



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИМЕНИ Н.В. ЦИЦИНА
ОБЩЕСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЙ ФОНД «БОТАНИЧЕСКОЕ
НАСЛЕДИЕ Н.В. ЦИЦИНА»
СОВЕТ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ РОССИИ

Стратегия ботанических садов: сохранение, изучение, развитие

**Всероссийская научная конференция с международным участием,
посвященная 95-летию со дня рождения
академика РАН Льва Николаевича АНДРЕЕВА**

СБОРНИК СТАТЕЙ

20 – 24 июля 2026 г.

Москва

УДК 631.529:581:58.006
ББК 28.5л6
ISBN 978-5-6053163-4-3
DOI: 10.35102/x4143-9930-3114-j

«Стратегия ботанических садов: сохранение, изучение, развитие». Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 95-летию со дня рождения академика РАН Л.Н. Андреева: сборник статей. Ответственный редактор Крючкова В.А. Москва: Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН, 2026. 252 с.

В сборнике статей представлены материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 95-летию со дня рождения академика РАН Л.Н. Андреева, состоявшейся с 20 по 24 июля 2026 г. в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН. В статьях рассмотрены вопросы создания, учета и презентации биологических коллекций, проблемы изучения и сохранения биоразнообразия растений в ботанических садах и других ООПТ, отражены физиолого-биохимические, биотехнологические, генетические и селекционные аспекты исследования биоразнообразия растений. Материалы представляют интерес для специалистов в области ботаники, экологии и интродукции, генетики и селекции растений.

© Авторы
©Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН

UDC 631.529:581:58.006
BBC 28.5л6
ISBN 978-5-6053163-4-3
DOI: 10.35102/x4143-9930-3114-j

«Strategy of botanical gardens: conservation, study, development». All-Russian Scientific Conference with international participation dedicated to the 95th anniversary of the birth of Academician of the Russian Academy of Sciences L.N. Andreev: collection of articles. Executive editor Kryuchkova V.A. Moscow: N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, 2026. 252 p.

The collection of articles presents the materials of the All-Russian Scientific Conference with international participation dedicated to the 95th anniversary of the birth of Academician of the Russian Academy of Sciences L.N. Andreev, held from July 20 to 24, 2026 in the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences. The articles consider the issues of creation, accounting and presentation of biological collections, the problems of studying and preserving plant biodiversity in botanical gardens and other protected areas, and reflect the physiological, biochemical, biotechnological, genetic and breeding aspects of plant biodiversity research. The materials are of interest to specialists in the fields of botany, ecology and introduction, genetics and plant breeding.

© The authors
©N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

Аветисян Г.А. РАЗВИТИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ МУЧНИСТОЙ РОСЫ НА РАСТЕНИЯХ ФЛОКСА КОЛЛЕКЦИИ ГБС РАН / Avetisyan G.A. DEVELOPMENT OF THE POWDERY MILDEW ON PHLOX PLANTS FROM THE COLLECTION OF THE MAIN BOTANICAL GARDEN.....	9
Алекперов Р.А., Ахмедова В.Р. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАСТЕНИЯ ИННАБ (<i>ZIZIPHUS JUJUBA</i> L.) / Alakbarov R.A., Akhmedova V.R. SCIENTIFIC BASIS OF MEDICAL USE OF THE INNAB PLANT (<i>ZIZIPHUS JUJUBA</i> L.).....	12
Алиева Г.Н., Мамедова З.А., Гахраманов Ш.Ш., Тагиев М.М. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА ЛИСТЬЕВ У ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ДУБА АЗЕРБАЙДЖАНА / Aliyeva G.N., Mammadova Z.A., Gahramanov Sh.Sh., Tagiyev M.M. COMPARATIVE STUDY OF LEAF MORPHO-PHYSIOLOGICAL POLYMORPHISM IN SELECTED OAK SPECIES OF AZERBAIJAN.....	15
Арестова Е.А., Арестова С.В. БОТАНИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ «ДЕНДРАРИЯ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА» КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА РАСТЕНИЙ / Arestova E.A., Arestova S.V. BOTANICAL DIVERSITY OF THE «ARBORETUM OF THE RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF THE SOUTH-EAST REGION» AS A BASIS FOR PRESERVING THE GENE POOL OF PLANTS.....	19
Балаева Н.А., Космополитова Е.М., Митрофанова И.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ ГЕОРГИНЫ САДОВОЙ (<i>DAHLIA</i>) В КОЛЛЕКЦИЯХ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ / Balaeva N.A., Cosmopolitova E.M., Mitrofanova I.V. THE CURRENT STATE OF THE DETERMINING AND IDENTIFICATION OF THE GARDEN GEORGINA (<i>DAHLIA</i>) DISEASES IN THE BOTANICAL GARDENS COLLECTIONS AT THE RUSSIAN FEDERATION.....	24
Богоутдинова Л.Р., Шелепова О.В., Баранова Е.Н. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ САМЕРАРИА ОХРИДЕЛЛА НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ <i>AESCLUS</i> / Bogoutdinova L.R., Sheleпова O.V., Baranova E.N. POPULATION DYNAMICS OF CAMERARIA OHRIDELLA ON DIFFERENT TYPES OF <i>AESCLUS</i>	27
Варданян Ж.А., Григорян А.А. ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА <i>PHILADELPHUS</i> L. В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ АРМЕНИИ / Vardanyan Zh.A., Grigoryan An.A. EVALUATION OF ORNAMENTAL VALUE AND POTENTIAL OF SPACES OF MOCK ORANGE (<i>PHILADELPHUS</i> L.) IN URBAN GREEN PLANTINGS OF ARMENIA.....	31
Варданян Ж.А., Григорян М.М., Мурадян Н.Н. ЕРЕВАНСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД КАК НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ КРАСИВОЦВЕТУЩИХ КУСТАРНИКОВ И САДОВЫХ ФОРМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ/ Vardanyan Zh.H., Grigoryan M.M., Muradyan N.N. YEREVAN BOTANICAL GARDEN AS A SCIENTIFIC CENTER FOR THE CREATION OF A COLLECTION OF ORNAMENTAL FLOWERING SHRUBS AND GARDEN FORMS OF WOODY PLANTS.....	38
Гельтман Д.В. ЕЩЕ РАЗ О ТЕРМИНЕ «ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ» И НАУЧНОЙ ТЕМАТИКЕ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ / Geltman D.V. ONES AGAIN ABOUT THE TERM «INTRODUKTSIA RASTENII [PLANT INTRODUCTION]» AND THE RESEARCH AGENDA OF BOTANICAL GARDENS.....	44
Гнутиков А.А., Носов Н.Н., Гукасян А.Г., Родионов А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИБРИДИЗАЦИИ В АЛЛОПОЛИПЛОИДНЫХ ГЕНОМАХ НА ПРИМЕРЕ ВИДОВ РОДОВ <i>ZINGERIA</i> И <i>COLPODIUM</i> (POACEAE) / Gnutikov A.A., Nosov N.N., Ghukasyan A.G., Rodionov A.V. STUDY OF HYBRIDIZATION PROCESSES IN ALLOPOLYPLOID GENOMES USING THE EXAMPLE OF SPECIES OF THE GENERA <i>ZINGERIA</i> AND <i>COLPODIUM</i> (POACEAE).....	50

Гюльмамедова Ш.А. ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ПАРКАХ И САДАХ АПСХЕРОНА / Gulmammedova Sh.A. STUDY OF PLANT DIVERSITY IN THE PARKS AND GARDENS OF ABSHERON.....	55
Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Васильева Н.Н. ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА <i>SORBUS</i> L. В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКА / Demidova N.A., Durkina T.M., Vasiljeva N.N. RESULTS OF THE INTRODUCTION OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS <i>SORBUS</i> L. IN ARKHANGELSK CONDITIONS.....	60
Деревянко А.А., Рубец В.С., Душенин Р.А., Черноок А.Г., Дивашук М.Г. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СПИДБРИДИНГА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ВЫСОКОРОСЛЫХ СОРТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО / Derevyanko A. A., Rubets V. S., Dushenin R. A., Chernook A. G., Divashuk M. G. INFLUENCE OF SPEEDBREEDING CONDITIONS ON THE DURATION OF INTERPHASE PERIODS OF TALL PEA VARIETIES.....	64
Дун Лэймин, Го Юаньцзянь, Цюань Цзянь, Лю Хэнсин, Го Лин, Ван Жуйчжэнь. ПОЛНОГЕНОМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА И РАЗРАБОТКА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ С ДЛИННЫМИ ТАНДЕМНЫМИ ПОВТОРАМИ У <i>MALUS</i> / Leiming Dong, Yuanqian Guo, Jian Quan, Hengxing Liu, Ling Guo, Ruizhen Wang. GENOME-WIDE IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION AND DEVELOPMENT OF LONG-MOTIF REPEAT MICROSATELLITE MARKERS IN <i>MALUS</i>	69
Егоров А.А., Мусс П.П. ДЛИТЕЛЬНЫЕ РЯДЫ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ЗИМОСТОЙКОСТИ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ – РУКОВОДСТВО ДЛЯ ПИТОМНИКОВОДОВ ПО ПОДБОРУ УСТОЙЧИВОГО АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ХВОЙНЫХ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ) / Egorov A.A., Muss P.P. LONG-TERM SERIES OF OBSERVATIONS ON WINTER HARDINESS IN BOTANICAL GARDENS – A GUIDE FOR NURSERYMEN ON THE SELECTION OF A SUSTAINABLE RANGE OF PLANTS (USING THE EXAMPLE OF CONIFERS GROWN IN ST. PETERSBURG AND THE LENINGRAD REGION).....	70
Жавкина Т.М., Помогайбин А.В., Ревунова Л.Г., Рогулева Н.О., Розно С.А., Рузаева И.В., Кавеленова Л.М. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ БИОРЕСУРСНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ЖИВЫХ РАСТЕНИЙ (ИЗ ОПЫТА БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА) / Zhavkina T.M., Pomogaybin A.V., Revunova L.G., Roguleva N.O., Rozno S.A., Ruzaeva I.V., Kavelenova L.M. PROBLEMS OF DEVELOPING BIORESOURCE COLLECTIONS OF LIVING PLANTS (FROM THE EXPERIENCE OF THE BOTANICAL GARDEN OF SAMARA UNIVERSITY).....	75
Жураева Х.К., Хазратов А.Т., Иноятлова М.Х., Мустафина Ф.У., Абдиназаров С.Х. МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ <i>ACER PLATANOIDES</i> ‘CRIMSON KING’ (ACERACEAE) <i>IN VITRO</i> : МОДЕЛЬНЫЙ ДЕКОРАТИВНЫЙ ГЕНОТИП ИЗ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА / Juraeva Kh.K., Khazratov A.T., Inoyatova M.H., Mustafina F.U., Abdinazarov S.Kh. <i>IN VITRO</i> MICROPROPAGATION OF <i>ACER PLATANOIDES</i> ‘CRIMSON KING’ (ACERACEAE): A MODEL ORNAMENTAL GENOTYPE FROM BOTANICAL GARDEN COLLECTIONS.....	79
Зубова М.Ю., Бондарева Е.А., Назаренко Л.В. ОСОБЕННОСТИ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ С КОНТРАСТНОЙ ОКРАСКОЙ (НА ПРИМЕРЕ <i>OCIMUM BASILICUM</i> L.) / Zubova M.Yu., Bondareva E.A., Nazarenko L.V. FEATURES OF THE LEAF PIGMENT COMPLEX OF PLANTS WITH CONTRAST COLORATION (CASE STUDY: <i>OCIMUM BASILICUM</i> L.).....	84
Ибадуллаева С.Дж., Амрахова Ф.Ф., Набиева Ф.Х., Ширалиева Г.Ш., Худавердиева С.Ф. ЭТНОБОТАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТРАДИЦИОННЫХ ЗНАНИЙ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП, ПРОЖИВАЮЩИХ В РЕГИОНЕ ГУБА / Ibadullayeva S. J., Amrahova F.F., Nabiyeve F.Kh., Shiraliyeva G.Sh., Khudaverdiyeva S.F.	

ETHNOBOTANICAL ANALYSIS OF USEFUL PLANTS BASED ON TRADITIONAL KNOWLEDGE OF ETHNIC GROUPS LIVING IN THE GUBA REGION.....	88
Ибадуллаева С.Дж., Садыгова Н.И., Мустафаев В.Х., Сулейманова Л.М., Маммадли С.А., Гусейнли Т.Р. ОЗЕЛЕНЕНИЕ ЗАСУШЛИВЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ: ОПЫТ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА / Ibadullayeva S.J., Sadigova N. I., Mustafayev V.H., Suleymanova L.M., Mammadli S.A. Huseynli T.R. GREENING OF ARID AREAS IN URBAN PLANNING: EXPERIENCE OF THE ABSHERON PENINSULA.....	91
Иманбаева А.А. РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «FENO-S» ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В МАНГЫШЛАКСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ / Imanbayeva A.A. DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE “FENO-S” PROGRAM FOR THE DIGITALIZATION OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS AT THE MANGYSHLAK EXPERIMENTAL BOTANICAL GARDEN.....	97
Иноятлова М.Х., Хазратов А.Т., Жураева Х.К., Мустафина Ф.У. АДАПТАЦИЯ РАСТЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ <i>IN VITRO</i> , К УСЛОВИЯМ ОТКРЫТОГО ГРУНТА НА ПРИМЕРЕ <i>MORUS RUBRA</i> , <i>PTELEA TRIFOLIATA</i> И <i>FORESTIERA NEOMEXICANA</i> / Inoyatova M.X., Khazratov A.T., Juraeva H.K., Mustafina F.U. ADAPTATION OF <i>IN VITRO</i> -DERIVED PLANTS TO OPEN GROUND CONDITIONS: A CASE STUDY OF <i>MORUS RUBRA</i> , <i>PTELEA TRIFOLIATA</i> AND <i>FORESTIERA NEOMEXICANA</i>	101
Капитова И.А. СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ САДОВЫХ КУЛЬТУР: ОТ <i>IN VITRO</i> КУЛЬТИВИРОВАНИЯ К ЦИФРОВЫМ БАНКАМ ДАННЫХ / Kapitova I. A. PRESERVATION OF HORTICULTURAL CROPS GENETIC RESOURCES: FROM <i>IN VITRO</i> CULTIVATION TO DIGITAL DATA BANKS.....	107
Кашин А.С., Кондратьева А.О., Кириллова И.М., Пархоменко А.С. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ ЮГА РУССКОЙ РАВНИНЫ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ / Kashin A.S., Kondratieva A.O., Kirillova I.M., Parkhomenko A.S. IMPLEMENTATION OF AN INTEGRATED APPROACH TO STUDYING THE STATE OF POPULATIONS OF RARE SPECIES OF FLOWERING PLANTS IN THE SOUTH OF THE RUSSIAN PLAIN AND ADJACENT TERRITORIES.....	113
Конорев П.М. СЕЛЕКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС КАК ЭЛЕМЕНТ РАСШИРЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ У ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (<i>LUPINUS ANGUSTIFOLIUS</i> L.) / Konorev P. M. THE BREEDING PROCESS AS AN ELEMENT OF BIODIVERSITY ENHANCEMENT IN NARROW-LEAFED LUPINE (<i>LUPINUS ANGUSTIFOLIUS</i> L.).....	119
Коробкова В.А., Котенко Ю.Н., Рубец В.С. ВЛИЯНИЕ ИНБРИДИНГА НА УРОВЕНЬ ПЕРВИЧНОЙ ХАЗМОГАМИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ / Korobkova V.A., Kotenko Yu.N., Rubets V.S. INFLUENCE OF INBREEDING ON THE LEVEL OF PRIMARY CHASMOGAMY IN WINTER TRITICALE IN THE CRNZ.....	123
Ли Айхуа. КИТАЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ БАНК ЗАРОДЫШЕВОЙ ПЛАЗМЫ РАСТЕНИЙ: КЛЮЧЕВОЙ МЕХАНИЗМ СОХРАНЕНИЯ <i>EX SITU</i> В НАЦИОНАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ КИТАЯ / Li Aihua. CHINA NATIONAL PLANT GERMPLASM BANK: A KEY LEVER FOR <i>EX SITU</i> CONSERVATION IN CHINA NATIONAL BOTANICAL GARDEN.....	129
Ляшков И.В., Крохмаль А.В., Балахонский М.А. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ РАЗНЫХ ЭТАПОВ СЕЛЕКЦИИ / Lyashkov I.V., Krokhamal A.V., Balakhonsky M.A. A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF WINTER TRITICALE VARIETIES AT DIFFERENT STAGES OF BREEDING.....	130
Мамедова У., Талибов Т., Мовсумова Н. НАУЧНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ СОХРАНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ, ПРИНАДЛЕЖАЩИХ К ПОДСЕМЕЙСТВУ <i>VALERIANOIDEAE</i> RAF. В НАХИЧЕВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА / Mammadova U., Talibov T., Movsumova N. SCIENTIFIC ASSESSMENT OF CONSERVATION PROSPECTS OF CERTAIN	

SPECIES BELONGING TO THE SUBFAMILY <i>VALERIANOIDEAE</i> RAF. IN THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC UNDER CONDITIONS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE.....	137
Михеева С.В., Яценко И.О. ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПОКОЯ СЕМЯН У ОСОБИ <i>VIBURNUM LANTANA</i> L. / Mikheeva S.V., Yatsenko I.O. HETEROGENEITY OF SEED DORMANCY IN <i>VIBURNUM LANTANA</i> L. SPECIMEN.....	142
Мустафина Ф.У., Жураева Х.К., Хазратов А.Т., Иноятлова М.Х., Абдиназаров С.Х. <i>IN VITRO</i> СОХРАНЕНИЕ И ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ <i>PTELEA TRIFOLIATA</i> L. (RUTACEAE JUSS.): БИОАКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОЛЛЕКЦИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА / Mustafina F.U., Juraeva Kh.K., Khazratov A.T., Inoyatova M.H., Abdinazarov S.Kh. <i>IN VITRO</i> CONSERVATION AND PHYTOCHEMICAL STUDY OF <i>PTELEA TRIFOLIATA</i> L. (RUTACEAE JUSS.): BIOACTIVE POTENTIAL OF BOTANICAL GARDEN COLLECTIONS.....	147
Некляев С.Э., Ткаченко О.Б. КОЭВОЛЮЦИОННАЯ АДАПТАЦИЯ ДЕНДРОБИОНТНЫХ ГРИБОВ И ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ / Neklyayev S.E., Tkachenko O.B. COEVOLUTIONARY ADAPTATION OF DENDROBIONT FUNGI AND TREE SPECIES IN CONIFEROUS-DECIDUOUS FORESTS OF THE BOREAL ZONE.....	151
Носиров С.С. ЗНАЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ВИДОВ РОДА <i>LONICERA</i> L. В ТАШКЕНТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ / Nosirov S.S. SIGNIFICANCE OF THE COLLECTION OF SPECIES OF THE GENUS <i>LONICERA</i> L. IN THE TASHKENT BOTANICAL GARDEN.....	155
Носов Н.Н., Гнутиков А.А., Калугин Ю.Г., Родионов А.В. ДНК-ШТРИХКОДИРОВАНИЕ КРУГА РОДСТВА ЦАРИЦЫ НОЧИ (<i>SELENICEREUS GRANDIFLORUS</i> , CACTACEAE) / Nosov N. N., Gnutikov A.A., Kalugin Y.G., Rodionov A. V. DNA BARCODING OF THE QUEEN OF THE NIGHT AFFINITY (<i>SELENICEREUS GRANDIFLORUS</i> , CACTACEAE).....	160
Озерова Л.В. ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОЛЛЕКЦИИ РЕДКИХ СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ ГБС РАН / Ozerova L.V. THE EDUCATIONAL VALUE OF THE COLLECTION OF RARE SUBTROPICAL PLANTS OF THE GBS RAS.....	165
Приходько С.А., Гридько О.А., Тарасенко Э.В., Чохели В.А. РЕГЕНЕРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ <i>LONICERA CAERULEA</i> SUBSP. <i>KAMTSCHATICA</i> (SEVAST.) GLADKOVA ‘ГОЛУБОЕ ВЕРЕТЕНО’ В УСЛОВИЯХ <i>IN VITRO</i> / Prykhodko S.A., Hrydko O.A., Tarasenko E.V., Chokheli V.A. REGENERATIVE ABILITY OF <i>LONICERA CAERULEA</i> SUBSP. <i>KAMTSCHATICA</i> (SEVAST.) GLADKOVA ‘BLUE SPINDLE’ IN <i>IN VITRO</i> CONDITIONS.....	170
Прохоров В.Н., Карасёва Е.Н., Коржова Д.С., Фролова Т.В. ПЕРСПЕКТИВНЫЙ АССОРТИМЕНТ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ САДОВ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ / Prohorov V.N., Karasiova A.N., Karzhova D.S., Frolova T.V. A PROMISING ASSORTMENT OF NATIVE FLORA SPECIES OF BELARUS FOR CREATING BIODIVERSITY GARDENS IN AN URBAN ENVIRONMENT...	173
Ревунова Л.Г., Путятин Е.С. БИОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛЕКЦИИ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА / Revunova L.G., Putyatina E.S. BIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE COLLECTION FLORAL AND ORNAMENTAL PLANTS OF THE BOTANICAL GARDEN OF SAMARA UNIVERSITY	176
Ромаданова Н.В., Турдиев Т.Т., Земцова А.С., Алтаева Н.А., Толеген А.Б., Рымханова Н.К., Манапканова У.А., Артимович Н.А., Аралбаева М.М., Ковальчук И.Ю., Кушнаренко С.В. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН / Romadanova N.V., Turdiyev T.T., Zemtsova A.S., Altayeva N.A., Tolegen A.B., Rymkhanova N.K., Manapkanova U.A., Artimovich N.A., Aralbayeva M.M., Kovalchuk I.Yu., Kushnarenko S.V. BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO PLANT BIODIVERSITY PRESERVATION IN KAZAKHSTAN REPUBLIC.....	183

Садогурский С.Е., Белич Т.В., Садогурская С.А. НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД И ЗАПОВЕДНИК «МЫС МАРТЬЯН» – УНИКАЛЬНЫЙ ПРИМЕР В СИСТЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ФИТОБИОТЫ / Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V., Sadogurskaya S.A. THE NIKITSKY BOTANICAL GARDENS AND THE «CAPE MARTYAN» NATURE RESERVE ARE A UNIQUE EXAMPLE IN THE STUDY AND PROTECTION OF THE NATURAL DIVERSITY OF THE COASTAL-MARINE PHYTOBIOTA.....	189
Сахоненко А.Н., Александрова И.Е. ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ТЕПЛОЛЮБИВЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ЦЕЛЯХ РАСШИРЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Р.И. ШРЕДЕРА / Sakhonenko A.N., Aleksandrova I.E. STUDYING THE PROSPECTS OF INTRODUCING HEAT-LOVING WOODY PLANTS TO EXPAND THE BIODIVERSITY COLLECTION OF THE ARBORETUM NAMED AFTER R.I. SHROEDER.....	194
Смирнова З.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТОПАДНЫХ РОДОДЕНДРОНОВ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ / Smirnova Z. I. PROSPECTS FOR USING LEAVED RHODODENDRONS IN THE MIDDLE ZONE OF RUSSIA.....	198
Солтани Г.А., Скударнова Е.Н. ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИИ БАМБУКОВ РОДА PHYLLOSTACHYS SIEBOLD & ZUCC. В СОЧИНСКОМ «ДЕНДРАРИИ» / Soltani G.A., Skudarnova E.N. CHARACTERISTICS OF THE COLLECTION OF BAMBUS OF THE GENUS PHYLLOSTACHYS SIEBOLD & ZUCC. IN THE SOCHI ARBORETUM «DENDRARIJ».....	204
Тимурғалиева Л.А. РОЛЬ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ В СОХРАНЕНИИ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ / Timurgalieva L.A. ROLE OF THE BOTANICAL GARDEN INSTITUTE OF PGU IN THE CONSERVATION OF RARE AND ENDANGERED PLANTS OF THE REPUBLIC OF MARI EL.....	210
Толстикова Т.Н., Чернявская И.В., Бескровная А.Ю., Чуви́кова Т.В. ДЕНДРОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА АДЫГЕЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА: ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ / Tolstikova T.N., Chernyavskaya I.V., Beskrovnaya A.Yu., Chuvikova T.V. DENDROLOGICAL COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE ADYGHE STATE UNIVERSITY: INVENTORIZATION, TAXONOMIK ANALYSIS.....	214
Утьянов Д.А., Мотылева С.М., Комар-Темная Л.Д., Молканова О.И., Митрофанова И.В. СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ЛИСТЬЯХ ДВУХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ РОДА CHAENOMELES LINDL. (C. JAPONICA И C. CATHAYENSIS) / Utyanov D.A., Motyleva S.M., Komar-Temnaya L.D., Molkanova O.I., Mitrofanova I.V. ORGANIC ACIDS CONTENT IN THE LEAVES OF TWO BIOLOGICAL SPECIES OF THE GENUS CHAENOMELES LINDL. (C. JAPONICA AND C. CATHAYENSIS).....	219
Филиппова А.Р., Ленточкин А.М., Леконцева Т.Г. ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ / Filippova A.R., Lentochkin A.M., Lekontseva T.G. THE EFFECT OF GROWTH STIMULATORS ON THE VIABILITY OF EXPLANTS OF NARROW-LEAVED BLUEBERRY.....	224
Хазратов А.Т., Жураева Х.К., Инноятлова М.Х., Мустафина Ф.У. ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ТАШКЕНТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА / Khazratov A.T., Juraeva Kh.K., Innoyatova M.H., Mustafina F.U. MICROCLONAL PROPAGATION TECHNOLOGY OF CONIFEROUS PLANTS FROM THE COLLECTION OF THE TASHKENT BOTANICAL GARDEN.....	228
Хамраева Д.Т. СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ В ТАШКЕНТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ / Khamraeva D.T. CREATION OF THE ESSENTIAL OIL PLANTS COLLECTION IN THE TASHKENT BOTANICAL GARDEN.....	232

