70–73.

Байкова Е.В., Фершалова Т.Д., Цыбуля Н.В. Особенности строения эпидермы листа представителей рода *Begonia* при интродукции // Вестн. ИрГСХА. 2011. Вып. 44. С. 15–21.

Бакулин В.Т., Чиндяева Л.Н., Цыбуля Н.В. Антимикробная активность листьев тополей и ив (*Salicaceae*) в Сибири // Пробл. регион. экологии. 2010. № 6. С. 60–64.

Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, 1995. 224 с.

- Карпова Е.А., Фершалова Т.Д.** Динамика содержания пигментов в листьях *Begonia grandis* Dryander subsp. *grandis* при интродукции в Западной Сибири // Вестн. Том. гос. ун-та. Сер. биол. 2016. № 1 (33). С. 140–158.
- 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. 9–16.
- Одегова М.А.** Интродукция тропических и субтропических растений в Центральной Якутии. Якутск, 2006. 168 с.
- Фершалова Т.Д., Байкова Е.В.** Итоги интродукции представителей рода *Begonia* (Begoniaceae) в Центральном сибирском ботаническом саду // Раст. мир Азиатской России. 2008. № 2. С. 89–94.
- Фершалова Т.Д., Байкова Е.В.** Интродукция бегоний в оранжереях и интерьерах. Новосибирск, 2013. 157 с.
- Фершалова Т.Д., Набиева А.Ю.** Особенности размножения *Begonia masoniana* var. *maculata* в условиях интродукции // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Материалы Шестой Междунар. науч. конф. (20–25 июня 2016 г., Санкт-Петербург). СПб., 2016. С. 383–386.
- Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д., Якимова Ю.Л.** Изучение антимикробной активности некоторых видов рода *Begonia* L., перспективных для фитодизайна // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2010. Т. 44, № 1. С. 47–50.
- Aung H.T., Sein M.M., Aye M.M., Thu Z.M.** A Review of traditional medicinal plants from Kachin State, Northern Myanmar // Nat. Prod. Commun. 2016. V. 11, No. 3. P. 353–364.
- Golding J., Wasshausen D.C.** Begoniaceae. 2 ed. Washington, 2002. 289 p.
- Hallé F., Oldeman R.A.A.** Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Paris, 1970. 178 p.
- Hallé F., Oldeman R.A.A., Tomlinson P.B.** Tropical trees and forests: an architectural analysis. Berlin, 1978. 441 p.
- Heinrich M.** Ethnobotany and natural products: the search for new molecules, new treatments of old diseases or a better understanding of indigenous cultures? // Curr. Top. Med. Chem. 2003. V. 3, No. 2. P. 141–154.
- Karpova E.A., Fershalova T.D., Petruk A.A.** Flavonoids in adaptation of *Begonia grandis* Dryander subsp. *grandis* introduced in West Siberia // J. Stress Physiol. Biochem. 2016. V. 12, No. 3. P. 44–56.
- Morton J.F.** Atlas of medicinal plants of Middle America: Bahamas to Yucatan. Springfield, Illinois, 1981. 1420 p.
- Nabieva A.Yu., Fershalova T.D.** The creation of protected ecosystems as the conservation-friendly way to save genus *Begonia* from extinction // J. Trop. Resources and Sustainable Sci. 2015. No. 3. P. 164–168.
- Nabieva A.Yu., Fershalova T.D., Tsybulya N.V.** Search for the methods of the optimal reproduction of *Begonia variegata* in connection with its antimicrobial properties // Plant Cell Biotechnol. Molec. Biol. 2016. V. 17, No. 7–8. P. 290–298.
- Nisha M.C., Rajeshkumar S., Selvaraj T., Modurpalayam S., Subramanian M.S.** A valued Indian medicinal plant – *Begonia malabarica* Lam.: Successful plant regeneration through various explants and field performance // Maejo Int. J. Sci. Technol. 2009. V. 3, No. 2. P. 261–268.
- Tag H., Kalita P., Dwivedi P., Das A.K., Namsa N.D.** Herbal medicines used in the treatment of diabetes mellitus in Arunachal Himalaya, northeast, India // J. Ethnopharmacol. 2012. V. 141, No. 3. P. 786–795.
- Tebbitt M.C.** Begonias: cultivation, identification, and natural history. Portland, 2005. 270 p.