Хасанов М.А., Мукумов И.У., Расулова З.А. РЕДКИЕ РАСТЕНИЯ АМАНКУТАНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА / Khasanov M.A., Mukumov I.U., Rasulova Z.A. RARE PLANTS OF THE AMANKUTAN NATIONAL NATURE PARK.....	235
Хрынова Т.Р. ТРАВЯНИСТЫЕ РАСТЕНИЯ НОВЫХ ИЗДАНИЙ КРАСНЫХ КНИГ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ННГУ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО / Khrynova T. R. HERBACEOUS PLANTS FROM THE NEW EDITIONS OF THE RED DATA BOOKS OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE NIZHNY NOVGOROD REGION IN THE COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN OF LOBACHEVSKY STATE UNIVERSITY OF NIZHNY NOVGOROD.....	240
Шелихан Л.А. ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ <i>IN VITRO</i> РЕДКОГО ПАПОРОТНИКА <i>WOODSIA POLYSTICHOIDES</i> D. EAT. / Shelikhan L.A. <i>IN VITRO</i> CULTIVATION OF THE RARE FERN <i>WOODSIA POLYSTICHOIDES</i> D. EAT.....	245
Шустов М.В., Мамонтов А.К., Зуева М.А., Стогова А.В. ЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА (ГБС РАН) ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЦЕННЫХ ПЕТРОФИТНЫХ ТАКСОНОВ ФЛОРЫ ООПТ РОССИИ / Shustov M.V., Mamontov A.K., Zueva M.A., Stogova A.V. THE IMPORTANCE OF THE NATURAL FLORA LABORATORY OF THE MAIN BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER N.V. TSITSIN (GBG RAS) FOR THE CONSERVATION OF VALUABLE PETROPHYTE TAXA OF THE FLORA OF PROTECTED NATURE AREAS OF RUSSIA.....	249

РАЗВИТИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ МУЧНИСТОЙ РОСЫ НА РАСТЕНИЯХ ФЛОКСА КОЛЛЕКЦИИ ГБС РАН

Аветисян Г.А.

*Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия,
avetisyan@yandex.ru*

Аннотация. Было исследовано развитие возбудителя мучнистой росы на растениях флокса коллекции Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. Для исследования использовали 10 сортов растений флокса отечественной селекции: 'Катюша', 'Голубой дым', 'Владимир', 'Врубель', 'Небеса', 'Синеющий Гаганова', 'Девушка Подмосковья', 'Успех', 'Щорс', 'Праздничный'. Для оценки поражения мучнисторосяным патогеном были проанализированы зрелые листья из средней части растений. В наших исследованиях наиболее значительное поражение растений флокса мучнистой росой наблюдалось у сортов 'Успех', 'Врубель' и 'Катюша', площадь поражения листовой пластинки у данных образцов составляла больше 50 %. У образцов 'Голубой дым', 'Владимир', 'Девушка Подмосковья', 'Праздничный' площадь поражения листа мучнистой росой составляла менее 50 %. Измерения общей площади листовой поверхности и площади пораженной листовой поверхности сортов 'Небеса', 'Синеющий Гаганова', 'Щорс' показали наименьшее поражение мучнистой росой, менее 20 %. Различия пораженности разных сортов флокса может свидетельствовать о факторах, благоприятствующих или ограничивающих развитие гриба.

Ключевые слова: флоксы, мучнистая роса, поражение листьев, сорта, устойчивость

DEVELOPMENT OF THE POWDERY MILDEW ON PHLOX PLANTS FROM THE COLLECTION OF THE MAIN BOTANICAL GARDEN

Avetisyan G.A.

*Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,
avetisyan@yandex.ru*

Abstract. The development of the powdery mildew pathogen on phlox plants from the collection of the Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences was studied. Ten varieties of phlox plants of Russian selection were used for the study: 'Katyusha', 'Goluboj dym', 'Vladimir', 'Vrubel', 'Nebesa', 'Sineyushchij Gaganova', 'Devushka Podmoskov'ya', 'Uspekh', 'Shchors', 'Prazdnichnyj'. To assess the damage caused by the powdery mildew pathogen, mature leaves from the middle part of the plants were analyzed. In our studies, the most significant damage to phlox plants by powdery mildew was observed in the varieties 'Uspekh', 'Vrubel' and 'Katyusha', the affected area of the leaf blade in these samples was more than 50 %. In the samples 'Goluboj dym', 'Vladimir', 'Devushka Podmoskov'ya' and 'Prazdnichny' the area of leaf damage by powdery mildew was less than 50 %. Measurements of the total leaf surface area and the area of affected leaf surface of the varieties 'Nebesa', 'Sineyushchij Gaganova', and 'Shchors' showed the least damage by powdery mildew, less than 20 %. Differences in the incidence of different phlox varieties may indicate factors favoring or limiting fungal development.

Keywords: phlox, powdery mildew, leaf damage, varieties, resistance

Декоративные растения рода *Phlox* занимают особое место в современном ландшафтном дизайне по всему миру. Благодаря яркому цветению, разнообразию окрасок и приятному аромату эти растения стали фаворитами садоводов (Варфоломеева, 2017). Их высаживают в миксбордерах, рокариях, клумбах, используя для создания сплошного цветочного ковра или для формирования ярких акцентов в средней части сада. Селекционеры постоянно выводят

новые сорта, расширяя палитру оттенков и меняя форму лепестков, чтобы поддерживать интерес к этой культуре (Zale, 2015).

Главной проблемой при выращивании флоксов является их высокая восприимчивость к мучнистой росе. Болезнь проявляется в виде белого налета на листьях и стеблях, который портит декоративный вид растения, а также может привести к усыханию и гибели куста (Takamatsu, 2018; Farinas et al., 2020). Таким образом, мониторинг развития возбудителя мучнистой росы на листьях коллекционных экземпляров в цветнике ГБС РАН приобретает особую актуальность. Анализ вариабельности проявления данного заболевания необходим для дальнейшего поиска методов лечения пораженных патогеном растений.

Исследование было выполнено в открытом грунте на территории цветника Главного Ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, были использованы сорта растений флокса: 'Катюша', 'Голубой дым', 'Владимир', 'Врубель', 'Небеса', 'Синеющий Гаганова', 'Девушка Подмосковья', 'Успех', 'Щорс', 'Праздничный'. Для оценки поражения мучнисторосяным патогеном были проанализированы зрелые листья из средней части растений. Измерения площади листовой поверхности и площади пораженной листовой поверхности растений флокса проводили с помощью программы ImageJ. Устойчивость к мучнистой росе оценивали по 100 балльной шкале, т.к. в данном исследовании использовался цифровой анализ изображений.

В наших исследованиях наиболее значительное поражение растений флокса мучнистой росой наблюдалось у сортов 'Успех', 'Врубель' и 'Катюша', площадь поражения листовой пластинки у данных образцов составляла больше 50 %, данные сорта можно отнести к группе сильного поражения, когда лист практически уничтожен. У образцов 'Голубой дым', 'Владимир', 'Девушка Подмосковья', 'Праздничный' площадь поражения листа составляла менее 50 %, данные сорта можно отнести к группе среднего поражения. Измерения общей площади листовой поверхности и площади пораженной листовой поверхности сортов 'Небеса', 'Синеющий Гаганова', 'Щорс' показали наименьшее поражение мучнистой росой, менее 20 %, данные сорта можно отнести к группе слабого поражения. Такая градация по степени поражения разделяет сорта на восприимчивые, среднеустойчивые и устойчивые. Высокий процент поражения может указывать на отсутствие эффективных механизмов сопротивления заболеванию. А минимальное поражение сортов позволяет предположить наличие эффективных барьеров или генетически обусловленной устойчивости. Таким образом, таблица наглядно демонстрирует неоднородность последствий воздействия поражающего фактора и указывает на необходимость изучения причин такой вариабельности.

На рисунке представлены различия развития мучнисторосяного гриба на поверхности листьев флокса сортов 'Успех', 'Врубель', 'Катюша', 'Синеющий Гаганова' и 'Щорс'. Развитие возбудителя мучнистой росы в тканях растения сорта 'Успех' характеризовалось повышенным спороношением патогена, когда на разросшемся мицелии гриба непрерывно образуются конидии, а также прохождением половой стадии гриба с образованием плодовых тел. При исследовании развития возбудителя мучнистой росы на листьях флокса сорта 'Синеющий Гаганова' наблюдалось образование колоний в незначительном количестве. Также у растений этого сорта не наблюдалось половой стадии, была обнаружена только конидиальная стадия. Такое ограничение развития патогена только бесполой стадией может снижать потенциал для дальнейшего распространения.



Рисунок. Развитие возбудителя мучнистой росы на листьях флокса: а – сорт ‘Врубель’; б – сорт ‘Катюша’; в – сорт ‘Успех’; г – сорт ‘Синеющий Гаганова’; д – сорт ‘Щорс’

Таким образом, различия пораженности разных сортов флокса может свидетельствовать о факторах, благоприятствующих или ограничивающих развитие гриба. Полученные данные дают основание проводить дальнейшие сортоиспытания растений флокса на устойчивость к возбудителю мучнистой росы.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС им. Н.В. Цицина РАН № 124030100058-4.

Библиографический список

1. Варфоломеева Е.А., Рейнвальд В.М. Современное состояние коллекции флоксов в ботаническом саду Петра Великого //Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2017. – №. 145. – С. 49–53.
2. Farinas C., Jourdan P. S., Peduto Hand F. Flaming Phlox and the ubiquitous powdery mildew disease //Plant Health Progress. – 2020. – V. 22. – №. 1. – P. 11–20.
3. Takamatsu S. Studies on the evolution and systematics of powdery mildew fungi //Journal of General Plant Pathology. – 2018. – Vol. 84. – №. 6. – P. 422–426.
4. Zale P. J., Jourdan P. Genome size and ploidy of Phlox paniculata and related germplasm in subsections Paniculatae and Phlox //Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2015. – V. 140. – №. 5. – P. 436–448.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАСТЕНИЯ ИННАБ (*ZIZIPHUS JUJUBA* L.)

Алекперов Р.А., Ахмедова В.Р.

*Институт ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики,
Баку, Азербайджанская Республика,*

ramiz_alakbarli@mail.ru, veneralekberova@gmail.com

Аннотация. Зизифус настоящий (*Ziziphus jujuba* L.), или унаби обыкновенная, иннаб (İnnab – азерб.) – цветковое растение, принадлежащее к семейству крушиновых (Rhamnaceae). Это небольшое дерево или кустарник, произрастает преимущественно в Китае и Южной Азии. В Азербайджане зизифус (иннаб) культивируется с древних времен в субтропических регионах, в Самур-Шабранской низменности, в Апшероне и в районах рек Кура – Араз. В настоящее время в Апшероне существуют следующие сорта: ‘Азербайджан’, ‘Абшерон’, ‘Ширван’, ‘Таджикистан’. Плоды зизифуса имеют очень важное лечебное значение. Зизифус обладает успокаивающим действием и может использоваться для лечения бессонницы. Он содержит клетчатку, предотвращающую запоры, богат витамином С и железом, что способствует укреплению иммунной системы, а также калием, который важен для контроля артериального давления. Некоторые исследования показывают, что зизифус может помочь замедлить рост раковых клеток (Ибадуллаева, 2013). В традиционной медицине различные части этого растения, включая листья, плоды и семена, известны своими антиоксидантными, противовоспалительными и иммуностимулирующими свойствами. Зизифус дает сладкие и питательные плоды, которые можно употреблять как в свежем, так и в сушеном виде.

Ключевые слова: *Ziziphus jujuba*, антиоксидант, иммуностимулятор, пектин, анестетик

SCIENTIFIC BASIS OF MEDICAL USE OF THE INNAB PLANT (*ZIZIPHUS JUJUBA* L.)

Alakbarov R. A., Akhmedova V. R.

*Institute of Botany of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,
Baku, Republic of Azerbaijan,*

ramiz_alakbarli@mail.ru, veneralekberova@gmail.com

Abstract. *Ziziphus* (*Ziziphus jujuba* L.) or unabi vulgaris, innab (İnnab – Azerbaijan) is a flowering plant belonging to the family Rhamnaceae. It is a small tree or shrub that grows mainly in China and South Asia. *Ziziphus* (innab) has been cultivated since ancient times in subtropical regions of Azerbaijan, in the Samur-Shabran lowland, in Absheron and in the areas of the Kura – Araz rivers. Currently, there are the following varieties in Absheron: ‘Azerbaijan’, ‘Absheron’, ‘Shirvan’, ‘Tajikistan’. The fruits of *ziziphus* have a very important medicinal value. *Ziziphus* has a calming effect and can be used to treat insomnia. It contains fiber, which prevents constipation, is rich in vitamin C and iron, which helps strengthen the immune system, as well as potassium, which is important for controlling blood pressure. Some studies show that *ziziphus* can help slow down the growth of cancer cells (Ibadullayeva, 2013). In traditional medicine, various parts of this plant, including leaves, fruits, and seeds, are known for their antioxidant, anti-inflammatory, and immunostimulating properties. *Ziziphus* produces sweet and nutritious fruits that can be consumed both fresh and dried.

Keywords: *Ziziphus jujuba*, antioxidant, immunostimulant, pectin, anesthetic

Введение. Зизифус настоящий (*Ziziphus jujuba* L.), или унаби обыкновенная, иннаб (İnnab – азерб.) – это листопадное дерево или крупный кустарник, достигающий высоты от 4,5 до 9 м. Зизифус – очень полезное, долго живущее и плодоносящее растение. Ветви дерева обычно

изогнутые и колючие, что придает ему характерный вид. На поникающих ветвях густо расположены мелкие, ярко-зеленые, узкие, заостренные, ланцетовидные или овальные листья длиной от 2,5 до 6 см. Цветки мелкие, желтовато-зеленые, собраны в группы по 1–3 штуки, ароматные, цветут в конце весны и летом. Плоды округлые или яйцевидные сочные костянки, сначала зеленые, по мере созревания становятся желто-красными, коричневыми или темно-коричневыми, сладкими на вкус.

Научная новизна. Зизифус известен в традиционной медицине, различные части растения, включая листья, плоды и семена, обладают антиоксидантными, противовоспалительными и иммуностимулирующими свойствами. Зизифус богат витаминами, минералами и антиоксидантами. В частности, он является источником витамина С, калия и железа. Он содержит ряд важных с медицинской точки зрения веществ, в частности каротин, витамин С (400 мг%), сахар (до 60%), органические кислоты (1,6%) и пектиновые вещества. Кроме того, в его плодах обнаружены соединения йода. Поэтому плоды используются в медицине для лечения уремии (попадание мочи в кровь) и воспалительных заболеваний. В народной медицине варенье из зизифуса используется как смягчающее средство при сухом кашле. Листья зизифуса также полезны. Высушенные листья заваривают в виде чая и принимают как мочегонное средство при воспалении мочевого пузыря (цистите) (Ибадуллаева, 2007). Плоды используются для снижения артериального давления при гипертонии.

Обсуждение и заключение. *Ziziphus jujuba* легко выращивается в жарком и сухом климате. Он засухоустойчив и может расти на различных типах почв. Древесина зизифуса прочная и долговечная, пригодна для изготовления инструментов и мебели. В традиционной китайской медицине зизифус используется для лечения различных заболеваний, таких как бессонница, тревожность и проблемы с пищеварением. Зизифус применяется как в пищевых, так и в лечебных целях (Мехдиева, 2011). Зизифус обладает успокаивающим эффектом и может использоваться для лечения бессонницы. Он богат клетчаткой и может помочь предотвратить запоры. Зизифус богат витамином С, который помогает укрепить иммунную систему, и калием, важным для контроля артериального давления. Некоторые исследования показывают, что зизифус может помочь замедлить рост раковых клеток. Его плоды можно употреблять в свежем или сушеном виде, а также использовать для приготовления джемов, компотов и других продуктов. В традиционной медицине различные части этого растения, включая листья, плоды и семена, известны своими антиоксидантными, противовоспалительными и иммуностимулирующими свойствами (Алиев, 1998).

Зизифус дает сладкие и питательные плоды, в свежем виде они по вкусу напоминают яблоки, а сушеные – финики. Он содержит витамины, минералы и антиоксиданты, является особенно богатым источником витамина С, калия и железа. Его плоды имеют очень важное лечебное значение. Цветет в начале июня, плоды созревают в октябре. Содержит ряд важных с медицинской точки зрения веществ: каротин, витамин С (400 мг%), сахар (до 60 %), органические кислоты (1,6 %) и пектин (Ибадуллаева, 2013). Кроме того, в его плодах обнаружены соединения йода. Поэтому его плоды используются в медицине для лечения уремии и других урологических заболеваний.

Полезны также листья зизифуса. Установлено, что листья содержат анестезирующие вещества. Листья сушат и заваривают в виде чая, используя его как успокаивающее и противовоспалительное средство при заболеваниях легких.

Спиртовой экстракт из его корней рекомендуется при физической и умственной усталости, а также ослабленным людям, страдающим серьезными заболеваниями. В народной медицине варенье из зизифуса используется как смягчительное средство при сухом кашле. Чай из высушенных листьев заваривают и принимают как мочегонное средство при воспалении

мочевого пузыря (цистите) (Гасымов, 2013). Плоды используются для снижения артериального давления при гипертонии. Следует учитывать, что плоды медленно и трудно перевариваются. Римский врач Гален (130–200 гг. н.э.) сообщал о пользе зизифуса при заболеваниях почек. Врач, философ и энциклопедист Мухаммад Момин, живший в 1620-х годах, более объективно оценил сущность иннаба: плоды иннаба полезны для горла и легких, очищают кровь и способствуют ее образованию, пригодны как мочегонное средство.

Согласно данным научной медицины, сладкий съедобный плод зизифуса содержит около 30% сахаров, органических кислот, много витамина С (400–800 мг%), каротина (провитамина А), рутина, производных кумарина и других веществ. Современные исследования установили, что листья зизифуса обладают антимикробным действием. Горячий отвар из плодов облегчает кашель. Также рекомендуется при высоком кровяном давлении. Волокнистые вещества в плодах выводят из организма токсины, отходы, избыток холестерина и тяжелые металлы. В настоящее время плоды зизифуса действуют как мочегонное средство при воспалительных заболеваниях почек и мочевого пузыря, а также влияют на процесс выведения, разбавляя желчь. Плоды зизифуса включены в диету при заболеваниях печени (гепатит А, В), полезны при гипертонии и респираторных заболеваниях (бронхит, трахеит). Отвар из листьев и коры дерева очень полезен при заболеваниях легких и кожи. Необходимо выращивать зизифус в больших масштабах в нашей республике.

Библиографический список

1. Алиев Н. Лекарственные растения и фитотерапия Азербайджана. Баку: Вяз, 1998. 343 с.
2. Гасымов Х.З., Алиева Ш.Г., Ахмадзаде С., Алекперов Р.А., Аскерова Н.А. Ибадуллаева С.С. Традиционные лекарственные растения, распространенные во флоре Нахчыванской Автономной Республики, и их использование. Научные труды Института ботаники НАНА, 2013. XXXIII том, стр. 123–128
3. Ибадуллаева С.С., Джафарли И.А. Эфирные масла и ароматерапия. Баку: Вяз, 2007. 116 с.
4. Ибадуллаева С.С., Алекперов Р.А. Лекарственные растения (этноботаника и фитотерапия). Баку: Вяз, 2013. 331 с.
5. Мехдиева Н.П. Биоразнообразие лекарственной флоры Азербайджана. Баку: издательство «Леттерпресс», 2011. 188 с.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА ЛИСТЬЕВ У ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ДУБА АЗЕРБАЙДЖАНА

Алиева Г.Н., Мамедова З.А., Гахраманов Ш.Ш., Тагиев М.М.

Министерство науки и образования Азербайджанской Республики,

Институт ботаники ПЛЕ, Баку, Азербайджанская Республика,

bio890@mail.ru, zumrud_dendrari@mail.ru, qhrmanov62@mail.ru, mardan.tagiyev@mail.ru

Аннотация. В данном исследовании изучено влияние экологической изменчивости на функциональные характеристики листьев и генетические связи у пяти таксонов рода *Quercus* в различных регионах Азербайджана. Были исследованы четыре местных таксона – *Quercus petraea* ssp. *iberica* (дуб грузинский), *Q. macranthera* ssp. *macranthera* (дуб восточный), *Q. castaneifolia* (дуб каштанолистный), *Q. robur* ssp. *pedunculiflora* (дуб черешчатый) – и один интродуцированный вид (*Quercus ilex*). Измерялись функциональные признаки листьев, включая относительное содержание воды (RWC), содержание воды (WC), массу листа на единицу площади (LMA), удельную листовую поверхность (SLA) и сочность (S). На основе этих признаков проведён кластерный анализ для оценки сходства популяций. Установлено, что повышение температуры и снижение количества осадков приводят к развитию засухового стресса, проявляющегося снижением RWC, WC, SLA и S, тогда как LMA увеличивается. Наибольшие значения физиологических показателей отмечены у популяций дуба грузинского из Шеки, а наименьшие – у дуба черешчатого из Баку, что указывает на выраженное влияние условий местообитания. Выявленная изменчивость отражает как влияние среды, так и адаптационные реакции видов. В целом результаты демонстрируют значительное функциональное и генетическое разнообразие таксонов *Quercus* в Азербайджане, формирующееся под влиянием экологической адаптации, географического распределения и эволюционных процессов.

Ключевые слова: *Quercus* spp., функциональные признаки листа, относительное содержание воды (RWC), экологическая адаптация, леса Азербайджана

COMPARATIVE STUDY OF LEAF MORPHO-PHYSIOLOGICAL POLYMORPHISM IN SELECTED OAK SPECIES OF AZERBAIJAN

Aliyeva G.N., Mammadova Z.A., Gahramanov Sh.Sh., Tagiyev M.M.

Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,

Institute of Botany PLE, Azerbaijan, Baku,

bio890@mail.ru, zumrud_dendrari@mail.ru, qhrmanov62@mail.ru, mardan.tagiyev@mail.ru

Abstract. This study investigated the effects of environmental variation on functional leaf traits and genetic relationships among five *Quercus* taxa in different regions of Azerbaijan. Four native taxa – *Quercus petraea* ssp. *iberica* (Georgian oak), *Q. macranthera* ssp. *macranthera* (oriental oak), *Q. castaneifolia* (chestnut-leaved oak), and *Q. robur* ssp. *pedunculiflora* (pedunculate oak) – and one introduced species (*Quercus ilex*) were examined across diverse ecological conditions. Leaf functional traits, including relative water content (RWC), water content (WC), leaf mass per area (LMA), specific leaf area (SLA), and succulence (S), were measured and analyzed. Cluster analysis based on these traits was used to assess relationships among populations. The results showed that increasing temperature and decreasing precipitation led to drought stress, expressed by reductions in RWC, WC, SLA, and S, while LMA increased. The highest physiological values were observed in Georgian oak populations from Sheki, whereas the lowest values were recorded in pedunculate oak from Baku, indicating strong site-specific stress effects. Significant variation in leaf traits reflected both

environmental influences and adaptive responses of species. Overall, the findings demonstrate substantial functional and genetic diversity among *Quercus* taxa in Azerbaijan. This diversity is shaped by ecological adaptation, geographic distribution, and evolutionary processes, highlighting the importance of conserving oak genetic resources under changing climatic conditions.

Keywords: *Quercus* spp., leaf functional traits, relative water content (RWC), ecological adaptation, Azerbaijan forests

Five taxa belonging to the genus *Quercus* were selected for the study. Four of these taxa are native to the local flora (*Quercus* ssp. *iberica* (Stev.) – Georgian oak, *Q. macranthera* ssp. *macranthera* (K.Koch) Menitsky – oriental oak, *Q. castaneifolia* C.A.Mey. – chestnut-leaved oak, *Q. robur* ssp. *pedunculiflora* (K.Koch) Menitsky – pedunculate oak), while one is an introduced species (*Quercus ilex* – *holm oak*). The regions where the expeditions were conducted are characterized by diverse soil types: Baku – partially alkaline and saline soils; Absheron – partially solonetzic and saline gray and gray-brown soils; Lankaran – podzolic yellow-gley soils; Ganja – meadow-chestnut and chestnut-meadow soils; Goygol – dark and typical mountain gray-brown soils; Ismayilli – typical and calcareous meadow-brown soils; Gabala – typical brown mountain-forest soils; and Sheki – brown forest soils and mountain gray-chestnut soils.

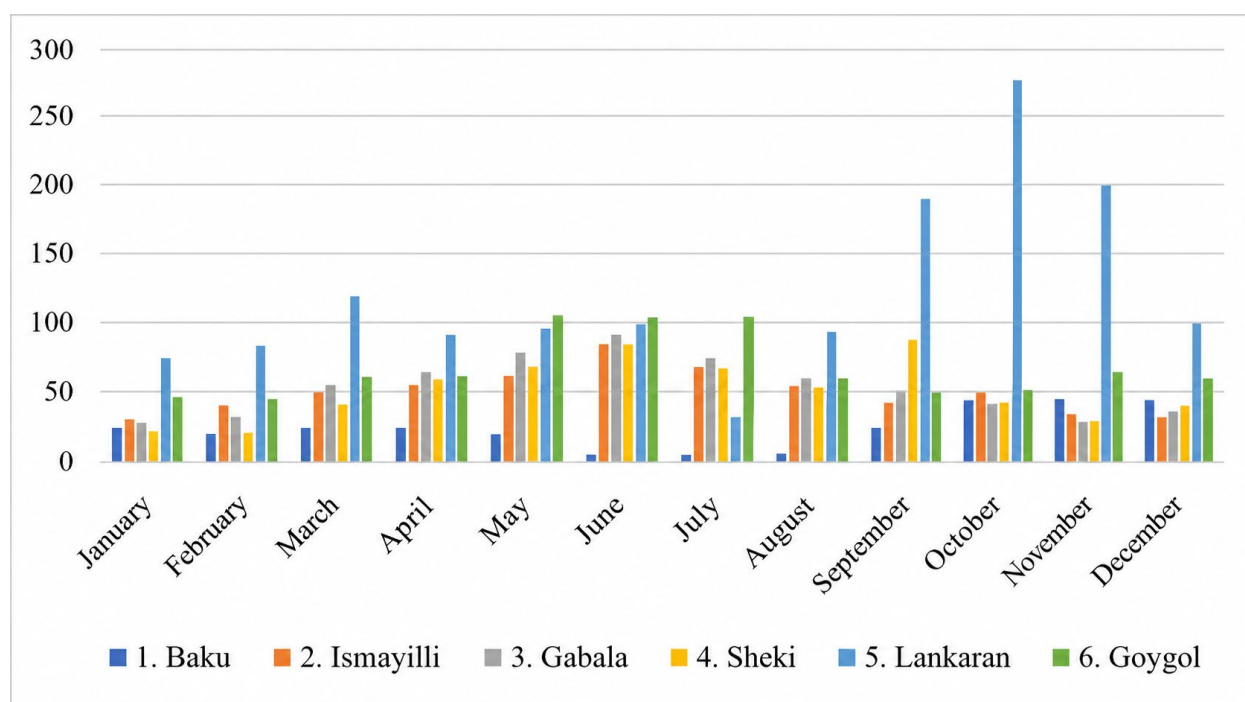


Figure 1. Monthly average precipitation indicators (Ecological Atlas, 2010)

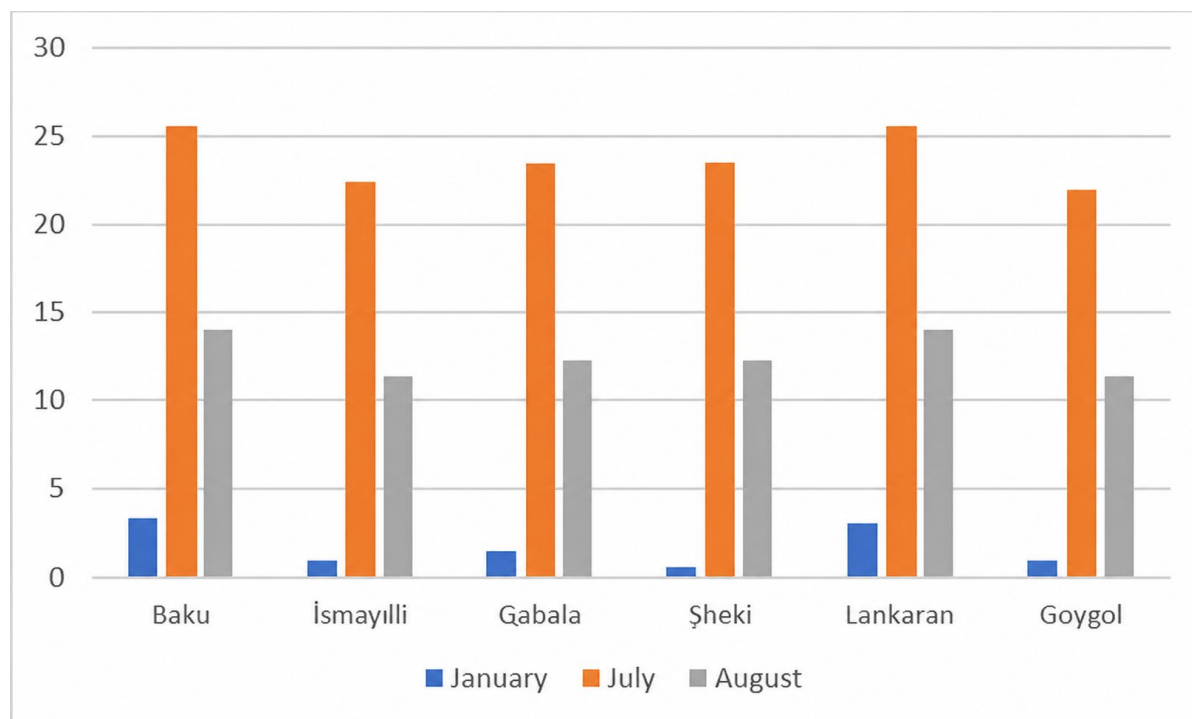


Figure 2. Average monthly temperature indicators in the study regions for January, July, and August

Georgian oak from İsmayilli, Gəbələ, Şəki and Baku, oriental oak from Goygol and Şəki, and pedunculate oak from Gəbələ and Baku. Ten individual trees of each species were chosen randomly from each site, and ten leaves were collected for further analysis. Leaves were washed with tap water and then distilled water, dried with filter paper. The area of fresh leaves (LA) was measured using CI-202 Laser Area Meter (Bio-Scienc Inc., WA, USA). Then leaves were weighed using an electronic compact balance EK-610i (A&D Company, Limited, Tokyo, Japan) with an accuracy of 0.01 g. This weight was taken as fresh weight (FW). Leaves were soaked in distilled water for 24 hours in the dark, after which their saturated weight (SW) was recorded. The leaves were dried at 70 °C for 24 h in a thermostat (Termostat TS-1/20 SPU, Russia) these weight was taken as dry weight (DW). In conclusion, the leaf variables of relative water content (RWC), water content (WC), leaf mass per unit area (LMA), specific leaf area (SLA), Succulence (S) were calculated with these data. The sclerophylly indices were estimated by Bussotti et al. 2002:

$$WC = [1 - (DW/FW)] 100\%$$

$$RWC = [(FW - DW) / (SW - DW)] 100\%$$

$$S = (FW - DW) / LA$$

$$SLA = LA / DW$$

Result and discussion. Although the physiological parameters of oak leaves growing in different regions of Azerbaijan have been investigated by us, their genetic relatedness based on these indicators has not yet been studied, and no cluster analysis has been performed. The results of the physiological parameters analyzed to evaluate drought tolerance in oaks are presented in Table. The highest values of relative water content (RWC) ($86.45 \pm 9.81\%$), water content (RWC) ($65.60 \pm 6.32\%$), leaf mass (LM) (7.55 ± 1.52 g), leaf area (LA) (98.27 ± 12.30 cm²), and succulence (S) (8.38 ± 0.89 mg cm⁻²) were recorded in the Georgian oak population from Kiş, Şəki.

Table. Foliar moisture parameters of studied *Quercus* species under different ecological conditions

	RWC, %	WC, %	LM, g	LA, cm ²	S (mg cm ⁻²)
Georgian oak (Ismayilli)	83.38±10.23	54.26±1.45	6.81±0.92	92.23±15.23	8.08±1.32
Georgian oak (Gabala)	84.15±9.52	62.23±6.23	7.16±1.35	67.26±11.21	8.24±0.95
Georgian oak (Sheki)	86.45±9.81	65.60±6.32	7.55±1.52	98.27±12.30	8.38±0.89
Georgian oak (Baku)	37.46±10.36	8.41±2.31	1.46±0.90	42.23±9.32	6.13±1.25
Chestnut-leaved oak (Baku)	70.39±9.85	40.32±9.01	3.77±1.21	69.1±5.98	5.85±1.30
Chestnut-leaved oak (Lankaran)	71.39±8.15	58.03±8.96	7.42±2.01	55.66±4.25	7.79±1.23
Oriental oak (Goygol)	72.54±8.60	52.38±7.16	6.44±1.62	78.1±11.23	7.09±1.56
Oriental oak (Sheki)	85.65±11.23	56.23±8.21	6.35±1.42	80.5±12.60	6.52±0.95
Pedunculate oak (Gabala)	72.54±7.52	52.38±8.16	6.44±1.35	78.1±9.63	7.09±0.92
Pedunculate oak (Baku)	45.75±15.24	16.43±9.67	12.48±6.24	48.87±16.45	2.45±1.23

RWC – Relative Water Content, WC – Water Content, LMA – Leaf Mass Per Area, SLA – Specific Leaf Area, S – Succulence, ‘±’ – standard deviation

The lowest values of the investigated physiological parameters (except LM) were recorded in pedunculate oak growing in the Botanical Garden population of Baku. In particular, RWC was $45.75 \pm 15.24\%$, WC was $16.43 \pm 9.67\%$, LM was 12.48 ± 6.24 g, LA was 48.87 ± 16.45 cm², and SLW was 2.45 ± 1.23 mg cm⁻². These findings indicate that pedunculate oak in Baku was exposed to severe drought stress. An RWC level ranging between 50–60% is considered an indicator of serious water deficiency. Under such conditions, many physiological functions of the plant are disrupted, and cellular damage may occur. The lowest LM value was recorded in the Baku population of chestnut-leaved oak. Climate is one of the major abiotic factors affecting natural ecosystems. Differences in physiological traits and correlations between environmental conditions and plant characteristics indicate the adaptive capacity of traits to specific ecological conditions. According to other studies, water availability is one of the principal factors determining leaf size, although it is considered less critical than temperature. These analyses showed that the reduction in leaf area is physiologically advantageous under drought stress conditions in forest ecosystems, and such traits represent important adaptive mechanisms enabling oak trees to cope with different water availability conditions. A negative correlation was observed between leaf mass (LM) and leaf area (LA). Greater leaf mass provides protection against physical damage and environmental stress. At the same time, higher LM contributes to reduced transpiration-related water loss and helps maintain photosynthetic efficiency under stress conditions.

The results of the study showed that ecological factors, especially water availability and temperature, have a strong influence on the physiological parameters of leaves. An increase in temperature and a decrease in precipitation caused drought stress in plants, which was accompanied by reductions in RWC, WC, SLA, and S values, while LMA increased. Such response reactions reflect the activation of protective mechanisms in plants and demonstrate their adaptation strategies for survival under changing environmental conditions. Overall, the analyses revealed the presence of significant genetic diversity among oak genotypes, and that this diversity has been shaped under the influence of ecological adaptation, geographical distribution, and evolutionary processes. These findings provide an important scientific basis for the conservation of oak genetic resources and the development of future breeding programs.

БОТАНИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ «ДЕНДРАРИЯ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА» КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА РАСТЕНИЙ

Арестова Е.А., Арестова С.В.

*ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, Саратов, Россия,
arestova.ea@mail.ru*

Аннотация. В статье приводится характеристика коллекционного фонда «Дендрария НИИСХ Юго-Востока», расположенного в черте города Саратова, в условиях резко-континентального климата. Дано описание климатических показателей района. Показано значение дендрария в сохранении и обогащении дендрофлоры региона.

Ключевые слова: аборигены, биоразнообразие, дендрарий, интродуценты

BOTANICAL DIVERSITY OF THE «ARBORETUM OF THE RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF THE SOUTH-EAST REGION» AS A BASIS FOR PRESERVING THE GENE POOL OF PLANTS

Arestova E.A., Arestova S.V.

*Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the
South-East Region», Saratov, Russia,
arestova.ea@mail.ru*

Abstract. This article describes the collection fund of the Arboretum of the South-East Research Institute of Agriculture, located within the city of Saratov, in a harsh continental climate. It also describes the region's climatic characteristics and demonstrates the arboretum's importance in preserving and enriching the region's dendroflora.

Keywords: aborigines, biodiversity, arboretum, introduced species

«Дендрарий НИИСХ Юго-Востока» расположен в черте города Саратова, в степной зоне подзоне северных степей. Климат района резко-континентальный. Для региона характерны холодная малоснежная зима, короткая засушливая весна, сухое лето и большая изменчивость погоды по годам. Среднегодовая температура воздуха составляет 5,3 °С, абсолютный температурный минимум – 37 °С, абсолютный максимум + 41 °С. Продолжительность вегетационного периода 190 дней. Среднегодовое количество осадков 451 мм, за теплый период выпадает 292 мм. Количество дней с относительной влажностью менее или равной 30 % – 36 дней (данные метеостанции Саратов Юго-Восток). Резкие переходы от холода к теплу и часто повторяющиеся засухи ухудшают условия роста растительности. Такие климатические условия резко ограничивают ассортимент аборигенных древесно-кустарниковых пород. Регион отличается низкой лесистостью, в связи с чем, проблема биоразнообразия является особенно актуальной. Теоретические работы по районированию древесных пород для целей зеленого строительства предлагают в данном районе привлечение генофонда из различных регионов земного шара. С.Д. Георгиевский (Справочник ..., 1953) рекомендует для использования 261 вид древесно-кустарниковых растений, А.И. Колесников (Колесников, 1974) – 247 видов.

Дендрарий был заложен в 1948 году. В настоящее время является структурным подразделением ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока, уникальным ботаническим памятником природы не только Саратова, но всей зоны Поволжья. В нем собрана коллекция, которая по дендрологическому составу, объему и возрасту растений не имеет аналогов в регионе. Создан значительный генофонд для обогащения местной дендрофлоры. За годы существования было испытано более 4000 таксонов, полученных из 73 географических пунктов. В настоящее время

в коллекции представлено 564 таксона деревьев, кустарников и лиан, относящихся к 42 семействам 113 родовым комплексам из различных флористических зон и районов мира. Деревья составляют 50 %, кустарники – 48 %, лианы – 2 % коллекции. В экспозиции произрастают 24 вида редких и исчезающих растений, занесенных в Красные Книги России и Саратовской области.

Аборигенная дендрофлора представлена 12 %, иноземная – 88 % от общего состава коллекции. Географическое происхождение интродуцентов охватывает континенты Европы, Азии и Северной Америки. 52 % видов, произрастающих в дендрарии, естественно распространены во флористических провинциях Западной Европы, Северной Америки, Малой и Центральной Азии, Японии и Китая. 48 % видов естественно произрастают на территории России и ближнего зарубежья и являются представителями 51 флористического района, из 58 районов, выделенных на данной территории.

Голосеменные виды составляют 9 % коллекции и представлены 4 семействами, 11 родами, 39 видами (табл.). Покрытосемянные составляют основную часть коллекции – 91 %. Они включают 38 семейств, 102 рода, около 400 видов и экотипов. Количество видов в конкретных родовых комплексах очень сильно варьирует.

Таблица. Систематический состав коллекции древесно-кустарниковых растений

Семейство	Род	Кол-во видов
1	2	3
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo</i>	1
Cupressaceae	<i>Juniperus</i>	5
	<i>Biota</i>	1
	<i>Thuja</i>	2
	<i>Taxodium</i>	1
Pinaceae	<i>Abies</i>	3
	<i>Larix</i>	6
	<i>Picea</i>	7
	<i>Pinus</i>	9
	<i>Pseudotsuga</i>	1
Taxaceae	<i>Taxus</i>	3
Actinidiaceae	<i>Actinidia</i>	1
Anacardiaceae	<i>Cotinus</i>	1
	<i>Rhus</i>	3
Apocynaceae	<i>Vinca</i>	1
Araliaceae	<i>Aralia</i>	1
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i>	1
Berberidaceae	<i>Berberis</i>	17
	<i>Mahonia</i>	3
Betulaceae	<i>Betula</i>	14
	<i>Corylus</i>	4
Bignoniaceae	<i>Catalpa</i>	3

Caprifoliaceae	<i>Diervilla</i>	1
	<i>Kolkwitzia</i>	1
	<i>Lonicera</i>	19
	<i>Symphoricarpos</i>	4
	<i>Weigela</i>	4
Celastraceae	<i>Euonymus</i>	7
	<i>Celastrus</i>	1
Cornaceae	<i>Cornus</i>	8
	<i>Swida</i>	2
Corylaceae	<i>Carpinus</i>	2
	<i>Ostrya</i>	2
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus</i>	2
	<i>Hippophae</i>	1
Euphorbiaceae	<i>Securinea</i>	2
Fabaceae	<i>Amorpha</i>	2
	<i>Caragana</i>	3
	<i>Certis</i>	2
	<i>Cohutea</i>	3
	<i>Cytisus</i>	3
	<i>Genia</i>	2
	<i>Gleditsia</i>	2
	<i>Laburnum</i>	1
	<i>Maackia</i>	1
	<i>Robinia</i>	5
	<i>Sophora</i>	1
Fagaceae	<i>Fagus</i>	1
	<i>Quercus</i>	13
Grossulariaceae	<i>Grossularia</i>	2
	<i>Ribes</i>	4
Hamamelidaceae	<i>Hamamelis</i>	1
Hydrangeaceae	<i>Deutzia</i>	2
	<i>Hydrangea</i>	2
	<i>Philadelphus</i>	6
Juglandaceae	<i>Juglans</i>	7
Magnoliaceae	<i>Schizandra</i>	1
	<i>Liriodendron</i>	1
Malvaceae	<i>Tilia</i>	11
Menispermaceae	<i>Menispermum</i>	1
Moraceae	<i>Morus</i>	2
Oleaceae	<i>Forsythia</i>	2

	<i>Forestiera</i>	1
	<i>Fraxinus</i>	12
	<i>Ligustrina</i>	2
	<i>Syringa</i>	11
Paeoniaceae	<i>Paonia</i>	2
Phyllanthaceae	<i>Securinea</i>	1
Platanaceae	<i>Platanus</i>	1
Ranunculaceae	<i>Atragene</i>	1
	<i>Clematis</i>	2
Rhamnaceae	<i>Frangula</i>	1
	<i>Rhamnus</i>	4
Rosaceae	<i>Amelanchier</i>	5
	<i>Amygdalus</i>	2
	<i>Armeniaca</i>	3
	<i>Chaenomeles</i>	2
	<i>Cotoneaster</i>	10
	<i>Crataegus</i>	22
	<i>Cydonia</i>	1
	<i>Dasiphora</i>	1
	<i>Aronia</i>	2
	<i>Cerasus</i>	4
	<i>Exochorda</i>	1
	<i>Malus</i>	1
	<i>Mespilus</i>	1
	<i>Padus</i>	6
	<i>Physocarpus</i>	2
	<i>Prunus</i>	4
	<i>Prinsepia</i>	1
	<i>Pyracantha</i>	1
	<i>Pyrus</i>	6
	<i>Rhodotipus</i>	1
	<i>Roza</i>	12
	<i>Rubus</i>	1
	<i>Sibirea</i>	1
	<i>Sorbaria</i>	1
	<i>Sorbus</i>	11
	<i>Spiraea</i>	14
Rutaceae	<i>Phellodendron</i>	1
	<i>Ptelea</i>	1
Salicaceae	<i>Populus</i>	6

	<i>Salix</i>	5
Sapindaceae	<i>Acer</i>	14
	<i>Aesculus</i>	1
	<i>Koelreuteria</i>	1
Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	3
Ulmaceae	<i>Ulmus</i>	4
	<i>Celtis</i>	2
Viburnaceae	<i>Sambucus</i>	4
	<i>Viburnum</i>	6
Vitaceae	<i>Vitis</i>	4
	<i>Parthenocissus</i>	1

В настоящее время дендрарий является изолированной устойчивой биосистемой на территории крупного промышленного города. Это подтверждается наличием обильной травяной растительности и своеобразной фауны. В напочвенном покрове произрастает 114 видов трав, относящихся к 88 родам 29 семейств. В старой части коллекции зафиксировано 8 % лесных видов. Зарегистрированы представители трех классов наземных позвоночных животных: рептилии (1 вид), млекопитающие (7 видов) и птицы (66 видов), которые используют растения в защитных целях и в качестве кормовой базы.

В дендрарии создан значительный генофонд аборигенных и акклиматизированных в условиях Саратова интродуцентов. Более 450 видов вступили в устойчивую репродуктивную фазу, успешно размножаются искусственным и естественным путем. Интродуценты, успешно прошедшие испытания в дендрарии, широко внедряются в регионе. Семена акклиматизированных видов передаются в лесхозы области. На основе посадочного материала в области (в лесостепной и степной зонах) созданы 2 дендрария, при детских учреждениях создаются дендроучастки. Декоративные виды используются в озеленительных насаждениях городов и поселков.

Библиографический список

1. Данные МС «Саратов (Юго-Восток)», синоптический номер 34178 1948 – 2026 гг. Колесников А.И. Декоративная дендрология / А.И Колесников. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 703 с.
2. Справочник по декоративным деревьям и кустарникам. Изд-во министерства коммунального хозяйства РСФСР, М, 1953, 530 с.
3. Фондовые материалы НИИСХ Юго-Востока 1948 – 2026 гг.
4. Фондовые материалы дендрария НИИСХ Юго-Востока 1948 – 2026 гг.
5. Черепанов С.К. Сосудистые растения России (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья – 95, 1995. – 961 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ ГЕОРГИНЫ САДОВОЙ (*DAHLIA*) В КОЛЛЕКЦИЯХ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Балаева Н.А., Космополитова Е.М., Митрофанова И.В.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние вопроса диагностики патологического комплекса георгины. Показано, что изучение и применение различных методов исследования и идентификации возбудителей заболеваний имеют важное значение для сохранения биоразнообразия, развития селекции, практического применения и понимания состояния экосистем.

Ключевые слова: патоконплекс, фитомониторинг, ПЦР, ИФА, георгина

THE CURRENT STATE OF THE DETERMINING AND IDENTIFICATION OF THE GARDEN GEORGINA (*DAHLIA*) DISEASES IN THE BOTANICAL GARDENS COLLECTIONS AT THE RUSSIAN FEDERATION

Balaeva N.A., Cosmopolitova E.M., Mitrofanova I.V.

Tsitsin Main Botanical Garden, RAS, Moscow, Russia

Abstract. The article discusses the current state of the problem of diagnostics the pathological complex of dahlias. It is shown that the study and application of various methods of study and identification of disease agents are important for the preservation of biodiversity, the breeding development, practical application, and understanding the state of ecosystems.

Keywords: pathocomplex, phytomonitoring, PCR, ELISA, Dahlia

В течении последних лет георгина становится всё более востребованной не только как садовое растение и декоративный цветок во флористических букетах и композициях, но и активно исследуется в научных учреждениях как у нас в стране, так и за рубежом. Начиная с 2022–2023 года на рынке наблюдается заметное увеличение спроса на сорта георгины российской селекции. Этот тренд во многом обусловлен процессами импортозамещения, а также возникшими сложностями в сфере логистики (Никитина, 2023). Кроме того, георгины используются в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности, а также они нашли применение в качестве сырья для получения различных красителей (Денисова, 2015). В лечебных целях в основном применяются корнеклубни и цветки. Корнеклубни георгин богаты инулином, дубильными веществами, эфирными маслами, органическими кислотами, аминокислотами и аскорбиновой кислотой. Кроме того, они содержат комплекс макро- и микроэлементов, в том числе значительные количества кальция и марганца. В США и ряде европейских стран корнеклубни некоторых видов георгин служат сырьём для промышленного получения инулина (Ананьина, 2008; Денисова, 2015). Научные исследования также свидетельствуют о перспективности пищевого применения цветков георгины. Установлено, что язычковые цветки богаты биологически активными веществами и обладают антиоксидантным действием. Сравнительный анализ показывает: в лепестках розового и фиолетового оттенков содержится больше белка, сырой клетчатки, аскорбиновой кислоты, фенолов и флавоноидов; жёлтые же лепестки характеризуются более высокой антиоксидантной способностью (Ананьина, 2008; Денисова, 2015; Martínez-Damián, 2021).

Поддержание коллекций георгины в ботанических садах помогает сохранению биоразнообразия. А изучение патоконплекса, формирующегося в коллекции, позволяет разрабатывать экономически выгодные стратегии защиты растений, что дает возможность

получить здоровые растения, снизить потери культуры и риски массовых эпифитотий. Так же стоит отметить, что выявление доминирующих патогенов и их расовой структуры – основа для создания сортов с длительной устойчивостью. При интродукции и расширении ареалов выращивания георгины возникает риск «встречи» с новыми патогенами, а анализ патоконплекса в ботанических садах помогает прогнозировать риски и подбирать адаптивные генотипы (Кирюшина, 2021; Бондаренко-Борисова, 2016).

Выявление и изучение болезней георгинов в ботанических садах осуществляется с помощью следующих методов.

Фитопатологическое обследование предполагает проведение регулярных визуальных осмотров растений на всех этапах их роста и развития. Для диагностики патогенных грибов используют бинокулярные лупы и микроскопы, изучая их макро- и микроскопические признаки. Морфологический метод основан на анализе внешних признаков поражения (гнили, пятнистость, некрозы и др.) (Бондаренко-Борисова, 2016; Чумаков, 1974).

Выделение чистых культур патогенных организмов представляет собой процесс, предусматривающий инокуляцию клеток возбудителя в искусственные питательные среды с последующим культивированием в контролируемых лабораторных условиях. Данный метод служит основой для углублённого изучения биологических свойств патогенов (Гнутова, 1985; Чумаков, 1974).

Использование молекулярно-генетических методов. Полимеразная цепная реакция позволяет выявлять патогены даже при наличии в образце всего одной живой клетки. С помощью ПЦР идентифицируют вирусы, грибы и бактерии. Модификации метода, такие как nested и multiplex ПЦР, повышают специфичность анализа, а ПЦР в реальном времени (real-time PCR) позволяет не только констатировать факт присутствия ДНК патогена, но и определить его количество. ДНК-маркеры используют для идентификации фитопатогенов и оценки степени устойчивости растений. Сравнивая содержание чужеродной ДНК патогена и собственной ДНК растения, можно судить о степени заражённости (Гнутова, 2011; Гнутова, 1985).

У декоративных и цветочных культур современные методы полногеномного секвенирования позволяют идентифицировать весь спектр патогенов в конкретном растительном образце. Биоинформативный анализ полученных данных позволяет систематизировать результат, вплоть до оценки происхождения и распространения конкретного вредного организма (Mitrofanova, 2018; Chirkov, 2022; Motsar, 2025).

Иммуноферментный анализ (ELISA) основан на специфическом связывании антигена патогена с диагностическим антителом. Метод широко применяется для обнаружения вирусов, реже – для идентификации грибов и бактерий из-за сложностей с получением антител нужной специфичности. Для диагностики вирусов используются также иммунохроматографические полоски (Чумаков, 1974; Гнутова, 1985; Byzova, 2010).

Стоит отметить, что чаще всего используются надежные классические методы выявления и идентификации – фитомониторинг, ПЦР анализ, высокопроизводительное полногеномное секвенирование, ИФА. Гораздо реже упоминаются гиперспектральный анализ и цифровые методы (искусственные нейронные сети, построенные на алгоритмах ML и модели DL, например, CNNs и DBNs), что предположительно связано с техническим и инфраструктурными ограничениями, а также высокой стоимостью внедрения и эксплуатации.

Таким образом, изучение и систематизация, с последующим применением на практике различных методов исследования патоконплекса георгины, позволит предотвратить потери в коллекциях, поможет сохранить и защитить редкие и уникальные сорта. Понимание механизмов взаимодействия растения и патогенов будет способствовать развитию фундаментальных знаний в области фитопатологии и созданию устойчивых сортов.

Источники финансирования. Исследование выполнено в рамках Госзадания Министерства науки и высшего образования РФ № 124030100058-4.

Библиографический список

1. Ананьина, Н.А. Полисахариды клубней георгины простой (*Dahlia single* L.) / Н.А. Ананьина, О.А. Андреева, Э.Т. Оганесян // Химия растительного сырья. – 2008 – №2. – С. 135–136.
2. Бондаренко-Борисова, И.В. Болезни георгины садовой (*Dahlia* × *cultorum*) и методы их контроля в коллекции Донецкого ботанического сада / И.В. Бондаренко-Борисова // Промышленная ботаника. – 2016. – Вып. 15–16. – С. 202–208.
3. Гнутова, Р.В. Оценка результатов идентификации дальневосточных изолятов вирусов на георгинах / Р.В. Гнутова, В.Ф. Толкач, О.М. Шелехова // Растительный мир Азиатской России. – 2011. – № 1. – С. 91–98.
4. Гнутова, Р. В. Иммунологические исследования в фитовирусологии / Р. В. Гнутова; Отв. ред. Н. С. Дяченко. — Москва : Наука, 1985. — 183 с.
5. Денисова, С.Г. Биохимическое изучение перспективы использования представителей рода *Dahlia* sav. / С.Г. Денисова, Л.Н. Миронова, К.А. Пупыкина // Химия растительного сырья. – 2015. – №2. – С. 77–83.
6. Кирюшина, Н.А. Сортоизучение рода *Dahlia* Cav. в однолетней культуре в условиях Московской области: : защищена ..2021 / Н. А. Кирюшина; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева [и др.]. — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2021. — 73 с.
7. Никитина, А.Д. Коллекция георгины Ботанического сада-института ПГТУ (г. Йошкар-Ола) / А.Д. Никитина, С.В. Мухаметова, М.А. Окач // Сельское хозяйство. – 2023. – № 1. – С. 14–21.
8. Чумаков, А.Е. Основные методы фитопатологических исследований / А.Е. Чумаков; под общ. ред. // Москва : Колос, 1974. – 192 с.
9. Byzova, N.A. Interaction of plum pox virus with specific colloidal gold-labeled antibodies and development of immunochromatographic assay of the virus / N.A. Byzova, I.V. Safenkova, S.N. Chirkov, V.G. Avdienko, A.N. Guseva, I.V. Mitrofanova, A.V. Zherdev, B.B. Dzantiev, J.G. Atabekov // Biochemistry (Moscow). – 2010. – Т. 75, № 11. – P. 1393-1403.
10. Chirkov, S.N. Highly divergent isolates of chrysanthemum virus B and chrysanthemum virus R infecting chrysanthemum in Russia / S.N. Chirkov, A. Sheveleva, A. Snezhkina, A. Kudryavtseva, G. Krasnov, A. Zakubanskiy, I. Mitrofanova // PeerJ. – 2022. – 10: e12607 <https://doi.org/10.7717/peerj.12607>
11. Martinez-Damián, M.T. Nutritional value, bioactive compounds and capacity antioxidant in edible flowers of dahlia» / M.T. Martinez-Damián, J.M. Mejía-Muñoz, M.T. Colinas-León, F. Hernández-Epímenio, O. Cruz-Alvarez // Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. – 20(5). – 2021. P. 63–72.
12. Mitrofanova, I.V. Viruses infecting main ornamental plants: an overview / I.V. Mitrofanova, A.V. Zakubanskiy, O.V. Mitrofanova // Ornamental Horticulture. – 2018. – Vol. 24, No. 2. – P. 95-102. <https://doi.org/10.14295/oh.v24i2/1199>
13. Motsar, E. Complete genome and molecular characterization of spiranthes mosaic virus 3 from *Phlox paniculata* / E. Motsar, F. Sharko, A. Sheveleva, L. Savostyanova, I. Mitrofanova, S. Chirkov // Virus Genes. – 2025. – Vol. 61. – P. 381–385. <https://doi.org/10.1007/s11262-025-02147-1>.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ *CAMERARIA OHRIDELLA* НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ *AESCULUS*

Богоутдинова Л.Р.^{1*}, Шелепова О.В.¹, Баранова Е.Н.^{1,2}

¹ Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия

² Всероссийский институт сельскохозяйственной биотехнологии РАН, Москва, Россия,

* bogoutdinova_lr@rambler.ru

Аннотация. В России конский каштан используется как декоративное растение для озеленения и в медицинских целях, при этом не отличается устойчивостью к каштановой минирующей моли *Cameraria ohridella* Deschka et Dimi'c. Высокая вредоносность каштановой минирующей моли ставит под вопрос целесообразность не только закладки новых, но и существования имеющихся посадок каштана конского в городских зеленых насаждениях. Целью работы было определение количества перезимовавших куколок минирующей моли на листьях различных видов *Aesculus*, а также выявление паразитоидов *C. ohridella*. Объектом исследования являлись виды *Aesculus* на территории Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина Российской академии наук в Москве. Учет перезимовавших куколок в минах в 2025 и 2026 гг. показал, что их наибольшее количество встречается в минах на листьях *Aesculus hippocastanum*, а наименьшее — на *Aesculus chinensis*. Также из мин наиболее пораженных листьев *Aesculus hippocastanum* в лабораторных условиях были выведены паразитические осы *Minotetrastichus frontalis*.

Ключевые слова: *Aesculus*, *Cameraria ohridella*, паразитоиды

POPULATION DYNAMICS OF *CAMERARIA OHRIDELLA* ON DIFFERENT TYPES OF *AESCULUS*

Bogoutdinova L.R.^{1*}, Shelepova O.V.¹, Baranova E.N.^{1,2}

¹ Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow, Russia,

* bogoutdinova_lr@rambler.ru

Abstract. In Russia, horse chestnut is used as an ornamental plant for landscaping and medicinal purposes. However, it is not resistant to the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimi'c). The high damage caused by the horse chestnut leaf miner calls into question the feasibility of not only establishing new plantings but also maintaining existing horse chestnut plantings in urban green spaces. The aim of this study was to determine the number of overwintering horse chestnut leaf miner pupae on various *Aesculus* species and to identify *C. ohridella* parasitoids. The study focused on *Aesculus* species located in the Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences. A census of overwintering pupae in leaf mines in 2025 and 2026 revealed that the highest numbers were found in leaf mines on *Aesculus hippocastanum* and the lowest on *Aesculus chinensis*. Parasitic wasps, *Minotetrastichus frontalis*, were also bred in laboratory conditions from the most heavily infested leaves of *Aesculus hippocastanum*.

Keywords: *Aesculus*, *Cameraria ohridella*, parasitoids

Введение. *Cameraria ohridella* была описана в Македонии в 1980-х годах (Deschka G, Dimić N (1986) (Селиховкин, 2020). Основное растение-хозяин – *Aesculus hippocastanum*, аборигенный для Балкан вид, который начали широко высаживать в Европе в начале XVII века (Lack, 2002). В России его первая находка датируется 2003 г. в г. Калининграде, к 2015 г. *C. ohridella* отмечен в 13 центральных районах Европейской России. Мины *C. ohridella* обнаружены в Главном ботаническом саду имени Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН) (Москва) в 2006–2009 гг., однако

личинкам не удалось окукливаться (Golosova, 2008). Каштановый минёр является одним из опасных вредителей *A. hippocastanum* в европейской части России (Gninenko, 2008; Dgebuadze, 2018). С момента первого проникновения *C. ohridella* в Европу было проведено множество исследований паразитоидов *C. ohridella* с целью выявления естественных факторов контроля. Наиболее часто встречающимся видом был *Minotetrastichus frontalis*, на которого приходилось 77,5 % всех случаев паразитизма (Volter, 2006). Таким образом, целью работы было определение количества перезимовавших куколок минирующей моли на листьях различных видов *Aesculus*, а также выявление паразитоидов *C. ohridella*.

Материалы и методы. Объектом исследования стали 7 видов *Aesculus* (*Aesculus hippocastanum*, *A. glabra*, *A. flava*, *A. × carnea*, *A. pavia*, *A. parviflora*, *A. chinensis*) на территории ГБС РАН в Москве. В 2025 (первый год) и 2026 (второй год) годах был проведен фитомониторинг растений с отбором опавших листьев для подсчёта количества перезимовавших куколок и выведения паразитоидов в лабораторных условиях. Отобраны листья в трех повторностях по 20 штук для дальнейшего вскрытия и изучения мин. Содержание хлорофилла а, хлорофилла b Spekol 1300 (Analytik Jena AG, Йена, Германия) определяли по методу Lichtenthaler (Lichtenthaler, 2001). Расчёты выполнялись в программе Statistica v. 12.0 PL (StatSoft, Талса, Оклахома, США). Представлены средние значения $\pm$ стандартная ошибка среднего согласно дисперсионному анализу при $\alpha = 0,05$.

Результаты. В результате исследования численности перезимовавших куколок *C. ohridella* в минах была показана существенная разница между видами *Aesculus* (Рис. 1). Причем динамика количества перезимовавших особей оставалась неизменной как в 2025, так и в 2026 гг. Так, наибольшее количество куколок, находящихся в диапаузе, было найдено на листьях *A. hippocastanum*, *A. glabra*, *A. flava* и *A. × carnea*. У остальных видов (*A. parviflora*, *A. chinensis* и *A. pavia*) перезимовавших куколок практически не было обнаружено. В целом, это соответствует данным предыдущих исследований по численности *C. ohridella* с использованием феромонных ловушек, при котором была выявлена схожая динамика поражаемости видов каштана конского (Bogoutdinova, 2024).

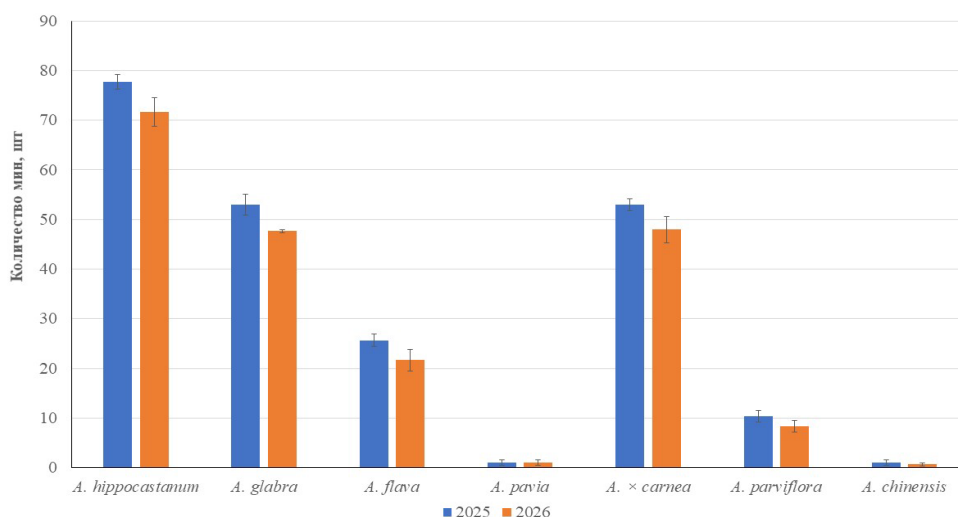


Рисунок 1. Количество мин *C. ohridella* на листьях различных видах *Aesculus*. Значения представлены как среднее $\pm$ стандартная ошибка при $\alpha = 0,05$ согласно тестам дисперсионного анализа.

В ходе исследования был обнаружен паразитический вид ос *Minotetrastichus frontalis* в минах *C. ohridella* на листьях наиболее поражаемого вида – *A. hippocastanum* (на территории партера ГБС РАН) (Рис. 2).



Рисунок 2. *Minotetrastichus frontalis*, выведенный в лабораторных условиях из мин *C. ohridella* на листьях *A. hippocastanum*.

Считается, что химический состав листьев, в том числе и содержание пигментов, растения-хозяина существенно влияет на поведение и привлечение насекомых (Paterska, 2017). Это может являться одним из факторов поражаемости, поскольку в первый изученный год показано, что в листьях *A. parviflora* и *A. chinensis* содержание хлорофилла b, и, следовательно, соотношение Cchl a/Cchl b, было самым наименьшим. Высокий показатель Cchl a/Cchl b показан у наиболее поражаемого вида – *A. hippocastanum*, что соответствует большему количественному содержанию хлорофилла a (Рис. 3).

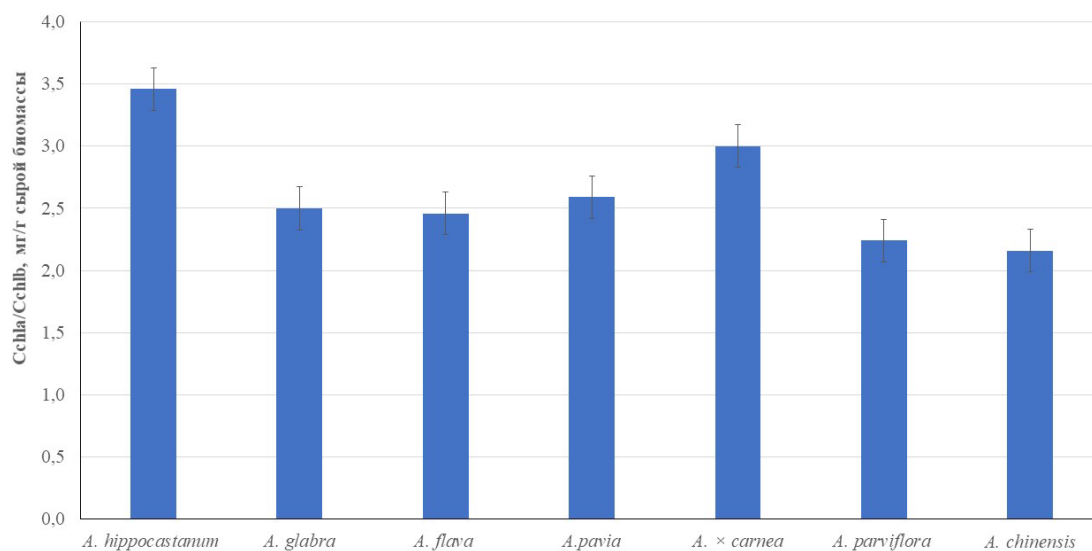


Рисунок 3. Содержание Cchl a/Cchl b в листьях различных видов конского каштана, пораженных *C. ohridella*. Значения представлены как среднее $\pm$ стандартная ошибка при $\alpha = 0,05$ по результатам дисперсионного анализа.

Таким образом, при учете количества перезимовавших куколок были выявлены различия между видами *Aesculus*. Наиболее пораженными видами являлись *A. hippocastanum*, *A. glabra*,

A. flava и *A. × carnea*, что может быть обусловлено изменением пигментного состава. При этом в лабораторных условиях из мин *C. ohridella* на листьях *A. hippocastanum*, отобранных на территории партера, был выявлен паразитоидный вид *M. frontalis*.

Источники финансирования. Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 25-26-00662.

Библиографический список

1. Селиховкин, А. В. Инвазии насекомых-вредителей и грибных патогенов древесных растений на северо-западе европейской части России / А. В. Селиховкин, Д. Рейн, М. Ю. Мандельштам, Д. Л. Мусолин // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2020. – Т. 65. – №. 2. – С. 263–283.
2. Lack, H. W. The discovery and rediscovery of the horse chestnut / H. W. Lack // *Arnoldia*. – 2002. – Т. 61. – №. 4. – С. 15-19.
3. Golosova, E. I. Ohrid Leaf-Miner *Cameraria ohridella* is a Dangerous Quarantine Pest on Objects of Urban Ggreening / E. I. Golosova // VNIILM: Moscow, Russia. – 2008. – P. 1– 26.
4. Gninenko, Y. I. Ohrid Leaf-Miner *Cameraria ohridella* is a Dangerous Quarantine Pest on Objects of Urban Ggreening / Y. I. Gninenko, E. I. Golosova // VNIILM: Moscow, Russia. – 2008. – P. 1– 26.
5. Dgebuadze, Y. The Most Dangerous Invasive Species in Russia (TOP-100) / Y. Y. Dgebuadze, V. G. Petrosyan, L. A. Khlyap // Ed. Y. Y. Dgebuadze, V. G. Petrosyan, L. A. Khlyap Moscow: Scientific publications partnership KMK. – 2018.
6. Volter, L. Parasitoid complex and parasitism rates of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in the Czech Republic, Slovakia and Slovenia / L. Volter, M. Kenis // *European Journal of Entomology*. – 2006. – Т. 103. – №. 2. – С. 365.
7. Lichtenthaler, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy / H. K. Lichtenthaler, C. Buschmann // *Current protocols in food analytical chemistry*. – 2001. – Т. 1. – №. 1. – С. F4. 3.1–F4. 3.8.
8. Bogoutdinova, L. R. Susceptibility of different *Aesculus* species to the horse chestnut leaf miner moth: Chemical composition and morphological features of leaves / L. R. Bogoutdinova, O. V. Shelepova, L. N. Konovalova, O. B. Tkachenko, A. A. Gulevich, E. N. Baranova, I. V. Mitrofanova // *Journal of Zoological and Botanical Gardens*. – 2024. – Т. 5. – №. 4. – С. 691–707.
9. Paterska, M. Chemical composition of horse-chestnut (*Aesculus*) leaves and their susceptibility to chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić / M. Paterska, H. Bandurska, J. Wyśłouch, M. Molińska-Glura, K. Moliński // *Acta physiologiae plantarum*. – 2017. – Т. 39. – №. 4. – С. 105.

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PHILADELPHUS* L. В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ АРМЕНИИ

Варданян Ж.А., Григорян Ан.А.

*Институт Ботаники имени А. Тахтаджяна Национальной академии наук Республики
Армения, Ереван, Республика Армения,
zh.vardanyan@gmail.com, annagrigrig-an22@mail.ru*

Аннотация. Научные коллекции высокодекоративных, хозяйственно ценных видов деревьев и кустарников ботанических садов и дендропарков Республики Армения являются важным источником для озеленения Еревана и других населённых пунктов страны. В этой связи проведена оценка декоративных качеств и адаптации интродуцированных 15 видов чубушника (*Philadelphus* L.) к факторам окружающей среды в различных дендроклиматических условиях Республики. На основании полученных результатов предложен перспективный ассортимент видов, рекомендуемых для широкого использования в зелёных насаждениях различной категории и функционального назначения.

Ключевые слова: чубушник, интродукция, акклиматизация, декоративность, экологическая адаптивность, перспективность

EVALUATION OF ORNAMENTAL VALUE AND POTENTIAL OF SPACES OF MOCK ORANGE (*PHILADELPHUS* L.) IN URBAN GREEN PLANTINGS OF ARMENIA

Vardanyan Zh.A. , Grigoryan An.A.

*A. Takhtajyan Institute of Botany National Academy of Sciences of the Republic of Armenia,
Yerevan, Armenia,
zh.vardanyan@gmail.com, annagrigrig-an22@mail.ru*

Abstract. Scientific collections of highly ornamental and economically valuable introduced species of trees and shrubs in the botanical gardens and arboreta of the Republic of Armenia serve as an important resource for the landscaping of Yerevan and other populated areas of the country. In this context, an assessment was carried out to evaluate the ornamental qualities and adaptive potential of introduced mock orange (*Philadelphus* L.) 15 species to environmental factors across various dendroclimatic conditions in Armenia. Based on the results obtained, a promising assortment of species has been proposed for widespread use in green spaces of different categories and functional purposes.

Keywords: mock orange, introduction, acclimatization, ornamental value, ecological adaptability, prospects

В последние десятилетия специалисты-дендрологи ботанического сада поставили перед собой задачу создать в ботанических садах Республики Армения богатую коллекцию декоративно цветущих кустарников. Параллельно проводились исследования их биологических особенностей, а также изучалась их приспособляемость к суровым засушливым климатическим условиям Армении. Особое внимание уделялось отбору наиболее устойчивых видов с высокими декоративными качествами для их последующего внедрения в ассортимент зелёных насаждений.

Среди таких растений особое место занимает чубушник. Его богатый таксономический состав, экологическая пластичность, декоративность и широкое географическое распространение позволяют рассматривать его как ценную и перспективную культуру для интродукции в разнообразных дендроклиматических условиях Армении.

Материалы и методы. Проведены комплексные исследования с целью выявления ценных декоративных особенностей, оценки экологической адаптивности и определения наиболее перспективных видов и садовых форм рода *Philadelphus* L. для использования в декоративном садоводстве в Армении.

Материалом исследования служила коллекция чубушников в ботанических садах РА и дендропарке, в которой, по предварительным данным, выявлено 15 интродуцированных таксонов (*Ph. caucasicus*, *Ph. coronarius*, *Ph. coronarius* f. fl. pl., *Ph. gordonianus*, *Ph. latifolius*, *Ph. lewisii*, *Ph. × magnificus*, *Ph. pekinensis*, *Ph. schrenkii*, *Ph. schrenkii* var. *jackii*, *Ph. sericanthus*, *Ph. tenuifolius*, *Ph. tomentosus*, *Ph. × virginalis*, *Ph. × zeyheri*) находящихся на разных стадиях акклиматизации.

Шкала оценок декоративной ценности, адаптивности и перспективности видов, представленная различными авторами (Райт, 1966; Арутюнян, 1970; Лапин, Сиднева, 1973; Козловский и др., 2000; Варданян, 2012; Варданян, 2020; Таран, Колганова, 2013) в разных вариантах (5–7 баллов, в порядке возрастания или снижения), в данной работе приведена в порядке возрастания, при этом 5 баллов приняты в качестве наилучшего показателя.

Основой для оценки способности рода *Philadelphus* к размножению послужили двухлетние (2022–2023 гг.) данные о прорастании семян на речном песке, а также данные о размножении летними черенками этих же видов, протестированные нами (Ан. Григорян, 2023) с использованием общепринятых методов интродукции (Деревья ..., 1954; Алексеевский, 1956; Некрасов, 1973).

Исходя из характеристики рода *Philadelphus*, при оценке общей декоративности изучаемых видов приоритет отдавался внешнему виду кустов, форме кроны (габитусу), обилию цветения и аромату. При оценке общей декоративности учитывалась степень совместного проявления формы кроны, обилия цветения и аромата у отдельных видов. Основой для оценки формы кроны послужили принципы, предложенные С.С. Тараном и И.С. Колгановой (2013). Обилие цветения оценивалось по Л.В. Арутюняну (1970; 1977), а интенсивность запаха цветов – по шкале Р.Х. Райта (1966).

Адаптация к условиям нашего региона определялась путем оценки зимостойкости, засухоустойчивости, устойчивости к вредителям и болезням, а также репродуктивной способности, с использованием оценочных шкал, разработанных рядом авторов (Лапин, Сиднева, 1973; Козловский и др., 2000; Таран, Колганова, 2013).

Степень перспективности оценивалась коэффициентом адаптивности, который вычисляется по формуле, предложенной А.Я. Огородниковым (1993), и представляет собой отношение суммы фактических точек адаптивности к сумме максимальных значений.

В зависимости от величины коэффициента адаптивности чубушники были распределены на 5 групп перспективных видов, различающихся степенью устойчивости, жизнеспособности и перспективами их массового использования в культивировании.

В результате обобщения полученных данных был разработан перспективный ассортимент декоративных видов чубушника для использования в зелёных насаждениях различных дендрорегионов Республики Армения (табл.). При разработке этих предложений использовались соответствующие работы Л.В. Арутюняна (1961, 1967), В.Г. Казаряна и др. (1974), Ж.А. Варданяна (2012, 2017, 2020).

Результаты и обсуждение. При оценке габитуса у большинства видов, получивших 4–5 баллов, листва очень пышная или пышная и здоровая, стволы в основном густые, без повреждений, полностью покрыты листьями, или листопад снижен на 10 %. Общий вид и форма растений не изменяются. Растения характеризуются высокой декоративностью, симметричной кустарниковой формой, обильным цветением и хорошей адаптивностью (5

баллов – *Ph. caucasicus*, *Ph. coronarius*, *Ph. latifolius*, *Ph. lewisii*, *Ph. tomentosus*, *Ph. × zeyheri*; 4 балла – *Ph. coronarius* f. fl. pl., *Ph. gordonianus*, *Ph. × magnificus*, *Ph. pekinensis*, *Ph. schrenkii*, *Ph. schrenkii* var. *jackii*, *Ph. sericanthus*, *Ph. × virginialis*). Только вид *Ph. tenuifolius* проявлял умеренную пышность, не сопровождавшуюся густым расположением листьев, деформациями или заметной асимметрией внешнего вида, и был оценён в 3 балла.

Цветки чубушников преимущественно белые или кремово-белые. По продолжительности цветения (в среднем 21 день) изученные виды рода *Philadelphus* были отнесены к группе со средней продолжительностью цветения 20–40 дней по классификации Л.В. Арутюняна (1977). Большинство видов характеризовалось обильным цветением и относилось к группам очень обильного 75–100 % (5 баллов) и обильного 50–75 % (4 балла) цветения, при котором цветками покрыто более половины кустов. Два вида – *Ph. tenuifolius* и *Ph. gordonianus* – относятся к группе среднеобильного цветения, при котором цветками покрыто не более половины кустов.

Чубушники преимущественно ароматные. Обладая сильным приятным ароматом, они в классификации Аморг относятся к группе растений с эфирным ароматом, обусловленным летучими эфирными веществами (Камалян, 1997). Из рассмотренных таксонов семь видов включены в группу растений с очень сильным ароматом, их запах отчетливо ощущается на расстоянии более 3 м от растения (5 баллов) – *Ph. caucasicus*, *Ph. coronarius*, *Ph. latifolius*, *Ph. pekinensis*, *Ph. schrenki*, *Ph. sericanthus*, *Ph. × virginialis*. Пять видов относятся к группе растений с сильным ароматом, ощущаемым на расстоянии 1–3 м от растения (4 балла) – *Ph. coronarius* f. fl. pl., *Ph. × magnificus*, *Ph. schrenkii* var. *Ph. jackii*, *Ph. tomentosus*, *Ph. × zeyheri*. Три вида с умеренным ароматом (3 балла) – *Ph. gordonianus*, *Ph. lewisii*, *Ph. tenuifolius*, их аромат хорошо различим и ощущается на расстоянии не менее 0,5 м от растения.

Частично пострадали от осенних заморозков *Ph. pekinensis* и *Ph. tenuifolius*, произрастающие в Ереване, а также *Ph. coronarius* и *Ph. tomentosus*, произрастающие в Севане, в результате чего одревеснело до наступления заморозков примерно 75 % однолетних побегов. Степень поражения болезнями и повреждения вредителями была высокой у *Ph. × magnificus* и *Ph. tenuifolius* произрастающих в Ереване, тогда как *Ph. gordonianus*, *Ph. schrenkii* и *Ph. pekinensis* пострадали незначительно.

Засухоустойчивость видов изучалась в летний сезон (август) при длительном воздействии температуры 25–30 °С и отсутствии полива. При этом частично пострадал только *Ph. tenuifolius*: его побеги и листья были повреждены, листья потеряли тургор, а на отдельных участках появились желто-коричневые пятна.

Способность к размножению видов оценивалась следующим образом: *Ph. sericanthus* (5 баллов) – обильно и регулярно цветет и плодоносит, семена обладают высокой всхожестью (70 % и более), дает самосев без искусственного полива. *Ph. caucasicus*, *Ph. latifolius*, *Ph. pekinensis* (4 балла) – хорошо или обильно цветут и плодоносят, семена обладают высокой или средней всхожестью (25–50 %), но самосев отсутствует. *Ph. coronarius*, *Ph. coronarius* f. fl. pl., *Ph. gordonianus*, *Ph. lewisii*, *Ph. × magnificus*, *Ph. schrenki*, *Ph. schrenkii* var. *Ph. jackii*, *Ph. tenuifolius*, *Ph. × virginialis*, *Ph. × zeyheri* (3 балла) цветут умеренно или обильно, семян мало или они обладают низкой всхожестью (до 25 %). Виды могут размножаться вегетативно, укореняемость в среднем 6–90 % (Ан. Григорян, 2025).

Заключение. На основе проведённых наблюдений (Табл.) выявлено и рекомендовано для неограниченного использования в различных видах озеленения городов Республики Армения и прилегающих территорий: семь высокодекоративных видов (5ВД) – *Ph. caucasicus*, *Ph. coronarius*, *Ph. latifolius*, *Ph. lewisii*, *Ph. pekinensis*, *Ph. tomentosus*, *Ph. × zeyheri* – декоративные характеристики которых чётко выражены и сохраняются на протяжении всего периода; шесть декоративных видов (4Д) – *Ph. coronarius* f. fl. pl., *Ph. × magnificus*, *Ph. schrenkii*, *Ph. schrenkii* var. *jackii*, *Ph. sericanthus*, *Ph. × virginialis* – декоративные характеристики которых

стабильны, в отдельные годы слабо выражены или иногда отсутствуют. Также были выявлены: девять высокоперспективных видов (5ВП 85–100 %): *Ph. caucasicus*, *Ph. coronarius*, *Ph. coronarius* f. fl. pl., *Ph. latifolius*, *Ph. lewisii*, *Ph. schrenkii* var. *jackii*, *Ph. sericanthus*, *Ph.* × *virginalis*, *Ph.* × *zeyheri* – полностью биологически стабильные и перспективные; пять перспективных видов (4П 75–85 %): *Ph. gordonianus*, *Ph.* × *magnificus*, *Ph. pekinensis*, *Ph. schrenkii*, *Ph. tomentosus* – хорошо растущие растения, которые могут подвергаться повреждениям без радикального изменения декоративных характеристик. Учитывая значительное влияние местных факторов, был исключён *Ph. tenuifolius*, оцененный как среднедекоративный (3СД) и среднеперспективный (3СП 60–75 %), а использование среднедекоративного вида, такого как *Ph. gordonianus*, было ограничено, принимая во внимание, что последний относится к группе перспективных.

Разработанный перспективный ассортимент декоративных и адаптированных видов чубушника предлагается (Табл.) для использования в зелёных насаждениях различной функциональной значимости в дендрорегионах Республики Армения.

Виды, включённые в группы высокодекоративных и декоративных растений, благодаря обильному цветению, высокой декоративности цветов и ароматности могут использоваться для создания декоративных садовых экспозиций «красиво и обильно цветущие», «ароматные и успокаивающие». В типах озеленения кустарники могут использоваться группами или как солитеры, а также применяться для создания живых изгородей, уличных посадок и аллей. Изученные растения целесообразно использовать в двух категориях озеленения – внутри городских и пригородных зелёных насаждениях (Табл.).

Таблица. Видовой состав декоративных чубушников, пригодных для использования в зелёных насаждениях РА Армении, по регионам и функциональному назначению

Вид	Географическое распространение	Показатели адаптивности				Общая декоративность	Группа перспективности	Пригодность									
		Зимостойкость	Засухоустойчивость	Устойчивость к вредителям и болезням	Размножаемость			По дендрологическим регионам				По функциональному назначению					
								Тавушский и Сюникский лесорастущие районы на высоте 900–1600 м	Полупустынная зона Центральной Армении на высоте 900–1400 м	Высокогорные районы: 1600–2100 м	Низкогорная субтропическая зона Тавушского и Сюникского региона - до 800	Солитер	Посадка группами	Уличная посадка и аллея	Живая изгородь	Ароматный и успокаивающий сад	Красивый и обильно цветущий сад
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Ph. caucasicus</i>	Кавказ	5	5	5	4	5ВД	5ВП (95%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ph. coronarius</i>	Европа	4	5	5	3	5ВД	4П (85%)	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>Ph. coronarius</i> f. fl. pl.	Культивар	5	5	5	3	4Д	5ВП (90%)	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Ph. gordonianus</i>	Северная Америка	5	5	4	3	3СД	4П (85%)	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>Ph. latifolius</i>	Северная Америка	5	5	5	4	5ВД	5ВП (95%)	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Ph. lewisii</i>	Северная Америка	5	5	5	3	5ВД	5ВП (90%)	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Ph. ×magnificus</i>	Гибрид	5	5	3	3	4Д	4П (80%)	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Ph. pekinensis</i>	Восточная Азия	4	5	4	4	5ВД	4П (85%)	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+
<i>Ph. schrenkii</i>	Восточная Азия	5	5	4	3	4Д	4П (85%)	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
<i>Ph. schrenkii</i> var. <i>Jacki</i>	Восточная Азия	5	5	5	3	4Д	5ВП (90%)	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
<i>Ph. sericanthus</i>	Восточная Азия	5	5	5	5	4Д	5ВП (100%)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Ph. tenuifolius</i>	Дальний Восток	4	4	3	3	3СД	3СП (70%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ph. tomentosus</i>	Гималаи	4	5	5	3	5ВД	4П (85%)	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+
<i>Ph. ×virginialis</i>	Гибрид	5	5	5	3	5ВД	5ВП (90%)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ph. ×zeyheri</i>	Гибрид	5	5	5	3	5ВД	5ВП (90%)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Примечание: ВД – Высокодекоративный, Д - Декоративный, СД – Среднедекоративный; ВП – Высокоперспективный, П – Перспективный, СП - Среднеперспективный

Библиографический список

1. Алексеевский А.Н. Питомники декоративных деревьев и кустарников. М., 1956, 219 с.
2. Арутюнян Л.В. Принципы озеленения улиц Еревана. Бюл. бот. сада АН Арм. ССР, 18, 1961, С. 69–86.
3. Арутюнян Л.В. К истории озеленения населенных пунктов в Армении. Сб. «Вопросы исторической науки», Ереван, 1967, С. 218–223.
4. Арутюнян Л.В. Интродукция древесных в Армении, ее дендрологическое районирование и биологические основы озеленения. Автореф. дис.... канд. биол. наук, Ереван, 1970, 55 с.
5. Арутюнян Л.В. Основы проектирования озеленяемых объектов. Ереван, 1977, 265 с. (на арм. яз.).
6. Варданян Ж.А. Научные основы интродукции древесных растений в Армении. Ереван, 2012, 399 с.
7. Варданян Ж.А. Методологические аспекты оценки декоративности древесных растений. Доклады НАН РА, 2017, 4, С. 340–349.
8. Варданян Ж.А. Особенности выращивания древесных растений и создания декоративных насаждений в Армении. Ереван, 2020, 210 с. (на арм. яз.).
9. Григорян Ан.А. Репродуктивные особенности рода *Philadelphus* L. (Hydrangeaceae) в ботанических садах Армении. Доклады НАН РА, Ереван, 2023, Т.123, 3–4, С. 101–110.
10. Григорян Ан.А. Оценка экологических особенностей и декоративности интродуцированных чубушников (*Philadelphus* L.) в ботанических садах РА и дендрарии Иджевана. Доклады НАН РА, Ереван, 2025, Т.125, 1, С. 55–66 (на арм. яз.).
11. Деревья и кустарники СССР: Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. под. ред. С.Я. Соколова, М.– Л., Т. 3, 1954, 872 с.
12. Казарян В.О., Арутюнян Л.В., Хуршудян П.А., Григорян А.А. Барсегян А.М. Научные основы облесения и озеленения Армянской ССР. Ереван. Изд-во АН АрмССР. 1974. 350 с.
13. Козловский Б.Л., Огородников А.Я., Огородникова Т.К., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета. Ростов н/Д, 2000, 140 с.
14. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. Опыт интродукции древесных растений, М., 1973, С. 7–67.
15. Некрасов В.И. Основы семеноведения древесных растений при интродукции. М., 1973, 278 с.
16. Огородников А.Я. Методика визуальной оценки биоэкологических свойств древесных растений в населенных пунктах степной зоны // Интродукция растений. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1993. С. 50–58.
17. Райт Р.Х. Наука о запахах. М. : Мир, 1966, 222 с.
18. Таран С.С. Колганова И.С. Методические аспекты оценки результатов интродукции древесных растений для целей озеленения. Фундаментальные исследования, РФ, 2013, 11, С. 1892–1896.

ЕРЕВАНСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД КАК НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ КРАСИВОЦВЕТУЩИХ КУСТАРНИКОВ И САДОВЫХ ФОРМ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Варданян Ж.А., Григорян М.М., Мурадян Н.Н.

*Институт ботаники имени А. Тахтаджяна Национальной академии наук Республики
Армения, Ереван, Республика Армения,*

zh.vardanyan@gmail.com, manikgrigoryan89@gmail.com, nelli.muradyan12@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются особенности интродукции и создания научных коллекций некоторых красивоцветущих кустарников представителей родов *Syringa*, *Spiraea*, *Lonicera* и др., а также садовых форм древесных растений. Обсуждаются перспективы применения представителей указанных родов и садовых форм древесных в различных категориях и типах зеленых насаждений по функциональному назначению.

Ключевые слова: Ботанический сад, дендрокolleкция, деревья и кустарники, декоративность, садовые формы древесных

YEREVAN BOTANICAL GARDEN AS A SCIENTIFIC CENTER FOR THE CREATION OF A COLLECTION OF ORNAMENTAL FLOWERING SHRUBS AND GARDEN FORMS OF WOODY PLANTS

Vardanyan Zh., H., Grigoryan M.M., Muradyan N.N.

*Institute of Botany after A. Takhtajan National Academy of Sciences of the Republic of Armenia,
Yerevan, Armenia,*

zh.vardanyan@gmail.com, manikgrigoryan89@gmail.com, nelli.muradyan12@gmail.com

Abstract. The features of the introduction and the creation of scientific collections of certain ornamental flowering shrubs of the genera *Syringa*, *Spiraea*, *Lonicera*, etc., as well as garden forms of woody plants, are presented. The prospects for the use of representatives of these genera and garden forms of woody plants in various categories and types of green spaces, depending on their functional purpose, are discussed.

Keywords: Botanical Garden, dendrological collection, trees and shrubs, ornamental value, garden forms of woody plants

Основным принципом создания дендрокolleкций в ботанических садах Армении является традиционный эколого-географический принцип, общепризнанный почти во всех академических садах бывшего Советского Союза. По такому принципу в 1980-х гг. в Ереванском ботаническом саду были созданы экспозиционные коллекции дендрофлор Кавказа, Европы, Сибири, Северной Америки, Восточной Азии и др. В дальнейшем (после 1970 г.) были созданы коллекции по совершенно иным принципам и методам: хвойных, древесных лиан, красивоцветущих кустарников и садовых форм, а также коллекции некоторых высокодекоративных и богатых в таксономическом отношении родов. В составе указанных дендрокolleкций насчитывается около 1100 видов, разновидностей и садовых форм (Варданян, 2012).

В наших многолетних работах интродукция и создание коллекции указанных и других родов проводилась по методу, предлагаемому Ф.Н. Русановым (1971), сущность которого заключается в выявлении особенностей биологии и экологии представителей данного рода и возможности их освоения в новых условиях существования. По существу, применение данного метода создает широкие возможности для изучения вопросов приспособительной эволюции и потенциала рода, для внедрения видов в данных дендроклиматических условиях. С другой

стороны, разнообразие видов во флорогенетическом отношении отражает историю рода в целом, исторические пути развития отдельных видов в разнообразных климатических регионах. В настоящее время в Ереванском ботаническом саду по этому методу создана богатая дендроколлекция родов *Syringa*, *Lonicera*, *Spiraea*, *Philadelphus* и др. (Лавчян, 1985; Лавчян, 1979; Григорян, 1994; Мурадян, 2020; Григорян, 2025). В дальнейшем намечается целенаправленная интродукция и создание показательной экспозиционной коллекции представителей некоторых других красивоцветущих кустарников родов *Berberis*, *Deutzia* и др.

В данной работе приводятся краткие результаты по исследованию интродуцированных представителей вышеперечисленных родов, а также садовых форм древесных растений.

Род *Syringa* L. (Oleaceae). Представители этого рода – листопадные кустарники, покрытые серой корой с многочисленными чечевичками. Цветы душистые в верхушечных и пазушных метельчатых соцветиях. Цветут в мае-июне.

Многостороннее исследование по интродукции представителей рода *Syringa* с целью создания их экспозиционного коллекционного участка – сирингария, в Ереванском ботаническом саду было начато ещё в 1970-е гг. (Лавчян, 1979).

В течение нескольких десятилетий в Ереванском ботаническом саду была собрана коллекция из 20 видов и около 80 сортов сирени. К сожалению, в годы энергетического кризиса в республике, наряду с другими видами, большой ущерб понесла и коллекция рода *Syringa*, в результате многочисленные интродуцированные представители были уничтожены. Однако накопленный опыт и результаты многолетних исследований позволяют рекомендовать для широкого внедрения в озеленение республики в качестве красиво цветущих кустарников *S. vulgaris*, *S. villosa*, *S. josikaea*, *S. henryi*, *S. amurensis*, *S. microphylla*, *S. tomentosa* и др.

Из испытанных в Ереванском ботаническом саду около 100 сортов сирени обыкновенной для массового применения в зеленом строительстве Армении вполне перспективны около 25 сортов: ‘Praesox Necker’, ‘Leon Gambetta’, ‘Lavoisie’, ‘Florant Stepman’, ‘Condorest’, ‘Capitaine Nestrow’ и др. (Лавчян, 1979).

Таким образом, представители рода *Syringa* благодаря своей экологической пластичности и высокой декоративности, перспективны для культивирования во всех природных зонах республики.

Род *Lonicera* L. (Caprifoliaceae). Представители данного рода – прямостоячие, стелющиеся или вьющиеся кустарники, листопадные или вечнозеленые, которые отличаются разнообразием и богатством видового состава, полиморфностью и широким ареалом, охватывающим умеренные и субтропические области Северного полушария.

На территории Армении произрастают 4 вида аборигенных жимолостей: *L. caprifolium*, *L. bracteolaris*, *L. caucasica*, *L. iberica* (Варданян, 2003).

Большинство из представителей этого рода благодаря высокой декоративности используются в зеленом строительстве, некоторые же виды отличаются высокой засухоустойчивостью и перспективны при создании лесомелиоративных и декоративных насаждений в аридных регионах республики. Вьющиеся же виды и формы *L. caprifolium*, *L. japonica* используются преимущественно в вертикальном озеленении, украшая стены, беседки и т.д.

Жимолости декоративны в течение всего вегетационного периода, особенно во время цветения и плодоношения. Несмотря на это, до сих пор, в ассортименте декоративных растений республики они не нашли широкого применения. Из большинства декоративных видов жимолостей в практике озеленения в настоящее время используется всего лишь несколько видов: *L. maackii*, *L. fragrantissima*, *L. tatarica*, *L. henryi*, *L. morrowii*, *L. japonica*, *L. caucasica* и *L. xylosteum*.

Род *Lonicera* является одним из ценных объектов для интродукции в Армению высокодекоративных растений. Из около 200 видов ее мирового генофонда более 80 подлежат интродукции в Армению (Григорян, 1994; Варданян, 2012). В настоящее время коллекция этого рода в Армении насчитывает 29 видов, 7 гибридов и 10 форм, в том числе в Ереванском ботаническом саду 25 видов, 3 гибрида и 6 форм.

Род *Spiraea* L. (Rosaceae). Представители этого рода листопадные кустарники высотой 1,5–2 м с прямостоящими, поднимающимися или стелющимися ветвями. Соцветия у видов, цветущих весной, сидячие или почти сидячие зонтики или щитковидные кисти.

Около 100 представителей рода *Spiraea* распространены преимущественно в лесостепной, степной и полупустынных зонах и в субальпийском поясе гор Северного полушария – Евразии и Северной Америки (Деревья..., 1954)

Благодаря большому разнообразию по форме и размеру кустов, срокам и продолжительности цветения, окраске цветков и форме соцветий, они нашли широкое применение в практике озеленения.

Видовое разнообразие и декоративные особенности рода *Spiraea* диктуют необходимость целенаправленной интродукции его новых декоративных и устойчивых видов в ботанические сады Армении и создания богатой коллекции для широкого использования в зеленом строительстве республики (Мурадян, 2020).

Выявлено, что виды рода *Spiraea* в коллекциях и зеленых насаждениях республики представлены ограниченно: *Spiraea japonica* f. ‘Little Princess’, *S. trilobata*, *S. × vanhouttei*, *S. trichocarpa*, *S. × revirescens*.

В результате проведенных работ научная коллекция рода *Spiraea* в ботанических садах в настоящее время составляет 22 вида, в том числе: *Spiraea alba*, *S. alpina*, *S. betulifolia*, *S. blumei*, *S. chamaedryfolia*, *S. decumbens*, *S. douglasii*, *S. fritschiana*, *S. japonica*, *S. japonica* ‘Little princess’, *S. mongolica*.

Согласно результатам исследования, род *Spiraea* оценивается как ценный и перспективный источник для дальнейшей интродукции новых видов (более 40 видов подлежат интродукции в Армению: *Spiraea chinensis*, *S. gemmata*, *S. menziesii*, *S. pyramidata*, *S. cantoniensis* и др.) и широкого использования в озеленении республики.

Род *Philadelphus* L. (Hydrangeaceae). Чубушник, или садовый жасмин – листопадный кустарник. Выявлено, что в различных регионах умеренной зоны Северного полушария распространено около 70 видов (Деревья..., 1954). Видовым разнообразием отличаются Северная Америка (40 видов) и Китай (22) (Варданян, 2021). В Армении естественно растет только *Philadelphus caucasicus*, встречается он в северо-восточных лесных формациях (Варданян, 2003).

Несмотря на большое разнообразие видов и сортов, *Philadelphus* в садово-парковом строительстве республики используется крайне недостаточно. Наиболее известными и распространенными являются *Ph. coronarius*, *Ph. caucasicus* и *Ph. grandiflorus*.

В ботанических садах и дендропарках Армении интродуцировано около 40 высокодекоративных видов и разновидностей чубушника, большая часть которых по разным причинам не сохранена в составе коллекции. В роде насчитывались 28 видов, 8 гибридов, 3 сорта и 2 формы: *Ph. coronarius*, *Ph. grandiflorus*, *Ph. nepalensis*, *Ph. pekinensis*, *Ph. tenuifolius*, *Ph. × falconerii*, *Ph. × magnificus* и др. (Аннотированный каталог..., 1985).

Эти красивые, быстрорастущие кустарники засухоустойчивы, морозоустойчивы, хорошо адаптируются, обильно цветут и плодоносят, устойчивы к вредителям и болезням, выдерживают загрязнение воздуха городов и промышленных предприятий. Размножаются семенами, отводками, черенками и корневищами. Преимущество чубушника в основном заключается в разнообразии сортов, представляющих большой интерес для ландшафтного

дизайна. Наибольшей декоративностью достигают чубушники в период цветения. В зависимости от вида период цветения чубушников обычно длится 2 месяца с начала июня до конца июля. Правильный выбор видов или сортов позволит значительно продлить период цветения.

Среди древесных род *Philadelphus* богат душистыми растениями (Камалян, 1997), использование которых позволяет создавать в зеленых насаждениях «Ароматные сады».

Дальнейшее исследование по оценке декоративности позволит объективно выделить устойчивые и высокодекоративные сорта и садовые формы *Philadelphus* для их целенаправленного использования в озеленении.

Таблица 1. Дендрологическая характеристика и декоративные качества некоторых красивоцветущих кустарников, интродуцированных в ботанических садах Армении

Род	Мировой генофонд (число видов)	Число видов			Декоративные качества	
		Интродуцированных в Армении	Подлежащих дальнейшей интродукции	Наиболее устойчивых и высокодекоративных	Окраска и величина цветков	Обилие и цвет плодов
<i>Syringa</i> L.	28	20	28	20	+	-
<i>Lonicera</i> L.	200	46	80	37	+	+
<i>Spiraea</i> L.	90	22	40	19	+	-
<i>Philadelphus</i> L.	70	40	47	20	+	-

Садовые формы. Садовые формы древесных растений, благодаря богатству морфологического разнообразия и высоким декоративным качествам (своеобразная структура кроны и ствола, форма и окраска листьев, цветков и плодов и т. д.), имеют большие перспективы в зеленом строительстве. Они незаменимы при создании различных композиционных оформлений. По строению кроны садовые формы принято делить на пирамидальные (*pyramidata*, *pyramidalis*), пирамидообразные (*pyramidiformis*), колонновидные (*columnaris*), шаровидные (*globosa*), низкорослые (*pumila*) и плакучие (*pendula*). Кроме вышеназванных, в различных типах садово-парковых композиций иногда используются также садовые формы с оригинальным специфическим строением кроны, в числе которых змеевидная (*virgata*), извилистая (*tortuosa*), нитевидная (*filiformis*), завитая (*flagelliformis*), плетевидная (*viminialis*), спиралевидная (*spiralis*), уродливая (*monstrosa*), карликовая (*nana*) и подушечная (*pulvinalis*).

Благодаря разнообразию листьев и цветков принято различать следующие садовые формы древесных, имеющие большое значение в декоративном садоводстве: кудрявая (*crispa*), серебристая (*argentata*), беловато-серебристая (*argentea*), желтая (*lutea*), золотистая (*aurea*), голубая (*glauca*), красная (*rubra*), пятнистая (*makulata*), пестрая (*variegata*), двухцветная (*bicolor*), трехцветная (*tricolor*) (Колесников, 1974).

Проведен анализ таксономического состава садовых форм древесных растений в мировой дендрофлоре (около 1500 садовых форм из 38 семейств и 92 родов) и в ботанических садах Армении. Установлено, что в Ереванском ботаническом саду имеются 63, в Ванадзоре – 14, в Севане – 19 таких садовых форм. Наиболее богаты садовыми формами семейства Cupressaceae, Fabaceae, Caprifoliaceae и Rosaceae (Григорян, 2021).

По данным инвентаризации, проведённой в 1963–1985 гг., в Ереванском ботаническом саду насчитывалось 109 садовых форм (Аннотированный..., 1985). Из них сохранилось лишь 49, однако в последующие годы было интродуцировано и акклиматизировано ещё 14. В последние годы через «Список обмена семенами» были получены семена ряда новых декоративных садовых форм (*Thuja occidentalis* 'Filiformis', *Berberis thunbergii* 'Babette', *Cotinus coggygria* 'Purpureus', *Physocarpus opulifolius* 'Luteus' и др.), в результате чего их общее количество увеличилось ещё на 38.

Таблица 2. Количественное распределение садовых форм древесных растений по таксономическим группам и декоративным признакам

Отдел	Таксономическая группа			Характер декоративности				
	Семейство	Род	Вид	Садовая форма	Форма кроны и побегов	Форма листьев и окраска	Форма цветков, плодов и окраска	По иным признакам
Голосеменные	3	5	8	19	8	10	-	1
Покрытосеменные	17	27	33	44	11	19	8	6
Итого	20	31	41	63	19	29	8	7

Библиографический список

1. Аннотированный каталог деревьев и кустарников ботанических садов и дендропарков Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1985, 164 с. (Бюлл. бот. сада АН Арм. ССР, №27)
2. Варданян Ж.А. Григорян А.А. Чубушник (*Philadelphus* L.) как источник ценных кустарников для интродукции в ботанические сады Армении // Биолог. журн. Армении, 2021, 73, 1, с. 71–80.
3. Варданян Ж.А. Деревья и кустарники Армении в природе и культуре. Ереван, 2003, 367 с.
4. Варданян Ж.А. Научные основы интродукции древесных растений в Армении. Ереван: Изд. «Гитутюн» НАН РА, 2012, 398 с.
5. Григорян А.А. Оценка экологических особенностей и декоративности интродуцированных чубушников (*Philadelphus* L.) в ботанических садах и дендрариях РА. Докл. НАН Армении, т. 125, № 1, 2025, с. 55–66.
6. Григорян Л.М. Коллекция жимолостей в ботанических садах и дендропарках Армении // Известия с.-х. наук, 1994, 7–12, С. 229–335.
7. Григорян М.М. Особенности интродукции и адаптации садовых форм древесных растений в ботанических садах Армении // Автореф. дисс...канд. биол. наук. Ереван, 2021, 26 с.
8. Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 3. Покрытосеменные. Семейства троходендроновые – розоцветные / Академия наук СССР, Ботанический институт им. В. Л. Комарова ; ред. С. Я. Соколов. – М., Л. : Изд-во Академии наук СССР, 1954. 872 с.

9. Камалян Н.С. Душистые древесные растения и перспективы их использования в озеленении. Автореф. дисс...канд. биол. наук. Ереван, 1997. 27 с.
10. Колесников А.И. Декоративная дендрология. М. : Лесная промышленность, 1974. 704 с.
11. Лавчян Э.К. Интродукция красивоцветущих кустарников в Ереванском ботаническом саду // Бюлл. Бот. сада АН АрмССР, 1985, 26, С. 51–60.
12. Лавчян Э.К. Коллекция сиреней в Ереванском ботаническом саду // Бюлл. Бот. сада АН АрмССР, 1979, 25, С. 65–73.
13. Мурадян Н.Н. Оценка рода *Spiraea* L. как источника интродукции высокодекоративных видов для Армении // Автореф. дисс...канд. биол. наук. Ереван, 2020, 26 с.
14. Русанов Ф.Н. Метод родовых комплексов в интродукции растений и его дальнейшее развитие // Бюлл. ГБС, 1971, 71, С. 15–20.

ЕЩЕ РАЗ О ТЕРМИНЕ «ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ» И НАУЧНОЙ ТЕМАТИКЕ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ

Гельтман Д.В.

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
geltman@binran.ru*

Аннотация. В деятельности ботанических садов России в настоящее время широко используется термин «интродукция растений». Однако он более или менее заметно вошел в тематику ботанических садов лишь с 1940-х гг. в связи с необходимостью их вовлечения в практику социалистического строительства, причем долгое время использовался вместе с термином «акклиматизация». К началу 1970-х гг. он фактически стал означать просто включение растения в коллекцию ботанического сада. В последнее время «интродукция» приобрела определенную двусмысленность из-за пересечения с терминологией, применяемой в отношении чужеродных видов растений. Важнейшими направлениями научной деятельности ботанических садов является все, что связано с их коллекционными фондами, включая физиологические особенности растений в условиях коллекций. Также предметом научной тематики ботанических садов может быть подготовка садовых (культурных) «флор», создание резервных популяций исчезающих видов для их репатриации в природные условия, а также инвентаризация сортового разнообразия декоративных растений и его правильное оформление в соответствии с национальным законодательством и международными правилами.

Ключевые слова: ботанические сады, интродукция растений, акклиматизация растений, история ботаники

ONES AGAIN ABOUT THE TERM «INTRODUKTSIA RASTENII [PLANT INTRODUCTION]» AND THE RESEARCH AGENDA OF BOTANICAL GARDENS

Geltman D.V.

*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia,
geltman@binran.ru*

Abstract. The term «introduktsiya rastenii» (literally – plant introduction) is widely used in the work of Russian botanical gardens. However, it became more or less visible in botanical garden practice in the 1940s only, due to the need for their involvement in the process of the socialist reconstruction. For a long time, it was used in conjunction with the term «acclimatization». By the early 1970s, it in fact came to mean simply the inclusion of a plant in a botanical garden's collection. Recently, «introduction» has acquired a certain ambiguity due to its overlap with terminology used for alien plant species. The most important areas of scientific activity for botanical gardens are everything related to their collection funds, including the physiological characteristics of plants in collection conditions. The scientific focus of botanical gardens may also include the preparation of garden (cultural) «floras», the development of reserve populations of endangered species for their repatriation, as well as the inventory of varietal and cultivar diversity of ornamental plants and its proper registration in accordance with national legislation and international regulations.

Keywords: botanical gardens, plant introduction, plant acclimatization, history of botany

Термин «интродукция растений» широко вошел в употребление в ареале русскоязычной науки и нередко рассматривается как главнейшая задача ботанических садов, использован в ряде официальных документов АН СССР (РАН).

Однако в последнее время со стороны ряда биологов, в том числе и руководителей Отделения биологических наук РАН неоднократно высказывалось (хотя и не публиковалось) критическое отношение к использованию этого термина в применении к деятельности ботанических садов. Основанием для этого является пересечение с терминологией, принятой в области биологии, связанной с изучением чужеродных видов и их инвазий, где «интродукция» означает в первую очередь (а иногда и исключительно) непреднамеренный или намеренный занос организмов на новые территории, имеющий по большей части отрицательные последствия для экосистем и экономики. Сложившаяся ситуация заставляет еще раз вернуться к истории данного термина, а также к более общим вопросам научной тематики ботанических садов.

Термин «интродукция растений»

Хорошо известно, что «ботанические сады – учреждения, обладающие документированными коллекциями живых растений для целей научных исследований, охраны природы, демонстрации и образовательной деятельности» (Botanic Gardens Conservation International, 2026). Документированная коллекция – важнейший компонент любого ботанического сада, причем она содержит растения не только и не столько своего региона, а и иных территорий, не характерные для местной флоры – «интродуцированные» в привычной для многих терминологии.

Однако на протяжении столетий термин «интродукция» в отношении деятельности ботанических садов не применялся ни в русском, ни в иных языках. Этого слова нет ни в одной из инструкций Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада (Любимов, 1913), ни в работе, посвященной растениям, «распространенным в культуре» этим учреждением (Липский, Мейсснер, 1913), ни в важнейших публикациях его директора Э.Л. Регеля (1868, 1870–1882). Не отмечается этот термин и в обобщающих публикациях о деятельности еще одного старейшего отечественного ботанического сада – Никитского (Любименко, 1910, 1913). Нет соответствующих статей и в важнейших энциклопедических справочниках того времени.

В ботанической и садоводческой литературе того времени довольно активно использовался термин «акклиматизация». Регель (1860, с. 28) отмечал, что «под именем акклиматизации должно понимать приспособление растения одной стороны к климату другой». В.Н. Любименко (1913, с. 26) под акклиматизацией понимал «приучение или привыкание животного или растения к иному климату, более или менее отличающемуся от климата родины данной породы». Создается впечатление, что в те времена споры об акклиматизации весьма напоминали нынешние дискуссии об интродукции.

В русском научном языке термин «интродукция растений» появился в первой половине 1920-х гг. в работах Н.И. Вавилова и его школы. Примером послужила деятельность Бюро (Отдела) интродукции семян и растений Министерства сельского хозяйства США (создано в 1898 г.), благодаря деятельности которого в практику сельского хозяйства Северной Америки были введено множество новых культур. В программной статье Вавилова (1925), подготовленной по материалам его выступления в Кремле на первом заседании совета только что созданного Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур (с 1930 г. – Всесоюзный институт растениеводства, ВИР) имеется раздел «Теория интродукции новых растений и сортов». «Интродукция» присутствует и в названиях ряда статей Вавилова (1932, 1936; и др.), в основном по отношению к введению в широкую культуру новых сельскохозяйственных растений, в частности, для «советских субтропиков».

Ботаническим садам СССР в то время требовалось найти свое место в социалистическом строительстве. Вполне логичным прикладным разделом их деятельности становилось «зеленое строительство», а от него был один шаг до «интродукции» в вавиловском понимании этого термина.

Внедрение «интродукции» в планы, отчеты, публикации ботанических садов происходило постепенно, в документах Ботанического института АН СССР (БИН) – примерно с 1934 г. С.Я. Соколов, став в 1938 г. заведующим Ботаническим садом БИНа, занялся в том числе и поисками специфики научной тематики этого подразделения. Как он позже отмечал в автобиографии (Соколов, 2007, с. 22), «стержневой проблемой была избрана проблема интродукции и акклиматизации растений, самым существенным образом связанная со всей деятельностью Ботанического сада в прошлом, настоящем и будущем». Показательно, что в данном случае интродукция указывается совместно с более традиционной для того времени акклиматизацией.

Важную роль в продвижении термина «интродукция» в тематику ботанических садов сыграло Первое совещание ботанических садов СССР, которое состоялось в Москве и Ленинграде 13–21 января 1940 г. На конференции был заслушан доклад Вавилова «Интродукция растений в советское время и ее результаты» посвященный в основном деятельности Всесоюзного института растениеводства (Вавилов, 1965). Соколов (1940) в докладе «Задачи ботанических садов в области исследовательских работ» отметил, что общей задачей ботанических садов системы Академии наук СССР и союзных республик должны быть работы над вовлечением в культуру новых полезных растений различных категорий, особенно из дикой флоры СССР, и разработка теории интродукции растений.

В то время в описании задач и деятельности ботанических садов СССР использовались как «акклиматизация», так и «интродукция», а «проблема интродукции и акклиматизации» считалась основной для ботанических садов, что было закреплено в Положении о Совете ботанических садов СССР. Соколов (1957, с. 15, 17) определил акклиматизацию «как процесс приспособления самих растений (организмов) к новым условиям среды и новым условиям существования», а интродукцию как «деятельность ... людей в области акклиматизации». Однако в статье Н.В. Цицина, В.П. Доброхвалова (1963, с. 9–10), опубликованной «в порядке обсуждения», было отмечено, что «ботаническая акклиматизация – это наука о закономерностях и методах преобразования природы растительных организмов в целях их практического использования их в новых условиях существования», а «интродукция есть не что иное, как механический перенос растения из одной географической зоны в другую, разумеется, с учетом и подбором соответствующих условий». Однако, пожалуй, это была последняя публикация, где «интродукция» подчинялась «акклиматизации». Примерно со второй половины 1960-х гг. «интродукция» занимает все более прочные позиции, а «акклиматизация» уходит в тень, если не исчезает совсем, что хорошо видно хотя бы по названиям статей в «Бюллетене Главного ботанического сада». В одной из программных статей Н.В. Цицина (1972) говорится уже в основном об «интродукции», «акклиматизация» упоминается лишь походя.

Важное значение имела статья П.И. Лапина (1972), подготовленная по поручению Совета ботанических садов СССР и посвященная терминологическим вопросам. В ней отмечено, что «под термином акклиматизация следует понимать не деятельность человека, а сложный комплекс явлений, происходящих в растениях под действием природных факторов и созданных человеком условий, изменяющих ход формообразовательных процессов... В отличие от этого интродукция растений — целеустремленная деятельность человека по введению в культуру в данном естественно-историческом районе новых родов, видов, сортов и форм растений или перенос их из природы в культуру» (с. 12).

В статье П.И. Лапина (1976), посвященной 30-летию Главного ботанического сада АН СССР, при описании его достижений в основном говорится об интродукции. В дальнейшем слово «акклиматизация» практически исчезает из публикаций сотрудников ботанических садов, а понимание термина «интродукция» становится все более широким. Речь уже не шла о

введении растения в устойчивую культуру (хотя бы в перспективе), а просто о поддержании его (то или иное время) с самыми различными целями в составе коллекции ботанического сада, что прямо отмечено в статье А.К. Скворцова (1986). Именно такое понимание интродукции и было воспринято широким кругом работников ботанических садов.

Представляется, что успех термина «интродукция растений» был обусловлен не только и не столько научными, сколько лингвистическими (судьба слова в языке бывает весьма своеобразной) и даже психологическими причинами. Этот термин давал научное, хорошо звучащее название тому, чем истари занимались ботанические сады и их сотрудники, увлеченные культивированием растений, и в значительной мере давал ответ на извечный вопрос-упрек «а зачем все это надо и какая от этого польза?».

Однако триумфальное вхождение интродукции в тематику и описание практики ботанических садов произошло почти исключительно в ареале русскоязычной науки. Терминологический аппарат американского бюро по интродукции не перешел в деятельность большинства европейских и североамериканских ботанических садов. Поэтому словосочетание «интродукция растений – важнейшая задача ботанических садов», вполне привычное в русскоязычной среде, при дословном переводе (*plant introduction is the main aim of botanical gardens*) действительно во многих случаях может вызвать недоумение.

Сложностей добавило и отождествление интродукции (особенно в англоязычной среде) в первую очередь с непреднамеренно занесенными растениями, оказывающими обычно негативный эффект на местные экосистемы. В русском научном языке этой проблемы не было, так как отечественные ботаники долгое время пользовались иной системой терминологии для этой области знания, центральным термином которой было понятие «адвентивные растения (виды)».

Представляется, что в настоящее время термин «интродукция» не уйдет из практики отечественных ботанических садов – слишком уж прочно он в нее вошел. Однако надо отдавать себе отчет в его ограниченности и сложности использования в международных контактах. Кроме того, деятельность ботанических садов, с моей точки зрения, значительно более сложна и многогранна, чтобы описывать ее одним словом.

В английском языке деятельность ботанических садов попадает под очень широкое понимание слова «*horticulture*». В XIX – начала XX вв. у нас примерно в том же смысле использовался его русский аналог «садоводство», который, однако, затем стал применяться почти исключительно в отношении производства фруктов и ягод, а также активности на дачных и приусадебных участках. По-видимому, имеет смысл постепенно возвращаться к использованию этого понятия в применении к ботаническим садам, либо искать иную аналогию слову «*horticulture*». Надо также подумать, нужен ли в работе ботанических садов почти забытый термин «акклиматизация»?

О научной тематике ботанических садов, или Если не интродукция, то что же?

Научная тематика ряда отечественных учреждений, в названиях которых есть слова «ботанический сад», часто бывает достаточно широка. Это так называемые сады-институты, которые я предложил относить к группе ботанических садов академий наук советского типа (Гельтман, 2025). Однако ведущиеся в них исследования по геоботанике, систематике, отдельным отраслям физиологии и биохимии растений и др. не обязательно связаны с коллекциями ботанических садов. Ниже пойдет речь только об исследованиях, которые тесно связаны именно с коллекциями, и обычно не могут быть осуществлены в учреждениях иного типа.

С моей точки зрения, важнейшим направлением является **научное обоснование состава коллекций** в связи с профилем сада и его материальными возможностями. Надо прямо признать, что в коллекции могут и должны быть растения, практическая ценность которых

неочевидна, по крайней мере в настоящее время. Другим важнейшим научным направлением, с моей точки зрения, является **изучение существования растений в условиях коллекций**. При желании (но вовсе не обязательно) определенную часть такой деятельности можно называть интродукцией. Среди этого большого направления необходимо выделить оценку длительности существования растений в коллекции, фенологические и морфологические закономерности, отличия от существования растений в природных условиях и многое другое, скажем, значение микоризы в успешности выживания растения в новых условиях. Предметом публикаций может быть обобщение опыта культивирования растений, а не просто фиксация факта осуществленной интродукции. С этим направлением тесно связано **изучение физиологических особенностей растений в условиях коллекций**, в том числе закрытого грунта. Критический недостаток данных в этой области становится очевидным в ходе работ по проектированию реконструкции и ремонта оранжерей, да и по проектированию открытых пространств садов.

Еще одним направлением, явно недостаточно развитым у нас, является **составление садовых (или культурных) «флор»**. Такие руководства напоминают традиционные «флоры» (в них есть определительные ключи, номенклатурные абзацы, описания), но они содержат сведения о растениях, выращиваемых в культуре на определенной территории. Примером, которому необходимо следовать, является *European Garden Flora*, в настоящее время вышло ее второе издание (*The European Garden Flora*, 2011). В отечественной практике примером такой «флоры» является широко известное руководство «Деревья и кустарники СССР» и более новые справочники по отдельным культурам, которым, однако явно недостает номенклатурной составляющей и хороших морфологических описаний.

Важным направлением природоохранной деятельности, невозможной без участия ботанических садов, является работа по **созданию резервных популяций редких и охраняемых растений** и, на их основе, работа по **репатриации растений в природу**. Необходимо подчеркнуть, что в данном случае речь идет не о нескольких коллекционных образцах, а о популяциях, что, конечно, требует особого подхода и дополнительных площадей. Разумеется, успех или неуспех такой деятельности может и должен быть примером научных публикаций.

Многие сады успешно занимаются селекцией декоративных растений и, конечно, такие работы могут и должны вестись при наличии соответствующей инфраструктуры и кадров. Не менее важна инвентаризация уже имеющегося **отечественного сортового разнообразия декоративных растений и его правильное оформление в соответствии с национальным законодательством и международными правилами**. К сожалению, то, что у нас называют сортами (насколько обоснованно – другой вопрос), часто не подкрепляется ни тем, ни другим, что ведет в потере приоритета и прямому экономическому ущербу. Ботанические сады должны быть методическими центрами, оказывающими квалифицированную помощь достаточно многочисленным любителям и селекционерам.

Здесь перечислены только важнейшие направления (разумеется, на мой субъективный взгляд), однако и их перечисление показывает, что в научной деятельности ботанических садов не все сводится к интродукции, пусть и широко понимаемой.

Библиографический список

1. Вавилов Н.И. Очередные задачи сельскохозяйственного растениеводства (Растительные богатства Земли и их использование) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1925. Т. 14, № 5. С. 1–17.
2. Вавилов Н.И. Проблема новых культур. М.; Л.: Сельхозгиз, 1932. 48 с.

3. Вавилов Н.И. Основы интродукции растений для субтропиков СССР // Советские субтропики. 1936. № 6. С. 3–18.
4. Вавилов Н.И. Интродукция растений в советское время и ее результаты (Итоги интродукционной работы Всесоюзного института растениеводства за период 1921–1940 гг.) // Академик Вавилов Н.И. Избранные труды. М.; Л.: Наука, 1965. С. 674–689.
5. Гельтман Д.В. Ботанические сады: происхождение, важнейшие группы, научная тематика // Ботанические сады в современном мире. СПб.: БИН РАН, 2025. № 8. С. 10–12. Электронное издание. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/botanicheskie-sady-proishozhdenie-vazhneyshie-gruppy-nauchnaya-tematika>
6. Лапин П.И. О терминах, применяемых в исследованиях по интродукции и акклиматизации растений // Бюллетень Главного ботанического сада. 1972. Вып. 83. С. 10–18.
7. Лапин П.И. Результаты научной деятельности Главного ботанического сада АН СССР за 30 лет // Бюллетень Главного ботанического сада. 1976. Вып. 100. С. 50–58.
8. Липский В.И., Мейсснер К.К. Перечень растений, распространенных в культуре Императорским СПб ботаническим садом // Императорский С.-Петербургский ботанический сад за 200 лет его существования (1713–1913). Часть 3. СПб., 1913. С. 537–560.
9. Любименко В.Н. Список деревьев и кустарников, разводимых в Императорском Никитском саду и имеющих техническое или декоративное значение. Ялта: Типография Н.Р. Лупандиной, 1910. 124 с.
10. Любименко В.Н. Императорский Никитский сад и акклиматизация растений // Записки Императорского Никитского сада, 1913. Вып. 5. С. 25–45.
11. Любимов С.В. Действующие в Императорском ботаническом саду инструкции, правила и уставы // Императорский С.-Петербургский ботанический сад за 200 лет его существования (1713–1913). Часть 3. СПб., 1913. С. 294–321.
12. Регель Э. Л. Об акклиматизации растений // Вестник Российского общества садоводства. 1860. Март. С. 28–44.
13. Регель Э.Л. Русская помология. Часть 1. СПб.; М.: Издание М.О. Вольфа, 1868. 504 с.
14. Регель Э.Л. Русская дендрология. Вып. 1–6. СПб., 1870–1882. 542 с.
15. Скворцов А.К. Внутривидовая изменчивость и новые подходы к интродукции растений // Бюллетень Главного ботанического сада. 1986. Вып. 140. С. 18–25.
16. Соколов С.Я. Задачи ботанических садов в области исследовательских работ // Конференция ботанических садов СССР: Программа и тезисы. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. С. 4–7.
17. Соколов С.Я. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова АН СССР. Сер. 6 — интродукция растений и зеленое строительство. 1957. Вып. 5. С. 9–32.
18. Соколов С.Я. Жизненный путь // Связева О.А. Сергей Яковлевич Соколов (1897–1971). М.: Наука, 2007. С. 7–46.
19. Цицин Н.В., Доброхвалов В.П. Экспериментальная ботаника и ботанические сады // Бюллетень Главного ботанического сада. 1964. Вып. 52. С. 3–15.
20. Цицин Н.В. О развитии поиска, испытания и введения в культуру хозяйственно ценных растений природной флоры // Бюллетень Главного ботанического сада. 1972. Вып. 83. С. 3–9.
21. Botanic Gardens Conservation International : official cite. URL: <https://www.bgci.org/about/botanic-gardens-and-plant-conservation/> (Дата обращения: 17.05.2026).
22. The European garden flora: a manual for the identification of plants cultivated in Europe, both out-of-doors and under glass. 2nd ed. Vols 1–5. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИБРИДИЗАЦИИ В АЛЛОПОЛИПЛОИДНЫХ ГЕНОМАХ НА ПРИМЕРЕ ВИДОВ РОДОВ *ZINGERIA* И *COLPODIUM* (POACEAE)

Гнутиков А.А.^{1,2}, Носов Н.Н.², Гукасян А.Г.³, Родионов А.В.²

¹ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия, alexandr2911@yandex.ru

²ФГБУН Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
nnosov2004@mail.ru, avrodionov@mail.ru

³Институт ботаники им. А. Л. Тахтаджяна Национальной академии наук Республики
Армения, Ереван, Республика Армения, anyaghukasyan@gmail.com

Аннотация. В работе впервые с помощью локус-специфичного секвенирования следующего поколения (NGS) на платформе Illumina был исследован внутригеномный полиморфизм участка ITS1-5.8S рДНК у видов родов *Colpodium* и *Zingeria*. Выявлена неоднородность в составе риботипов *Z. biebersteiniana* из разных географических регионов. В геноме двух образцов *Z. biebersteiniana* найдены последовательности идентичные ITS1 рДНК *Poa diaphora*. Изучен состав риботипов *Z. trichopoda* и *Z. pisidica*. Обнаружено, что один из риботипов *Z. kochii* идентичен с одним из риботипов *C. versicolor*. Показано, что *C. schelkownikowii* образует общую сеть риботипов с *C. versicolor*.

Ключевые слова: интрогрессия, *Colpodium versicolor*, NGS, ITS1, *Zingeria biebersteiniana*

STUDY OF HYBRIDIZATION PROCESSES IN ALLOPOLYPLOID GENOMES USING THE EXAMPLE OF SPECIES OF THE GENERA *ZINGERIA* AND *COLPODIUM* (POACEAE)

Gnutikov A.A.^{1,2}, Nosov N.N.², Ghukasyan A.G.³, Rodionov A.V.²

¹Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR),
St. Petersburg, Russia, alexandr2911@yandex.ru

²Komarov Botanical Institute, St. Petersburg, Russia, nnosov2004@mail.ru, avrodionov@mail.ru

³Institute of Botany after A. L. Takhtajyan, Yerevan, Armenia, anyaghukasyan@gmail.com

Abstract. In this study, intragenomic polymorphism of the ITS1-5.8S rDNA region in species of the genera *Colpodium* and *Zingeria* was investigated for the first time using locus-specific next-generation sequencing (NGS) on the Illumina platform. We revealed heterogeneity in the composition of *Z. biebersteiniana* ribotypes from different geographic regions. Sequences identical to the ITS1 rDNA of *Poa diaphora* were found in the genome of two *Z. biebersteiniana* accessions. The ribotype composition of *Z. trichopoda* and *Z. pisidica* was studied. One of the *Z. kochii* ribotypes was found to be identical to one of the *C. versicolor* ribotypes. It was shown that *C. schelkownikowii* forms a common ribotype network with *C. versicolor*.

Keywords: *Colpodium versicolor*, NGS, introgression, ITS1, *Zingeria biebersteiniana*

Следы одного или нескольких актов полногеномной дупликации (полиплоидизации), сопровождавшей события межвидовой гибридизации, найдены в геномах представителей всех филогенетических ветвей современных наземных растений (Liu et al., 2022). В сложных аллополиплоидных геномах протекают различные генетические процессы, такие как потеря всех или части хромосом одного из родителей, экспансия транспозонов, транслокаций и транспозиций, а также потеря части генов одного или обоих родительских геномов. Тем самым межвидовая гибридизация создает уникальные возможности для эффективного положительного отбора и может сопровождаться сальтационным видообразованием (Rodionov,

2025). Удивительные примеры формирования аллополиплоидных геномов были найдены в небольших родах однолетних эфемерных трав *Zingeria* P.A. Smirn. и *Colpodium* Trin. Еще недавно эти роды относили к разным, хотя и близким трибам Овсовых и Мятликовых (Цвелев, 1976). Однако молекулярно-филогенетические исследования показали, что *Colpodium versicolor* (Steven) Schmalh. является ближайшим родственником *Zingeria biebersteiniana* (Claus) P.A. Smirn. (Ким, 2009). Вызывает большой интерес и то, что у этих двух видов (*C. versicolor* и *Z. biebersteiniana*) обнаружено наименьшее известное число хромосом среди всех высших сосудистых растений – $2n=4$. Кроме того, виды рода *Zingeria* представляет собой полиплоидный ряд ($2n = 4, 8, 12$), с относительно крупными хромосомами, удобными для цитогенетических исследований (Cremonini et al., 2003). В связи с этим, виды рода могут служить хорошей моделью для изучения видообразования и эволюции, для чего важно понимать внутривидовые взаимоотношения в группе двуххромосомных злаков.

Образцы видов родов *Zingeria* и *Colpodium* для исследования были отобраны в гербариях LE (Санкт-Петербург, Россия) и ERE (Ереван, Армения).

В работе был исследован внутригеномный полиморфизм участка ITS1-5.8S рДНК с помощью локус-специфичного секвенирования следующего поколения (NGS) на платформе Illumina. Секвенированные необработанные последовательности (более 10 тыс. прочтений на образец) были обрезаны с помощью программы Trimmomatic (Bolger et al., 2014), включенной в пакет программ Unipro Ugene (Okonechnikov et al., 2012). При помощи программы vsearch 2.7.1 парные последовательности были объединены, дуплицированы и отсортированы (Rognes et al., 2016). Для того, чтобы ограничить вклад возможных ошибок секвенирования для анализа были отобраны последовательности, представленные в пуле рДНК не менее чем 10 копиями. Последовательности были выровнены с помощью MEGA v. 11.0.13 (Tamura et al., 2021). Сеть риботипов построена в программе TCS 1.2.1 методом статистической парсимонии (Clement et al., 2000) и визуализирована в программе TCS BU (Múrias dos Santos et al., 2016).

В результате нами были выявлены случаи множественной гибридизации между видами родов *Zingeria* и *Colpodium*.

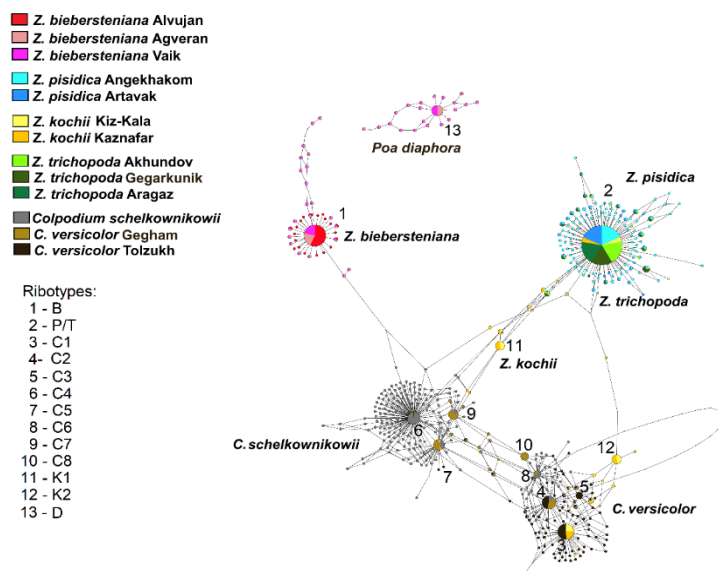


Рисунок 1. Сеть риботипов, отражающая взаимоотношения видов родов *Zingeria* и *Colpodium*, построенная на основе анализа полиморфизма участка ITS1-5.8S рДНК. Диаметр кругов и размер секторов пропорционален проценту основных риботипов от общего числа прочтений в геноме данного образца. Точки на линиях, соединяющих риботипы, показывают на сколько шагов (однонуклеотидных замен (SNPs) и/или инделей) различаются риботипы.

На Рис. 1 показано, что относящиеся к разным родам риботипы видов с диплоидными геномами *Z. biebersteiniana*, *C. schelkownikowii* и *C. versicolor* существенно различаются. У *Z. biebersteiniana* это два семейства риботипов, обозначенных как В и D. Риботип В найден у всех трех исследованных образцов *Z. biebersteiniana* из Армении, но в геномах двух образцов

Z. biebersteiniana, из Agveran и Vaik есть мажорный риботип (более 1000 прочтений), идентичный имеющимся в базе данных GenBank последовательностям ITS1 рДНК *Poa diaphora* Trin. (Hoffman et al., 2013). Ранее нами уже было показано, что этот риботип есть в геноме образца, определенного как *Z. trichopoda* (lake Tabithuri, Borjomi, Samtskhe–Javakheti, Georgia) (Rodionov et al., 2020). Это уникальное и труднообъяснимое явление в мире злаков, поскольку у *Z. biebersteiniana* $2n=4$ ($x=2$), а у *Poa diaphora*, долгое время известный как *Eremopoa altaica* (Trin.) Roshev., $2n=42$ ($x=7$) (Гнутиков и др., 2017). К тому же роды *Zingeria* и *Poa* L. относятся к разным подтрибам трибы *Poeae* R. Br.

Диплоидные виды рода *Colpodium* – *C. versicolor* и *C. schelkownikowii* обладают различными, но относительно близкими друг другу мажорными риботипами. У *C. versicolor* это риботипы C1–C3, у *C. schelkownikowii* – C4, но в минорных количествах риботип C4 присутствует в геноме *C. versicolor* из Tolzikh. Дериватами риботипа C4 являются риботипы C5 и C7, найденные в геноме *C. versicolor* из Gegham (Рис. 1). Можно сделать вывод, что *C. versicolor* и *C. schelkownikowii* – разные виды, с факультативной межвидовой гибридизацией.

GISH показывает, что хромосомный набор *Z. biebersteiniana* входит в состав геномов *Z. pisidica* и *Z. kochii* (Kotseruba et al., 2003, 2010), но риботипов В и D в составе геномов полиплоидных видов *Zingeria* мы не видим (Рис. 1), что согласуется и с результатами FISH (Kotseruba et al., 2003). При этом все исследованные нами образцы *Z. trichopoda* (Boiss.) P.A. Smirn. обладают общим главным риботипом с *Z. pisidica* (Boiss.) Tutin и одним из мажорных риботипов *Z. kochii* (Mez) Tzvelev. Образцы *Z. kochii* содержат один мажорный риботип, общий с *C. versicolor* и второй, общий с *Z. trichopoda/pisidica*, а также двумя уникальными видоспецифичными риботипами.

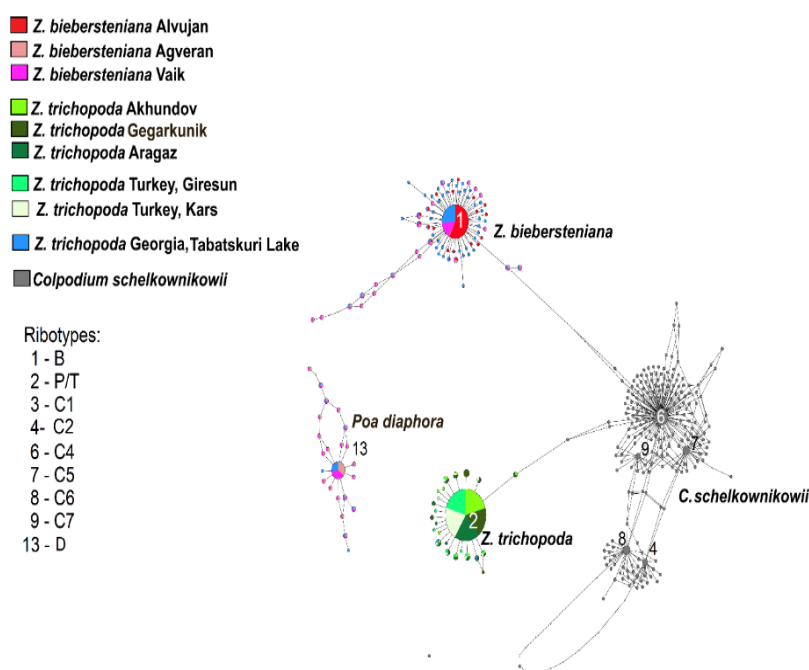


Рисунок 2. Сеть риботипов, отражающая взаимоотношения видов родов *Zingeria* и *Colpodium*, построенная на основе анализа полиморфизма участка ITS1-5.8S рДНК. Диаметр кругов и размер секторов пропорционален проценту основных риботипов от общего числа прочтений в геноме данного образца. Точки на линиях, соединяющих риботипы, показывают на сколько шагов (однонуклеотидных замен (SNPs) и/или инделей) различаются риботипы.

Морфологические отличия между образцами закавказской флоры, описанными первоначально как *Z. trichopoda*, а затем разделенными на два вида – *Z. trichopoda* и *Z. pisidica*, незначительны (Цвелев, 1976, Габриэлян, 2010). По нашим данным, *Zingeria trichopoda* из Грузии по композиции риботипов оказывается идентичной двум образцам *Z. biebersteiniana* из Армении (Рис. 2). Образцы *Z. trichopoda* из Армении и Турции образуют отдельные

видоспецифичные риботипы. Противоречия в составе риботипов *Z. trichopoda* (*Z. trichopoda* (lake Tabithuri, Borjomi, Samtskhe–Javakheti, Georgia, collected 27 July 1980 by Т. Popova and Y. Menitzkiy, identified by N. N. Tzvelev) из Грузии по риботипами оказывается идентичной армянской *Z. biebersteiniana*) можно объяснить тем, что образец из Грузии, на основании морфологических признаков определенный как *Z. trichopoda*, в действительности является диплоидом *Z. biebersteiniana*. Но мы не исключаем, что этот образец, морфологически идентичный *Z. trichopoda*, но имеющий рДНК *Z. biebersteiniana* и *Poa diaphora*, может оказаться криптическим видом, в то время как *Z. trichopoda* s. str. скорее всего близкородственна *Z. pisidica*.

Источники финансирования. Работа выполнена на оборудовании ЦКП Всероссийского исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии, при поддержке гранта РНФ № 25-24-00349 <https://rscf.ru/project/25-24-00349/>

Библиографический список

1. Габриэлян Э. Ц. Семейство Poaceae / *Colpodium*, *Zingeria* // Флора Армении. – Ruggell (Liechtenstein): Gantner; Königstein: Koeltz Scientific Books, 2010. – Т. 11. – С. 291–298.
2. Гнутиков А. А., Мякошина Ю. В., Пунина Е. О., Родионов А. В. Кариологическое исследование злаков (Poaceae) Республики Алтай и Алтайского края. Сообщение II // *Turczaninowia*, 2017. – Т. 20, № 2. – С. 16–22. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.20.2.2>
3. Ким Е. С., Большева Н. Л., Саматадзе Т. Е., Носов Н. Н., Носова И. В., Зеленин А. В., Пунина Е. О., Муравенко О. В., Родионов А. В. Уникальный геном двуххромосомных злаков *Zingeria* и *Colpodium*, его происхождение и эволюция // *Генетика*, 2009. – Т. 45, № 11. – С. 1506–1515.
4. Цвелёв Н. Н. Злаки СССР – Л.: Наука, 1976. – 788 с.
5. Bolger A. M., Lohse M., Usadel B. Trimmomatic: a flexible trimmer for illumina sequence data // *Bioinformatics*, 2014. – Vol. 30. – P. 2114–2120. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu170>
6. Clement M., Posada D., Crandall K.A. TCS: a computer program to estimate gene genealogies // *Molecular Ecology*, 2000. – Vol. 9, № 10. – P. 1657–1660. DOI: 10.1046/j.1365-294x.2000.01020.x
7. Cremonini R., Ruffini C. M., Grif V. G. et al. Chromosome banding and DNA methylation patterns, chromatin organization and nuclear DNA content in *Zingeria biebersteiniana* (Claus) P. Smirnov. // *Biologia Plantarum*, 2003. – Vol. 46. № 4. – P. 543–550.
8. Hoffmann M. H., Schneider J., Hase P., Roser M. Rapid and recent world-wide diversification of bluegrasses (*Poa*, Poaceae) and related genera // *PLoS ONE*, 2013. – Vol. 8 № 3. – P. E60061. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060061>.
9. Kotseruba V., Gernand D., Meister A., Houben A., Uniparental loss of ribosomal DNA in the allotetraploid grass *Zingeria trichopoda* (2n=8) // *Génome*, 2003. – Vol. 46. №1. – P.156–163.
10. Kotseruba V., Pistrick K., Blattner F. R., et al. The evolution of the hexaploid grass *Zingeria kochii* (Mez) Tzvel. (2n = 12) was accompanied by complex hybridization and uniparental loss of ribosomal DNA // *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2010. – Vol. 56. – P. 146–155.
11. Liu Y., Wang S., Li L. et al. The Cycas genome and the early evolution of seed plants // *Nature Plants*, 2022. – Vol. 8. – P. 389–401. <https://doi.org/10.1038/s41477-022-01129-7>
12. Múrias dos Santos A., Cabezas M. P., Tavares A. I., Xavier R., Branco M. tcsBU: A tool to extend TCS network layout and visualization // *Bioinformatics*, 2016. – Vol. 32, № 4. – P. 627–628. DOI: 10.1093/bioinformatics/btv636
13. Okonechnikov K., Golosova O., Fursov M. Unipro UGENE: A unified bioinformatics toolkit // *Bioinformatics*, 2012. – Vol. 28, № 3. – P. 1166–1167. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts091>
14. Rodionov A. V., Gnutikov A. A., Nosov N. N., et al. Intragenomic Polymorphism of the ITS 1 Region of 35S rRNA Gene in the Group of Grasses with Two-Chromosome Species: Different

Genome Composition in Closely Related *Zingeria* Species // Plants, 2020. Vol. 9, № 12. – P. 1647. <https://doi.org/10.3390/plants9121647>

15. Rodionov A.V. Changes in Genomes and Karyotypes during Speciation and Progressive Evolution of Plants // Russ J Genet, 2025. – Vol. 61. – P. 1464–1479 (2025). <https://doi.org/10.1134/S1022795425701030>

16. Rognes T., Flouri T., Nichols B., Quince C., Mahe F. VSEARCH: A versatile open source tool for metagenomics // PeerJ, 2016. – № 4. – P. e2584. <https://doi.org/10.7717/peerj.2584>

17. Tamura K., Stecher G., Kumar S. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11// Mol. Biol. Evol., 2021. – № 38. – P. 3022–3027. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2109>

ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ПАРКАХ И САДАХ АПШЕРОНА

Гюльмамедова Ш.А.

*Институт ботаники Министерства науки и образования Азербайджана,
Баку, Азербайджанская Республика,
shalala.gulmammedova@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются результаты научно-исследовательских работ впервые проведённых со стороны лаборатории «Ландшафтная архитектура и акклиматизация» Института Ботаники Публичного Юридического Лица при Министерстве Науки и Образования Азербайджана. В 2019–2025 годах были организованы научные экспедиции и проведены наблюдения в Национальном Приморском Парке Апшерона, Саду Филармонии, Саду Самеда Вургун, Парке Хагани, Парке Цветов, Саду Сахил, Саду Сабира, Саду Низами, Парке имени Гейдара в Хатаинском районе и Парке Чемберакенд. Были собраны гербарные образцы, изучены таксономический состав, происхождение, биологические особенности декоративных деревьев, кустарников и травянистых растений интродуцированных в условия Апшерона из местной и зарубежной флоры, формы построения композиций. Проведённые научно-исследовательские работы показали, что изученные декоративные растения хорошо адаптируются к почвенно-климатическим условиям Апшерона, являются перспективными и могут широко использоваться в ландшафтном дизайне при оформлении парков и садов.

Ключевые слова: парк, сад, композиция, растение, ландшафт.

STUDY OF PLANT DIVERSITY IN THE PARKS AND GARDENS OF ABSHERON

Gulmammedova Sh.A.

*Institute of Botany Public Legal Entity
under the Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan,
shalala.gulmammedova@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of scientific research works conducted for the first time by the laboratory of “Landscape architecture and acclimatization” of the Institute of Botany, a Public Legal Entity under the Ministry of Science and Education of Azerbaijan. In 2019–2025, scientific expeditions were organized and observations were carried out in the Absheron National Seaside Park, the Philharmonic Garden, Samad Vurgun Garden, Khagani Park, Flower Park, Sahil Garden, Sabir Garden, Nizami Garden, Heydar Park in the Khatai district and Chemberekend Park. Herbarium specimens were collected and the taxonomic composition, origin, and biological characteristics of ornamental trees, shrubs and herbaceous plants introduced into the Absheron conditions from both local and foreign flora, as well as the forms of composition design, were studied. The conducted scientific research showed that the studied ornamental plants are well adapted to the soil and climatic conditions of Absheron, are promising and can be widely used in landscape design for the arrangement of parks and gardens.

Keywords: park, garden, composition, plant, landscape

При благоустройстве парков, садов, бульваров, улиц и площадей на Апшероне использование декоративных деревьев, кустарников и травянистых растений интродуцированных из различных регионов Азербайджана, зарубежных стран и их использование в различных формах композиций способствует развитию ландшафтного дизайна города Баку, вносит вклад в озеленение и создаёт условия для комфортного и эффективного отдыха населения. В системе мероприятий по оздоровлению окружающей среды

важной задачей является создание зелёных насаждений в городах. Многие декоративные композиции прошлых лет не соответствуют современным зданиям, городским и жилым архитектурным формам, поэтому для оформления улиц и парков необходимо создавать новые композиции в стиле ландшафтного дизайна.

В настоящее время большое внимание уделяется благоустройству общественных пространств, загородных домов и садовых участков, поэтому ландшафтный дизайн занимает центральное место в проектировании современных парков, жилых комплексов и садовых территорий (Кравченко, 2024).

Изучение растительного разнообразия в парках и садах Апшерона имеет большое значение для развития ландшафтного дизайна. С этой целью в лаборатории «Ландшафтная архитектура и акклиматизация» Института Ботаники Публичного Юридического Лица при Министерстве Науки и Образования Азербайджана были проведены научно-исследовательские работы. В 2019–2025 годах были организованы научные экспедиции и проведены наблюдения в Национальном Приморском Парке Апшерона, Саду Филармонии, Саду Самеда Вургун, Парке Хагани, Парке Цветов, Саду Сахил, Саду Сабира, Саду Низами, Парке имени Гейдара в Хатаинском районе и Парке Чемберакенд, собраны гербарии и проведена фотосъёмка растений. Были изучены таксономический состав, происхождение и биологические особенности декоративных деревьев, кустарников и травянистых растений интродуцированных в условия Апшерона из местной и зарубежной флоры, формы создания композиций, правила группировки растений в композициях по их биоэкологическим и декоративным признакам, перспективы использования растений в различных насаждениях, принципы применения малых архитектурных форм, формы обрезки деревьев и кустарников, особенности создания японского сада, а также количественный состав декоративных древесных, кустарниковых и травянистых видов.



Рисунок 1. В Парке

В парках и садах Апшерона различные формы композиций оформлены в регулярном стиле – геометрические формы (прямоугольник, квадрат, круг, ромб и др.) и в ландшафтном или пейзажном стиле – оригинальные формы (цветники, лабиринты, бута и др.).

Зелёные насаждения входящие в состав современного города выполняют ряд важных функций, одной из которых является обеспечение благоприятных климатических и санитарных условий для жизнедеятельности населения. Зелёные посадки участвуют в формировании эстетического облика населённого пункта и способствуют его чёткой функциональной организации (Юреску, 2024).

В геометрических формах в центре обычно размещаются вечнозелёные деревья и кустарники, а по краям травянистые растения; в оригинальных формах используются декоративные кустарники и однолетние, двулетние и многолетние травянистые растения, размещённые в ландшафтном стиле.

Для озеленения территории Апшерона большое значение имеет правильный подбор декоративных растений с учётом природных особенностей местности. При чрезмерной густоте деревьев в саду их кроны создают сильную тень, из-за чего находящиеся под ними растения погибают, поэтому рекомендуется прореживать деревья и высаживать садовые цветы. В настоящее время создание цветочных ковров и композиций с использованием различных декоративных травянистых растений является одной из высших форм садового искусства. В

композициях можно использовать однолетние, двулетние и многолетние декоративные травянистые растения (Hasanova, Gulmammedova, 2024).

Некоторые композиции изученные в парках и садах Апшерона показаны на рисунках 2–7.

Композиции в регулярном стиле (геометрические формы).



Рисунок 2. Квадрат



Рисунок 3. Ромб



Рисунок 4. Круг

Композиции в ландшафтном или пейзажном стиле (оригинальные формы).



Рисунок 5.
Оригинальная форма



Рисунок 6.
Декоративный
цветник



Рисунок 7.
Декоративная форма

Наиболее распространённой формой озеленения на основе ландшафтного дизайна являются цветочные клумбы. При разработке таких проектов цветоводы демонстрируют своё мастерство и фантазию. В зависимости от размеров участка, а также особенностей расположенных рядом зданий, дорог и других сооружений можно создавать разнообразные композиции с использованием однолетних, двулетних и многолетних растений (Mammedov, 2006).

В различных композициях, созданных в парках и садах Апшерона, большое значение придаётся сочетаниям растений по их биологическим и декоративным особенностям – цвету, форме, высоте, теневыносливости и светолюбивости, а также созданию новых форм. Обрезка хвойных растений благодаря разнообразию и чёткости форм, придаёт паркам и садам особую эстетическую выразительность.

Один гектар зелёных насаждений способен удерживать 10–40 тонн пыли. Эта способность особенно выражена у хвойных и некоторых вечнозелёных деревьев и кустарников. Установлено, что любой шум утомляет человека, притупляет его ум, снижает

работоспособность и производительность труда, повышает раздражительность. В борьбе с этими факторами особенно важную роль играют многорядные зелёные насаждения в городе (Safarov, Asadov, Calilov, 1977).

Возможность и перспективность использования некоторых декоративных растений в различных посадках показана в таблице.

Таблица. Перспективность использования декоративных растений в различных типах посадок

№	Вид	Жизненная форма	Бордюр	Одиночная посадка	Групповая посадка	Живая изгородь	Цветник
1	Бирючина японская <i>Ligustrum japonicum</i> L.	Кустарник	+	+	+	+	
2	Дуб каменный <i>Quercus ilex</i> L.	Дерево		+	+		
3	Лох серебристый <i>Elaeagnus argentea</i> Parsh.	Дерево		+	+		
4	Маслина европейская <i>Olea europaea</i> L.	Дерево		+	+		
5	Хоризия великолепная <i>Chorisia speciosa</i> L.	Дерево		+	+		
6	Роза собачья <i>Rosa canina</i> L.	Кустарник	+	+	+	+	+
7	Сабаль малый <i>Sabal minor</i> Pers.	Дерево		+	+		
8	Камелия японская <i>Camelia japonica</i> L.	Кустарник	+	+	+		+
9	Карпобротус Росси <i>Carpobrotus rossii</i> (Haw.) Schwant	Трава			+		+
10	Гибискус сирийский <i>Hibiscus syriacus</i> L.	Кустарник	+	+	+		+

На территории Национального Приморского Парка были изучены следующие формы обрезки хвойных деревьев и кустарников:

1. Кипарис – квадратная, прямоугольная, коническая, ярусная формы.
2. Ель – коническая форма.
3. Туя – спиральная форма.

В композициях декоративные деревья, кустарники и травянистые растения хорошо сочетаются с малыми архитектурными формами, такими как скульптуры, фонари, скамейки, цветочные горшки, корзины, фонтаны, а также различные фигурки животных.

По классической схеме композиции создаются из растений разной высоты, расположенных на переднем, среднем и заднем планах. В центре композиции размещаются высокорослые растения, а по краям — более низкорослые. Подобранные по высоте растения не должны перекрывать друг друга. Декоративные качества растений — размер, цвет и структура листьев, коры и цветков, а также высота изменяются на разных этапах жизненного развития растений, что позволяет создавать многочисленные варианты композиций.

Весной в прохладную погоду при создании композиций используются ярко окрашенные цветы, а летом — белые, голубые и фиолетовые цветы. Светлые оттенки цветников оказывают лечебное воздействие на людей с повышенным артериальным давлением. В отличие от однолетних растений, которые непрерывно цветут летом, многолетние цветы имеют свой собственный цикл развития и сроки цветения. В композициях используются как однолетние, так и многолетние декоративные растения. Композиции, созданные из однолетних растений, ежегодно обновляются. В многосезонных композициях важную роль играют многолетние растения. Они остаются неизменными, поэтому растения должны быть согласованы по цвету и форме. В таких композициях участки с однолетними растениями регулярно обновляются.

В условиях Апшерона создание различных композиций улучшает условия жизни населения. Однако проведение работ по озеленению на Апшероне, характеризующемся жарким и засушливым климатом, сильными ветрами, бедными и засоленными почвами, связано с определёнными трудностями. В настоящее время ассортимент декоративных растений, используемых в озеленении Апшерона, должен быть обогащён новыми видами и сортами, способами применения, новыми формами различных композиций и т.д. Подбор растений для современного озеленения должен осуществляться таким образом, чтобы они обладали не только декоративностью, но и лечебным эффектом.

В результате научно-исследовательских работ, проведённых в лаборатории «Ландшафтная архитектура и акклиматизация» Института Ботаники Министерства Науки и Образования Азербайджана установлено, что декоративные растения, интродуцированные в парки и сады Апшерона из местной и зарубежной флоры, хорошо адаптируются к почвенно-климатическим условиям Апшерона, являются перспективными и могут широко использоваться в ландшафтном дизайне при оформлении парков и садов.

Библиографический список

1. Кравченко, А.Г. Ландшафтный дизайн. Практикум [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для вузов / Кравченко А. Г., Саланкова С. Е., Серкова Е. И. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 148 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/409466>.
2. Юреску И.Ю. Декоративные насаждения на объектах зелёного хозяйства. Санкт-Петербург: Лань, 2024, 336 с. 4 с.
3. Hasanova M.Y., Gulmammedova Sh.A. Landshaft dizaynında dekorativ ot bitkileri. Bakı: “Fuyuzat” neshriyyatı, 2024. 192 p.
4. Mammedov T.S. Gulçülük ensiklopediyası. Bakı: Azerb. neshriyyatı, 2006. 87 p.
5. Safarov İ.S., Asadov K.S., Calilov Q.H. Yashillıq ve sađlamlıq. Bakı: Genclik, 1977. 12 p.

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *SORBUS* L. В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКА

Демидова Н.А., Дуркина Т.М., Васильева Н.Н.

ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства»,
г. Архангельск, Россия, forestry@sevniilh-arh.ru

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних интродукционных испытаний представителей рода *Sorbus* L., проведенных в дендрологическом саду имени В.Н. Нилова ФБУ «СевНИИЛХ». Рябина является ценным плодовым, декоративным и лекарственным растением. Плоды рябины характеризуются комплексом биологически активных веществ, необходимых для нормальной работы организма человека. По количеству каротина, витаминов С и Р они превосходят многие плодовые виды. Рябина представляет большой интерес для селекционной работы путем отбора наиболее перспективных форм, а также гибридизации. Для интродукции в дендросад был привлечен 31 вид. В настоящее время в коллекции произрастает 22 таксона рода рябина, выращенных из семян, полученных из разных регионов. Возраста генеративной спелости достигли 17 таксонов, продуцируя жизнеспособные, высокого класса развития семена. У плодоносящих видов выявились различия в регулярности и сроках начала цветения, плодоношения. Важным биологическим показателем является сезонный ритм развития растений. У всех интродуцированных видов рябины на Севере под влиянием длинного светового дня увеличивается продолжительность роста побегов. Вследствие чего происходит существенная задержка в фазе окончания роста побегов, что сказывается на зимостойкости растений, как важнейшего показателя их устойчивости к условиям Севера. Проведенные многолетние испытания в дендрологическом саду имени В.Н. Нилова позволяют рекомендовать в качестве садовой культуры с учетом особенностей роста и развития растений, периодичности, обилия плодоношения, качества плодов два вида – *Sorbus aucuparia* L. (рябина обыкновенная) и *Sorbus sambucifolia* Roem (рябина бузинолистная).

Ключевые слова: род, семейство, дендрологический сад, рябина, интродукция

RESULTS OF THE INTRODUCTION OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *SORBUS* L. IN ARKHANGELSK CONDITIONS

Demidova N.A., Durkina T.M., Vasiljeva N.N.

Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia, forestry@sevniilh-arh.ru

Abstract. The article presents the results of long-term introduction tests of representatives of the genus *Sorbus* L., conducted in the Dendrological Garden under Vladimir Nilov's name of the Northern Research Institute of Forestry. Rowan is a valuable fruit, ornamental, and medicinal plant. Rowan fruits contain many beneficial substances necessary for the normal functioning of the human body. In terms of the amount of carotene and vitamins C and P, it surpasses many fruit species. Rowan is of great interest for breeding work through the selection of the most promising forms and hybridization. 31 species of this genus were introduced to the arboretum. Currently, the collection includes 22 taxa of the genus *Sorbus* L., which were grown from seeds obtained from different regions. 17 taxa have reached the age of generative maturity, producing viable seeds of high quality.

Fruit-bearing species showed differences in the regularity and timing of flowering and fruiting. The seasonal rhythm of plant development is an important biological indicator. The duration of shoot growth in all introduced rowan species in the North increases under the influence of long daylight hours. This results in a significant delay in the final phase of shoot growth, which affects the winter hardiness of plants, a key indicator of their resilience to northern conditions. Long-term tests conducted in the V.N. Nilov's Arboretum allow us to recommend two species as garden crops, taking into account the characteristics of plant growth and development, periodicity, abundance of fruiting, and fruit

quality: *Sorbus aucuparia* L. (common rowan) and *Sorbus sambucifolia* Roem (sambucus-leaved rowan).

Keywords: genus, family, dendrological garden, rowan, introduction

Род *Sorbus* L. (Рябина), принадлежащий семейству Rosaceae Juss., насчитывает более 80 видов, много гибридных форм. Считается самым древним в подсемействе яблоневых. В России первые упоминания о ней появились в начале 16 века. Рябина – ценное плодовое, декоративное и лекарственное растение. Плоды рябины содержат много полезных веществ, необходимых для нормальной работы организма человека. По количеству каротина, витаминов С и Р они превосходят многие плодовые виды древесных растений. Например, плоды рябины обыкновенной содержат: каротин – до 56 мг%, витамин С – до 200 мг%, сахара – 4–8 %, органические кислоты – 3 %, а также дубильные и горькие вещества, антоцианы, флавоноиды кверцитрин и рутин и др. (Атлас..., 1983). Ареал распространения рябины охватывает самые разные географические зоны в умеренном поясе северного полушария. Особенно ценна эта культура для сурового климата Арктической зоны. Она представляет большой интерес для селекционной работы путем отбора наиболее перспективных форм, а также гибридизации. Некоторые виды заслуживают внимания для введения в практику северного садоводства.

Исследования проводились на территории Дендрологического сада имени В.Н. Нилова Федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (ФБУ «СевНИИЛХ»), расположенного в окрестностях г. Архангельска (64°29'45''с.ш., 40°46'41''в.д.), в северо-таежном лесном районе (Демидова, 2023). Многолетние фенологические наблюдения, проводимые по методике ботанических садов и усовершенствованные для условий Европейского Севера России (Методика..., 1975), позволяют сделать положительные выводы об успешности интродукции конкретных видов.

Исследования по изучению рода *Sorbus* L. начались в 1967 году. Для интродукции в дендросад был привлечен 31 вид (66 образцов). За время испытания произошел выпад 9 видов: *Sorbus caucasica* Zinserl. – рябина кавказская (в возрасте 16 лет), *S. prattii* – рябина Пратта (18 лет), *S. polonica* – рябина польская (9 лет), *S. × latifolia* (Lam.) Pers. – рябина широколистная (14–24 года), *S. × thuringiaca* (Nyman) Schönach – рябина тюрингская (27 лет), *S. turkestanica* (Franch.) Hedl. – рябина туркестанская (15 лет), *S. amurensis* Koehne. – рябина амурская (52 года), *S. mougeottii* Soy et Gord. – рябина Мужо (51 год) и *S. sibirica* Hedl. – рябина сибирская (50 лет).

В настоящее время в коллекции произрастает 22 таксона рода рябина, представленных 49 образцами (Демидова, 2023). По происхождению развочного материала преобладают растения из Центральной России (28,6 %), Северо-Запада России (26,6 %), Прибалтики (18,4 %) и Скандинавии (10,2 %) (Табл. 1).

В настоящее время возраст большинства видов превышает 41 год. Сохранность таксонов после посадки в дендрарий составила от 50,0 до 100 %. Это позволяет свидетельствовать об успешной интродукции этих видов на Север. Возраста генеративной спелости достигли 17 таксонов, продуцируя жизнеспособные, высокого класса развития семена. Плодоношение не отмечалось, хотя и наблюдалось слабое цветение в отдельные годы, у рябины ария (*Sorbus aria* Crantz.), р. Арнольда (*S. × arnoldiana* Rehd.), р. изящной (*S. gracilis* (Sieb. et Zucc.) C. Koch), р. греческой (*S. graeca* (Spach) Hedl.). Растения находятся в угнетенном состоянии, попав под кроны соседних посадок. Рябина кустарниковая (*S. frutescens* McAll.) – молодые посадки. У плодоносящих видов выявились различия в регулярности и сроках начала цветения, плодоношения. Данные по плодам представлены в таблице 2.

Таблица 1. Распределение коллекции рода *Sorbus* L. по географическому происхождению разводячного материала, сохранности и возрасту

№ п/п	Регион происхождения разводячного материала	Представленность, %	Сохранность, %	Количество образцов в возрасте, шт.		
				До 30 лет	31-40 лет	Более 41 года
1.	Северо-Запад России	26,6	93,6	1		12
2.	Центр России	28,6	71,8			14
3.	Скандинавия	10,2	75,9			5
4.	Прибалтика	18,4	100			9
5.	Восточная Европа	4,1	62,5			2
6.	Беларусь	4,1	77,8			2
7.	Северный Кавказ	2,0	100			1
8.	Урал	2,0	50,0			1
9.	Дальний Восток	2,0	50,0			1
10.	Северная Америка	2,0	100		1	
	Всего:	-	-	1	1	47

Таблица 2. Характеристика плодоношения разных видов рябины

N п/п	Вид	Масса 100 шт. плодов, г				
		средняя	минимальная		максимальная	
			абс.	год	абс.	год
1.	<i>Sorbus americana</i> Marsh.	41,2±2,3	25,2	1981	55,5	1998
2.	<i>S. aucuparia</i> L.	41,0±1,6	19,6	1981	61,0	1987
3.	<i>S. aucuparia</i> cv. Невежинская	47,0±1,3	45,3	2014	49,6	2003
4.	<i>S. commixta</i> Hedl.	40,0±3,8	32,8	2003	45,6	2014
5.	<i>S. decora</i> (Sarg.)	39,5±1,3	28,9	2014	47,2	1997
6.	<i>S. discolor</i> (Maxim) Hedl.	34,4±3,8	22,3	2014	64,5	1998
7.	<i>S. discolor</i> cv. <i>Laciniata</i>	35,2±7,3	27,9	1987	42,5	1998
8.	<i>S. esserteana</i> Koehne	нет данных				
9.	<i>S. × hybrida</i> (L.) L.	63,5±6,9	41,4	1997	79,8	2014
10.	<i>S. intermedia</i> (Ehrh.) Pers.	41,4±4,1	34,1	1997	48,2	1989
11.	<i>S. pohuashanensis</i> (Hance.) Hedl.	37,1±16,9	20,2	1987	54,0	1997
12.	<i>S. reflexipetala</i> Koehne	38,8±2,5	27,1	2003	46,4	2007
13.	<i>S. rufo-ferruginea</i> Schneid	37,4±7,2	25,1	2014	50,0	1998
14.	<i>S. sambucifolia</i> Roem	58,4±4,0	25,9	2003	115,7	2016
15.	<i>S. semipinnata</i> Hedl	48,5±4,5	38,2	1989	64,0	1997
16.	<i>S. scopulina</i> Grune	42,4±1,9	38,6	1985	45,0	1989
17.	<i>S. sitchensis</i> Roem.	41,0±4,4	28,4	1997	56,0	1985

Важным биологическим показателем, который используется для оценки адаптационных возможностей интродуцентов и отражает их взаимоотношения с окружающей средой, является сезонный ритм развития растений. С переносом древесных интродуцентов за пределы их естественного ареала в новые для них места обитания, с ними могут происходить изменения, как во внешнем облике, так и в их развитии. У всех видов экзотов на Севере, под влиянием длинного светового дня, увеличивается продолжительность роста побегов, вследствие чего

происходит существенная задержка в фазе окончания роста побегов (Нилов, 1983). Это, в свою очередь, сказывается на зимостойкости растений, как важнейшего показателя их устойчивости к новым условиям среды. К числу вполне зимостойких видов рябины, испытанных в дендросаду, относятся: рябина американская, р. смешанная, р. красивая, р. двуцветная, р. отогнутолепестная, р. рыже-ржавая, р. полуперистая, р. Эссерто, р. бузинолистная. Лишь в отдельные годы у растений этих видов отмечалось обмерзание годичных побегов.

Проведенные многолетние испытания в дендрологическом саду имени В.Н. Нилова позволили сделать выводы и рекомендовать наиболее перспективные виды в качестве садовой культуры, учитывая особенности их роста, развития, периодичности, обилия плодоношения, качества плодов – *Sorbus aucuparia* L. (рябина обыкновенная) и *S. sambusifolia* (Cham, et Schlecht) M.Roem. (рябина бузинолистная) (Демидова, 2005).

Библиографический список

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / гл. ред. П.С. Чиков. – М.: «ГУГК», 1983. – 340 с. – Текст: непосредственный.
2. Демидова, Н.А. Дендрологический сад: итоги интродукционных работ / Н.А. Демидова, В.Н. Нилов. – Текст: непосредственный // Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере. Сборник научных трудов. – Архангельск: изд-во АГТУ, 2005. С. 68–80.
3. Коллекция древесных растений дендрологического сада имени В.Н. Нилова ФБУ «СевНИИЛХ»: каталог / Н.А. Демидова, Т.М. Дуркина, Н.Н. Васильева, Л.Г. Гоголева. – 4-е издание, измененное и дополненное. – М.: АО «Т8 Издательские Технологии», 2023. – ISBN 978-5-521-24003-6. – Текст: непосредственный.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / сост. П.И. Лапин. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 28 с. – Текст: непосредственный.
5. Нилов, В.Н. Сезонное развитие рябины в разных пунктах интродукции / В.Н. Нилов, И.П. Петрова. Текст: непосредственный // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1983. – Вып. 127. – С. 3–8.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СПИДБРИДИНГА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ВЫСОКОРОСЛЫХ СОРТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

Деревянко А.А.¹, Рубец В.С.¹, Душенин Р.А.², Черноок А.Г.¹,

Дивашук М.Г.¹

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия, msxaderevyanko@gmail.com*

²*Селекционно-семеноводческий центр «Бетагран-Семена», Орёл, Россия, dusheninroman@yandex.ru*

Аннотация. Ускорение смены генетических поколений в селекции и генетике – важный практический вопрос. В современных реалиях такое ускорение находит множество применений в технологии спидбридинга. Эти технологии позволяют ускорить создание сорта за счёт сокращения периода, в течение которого протекает формообразовательный процесс (расщепление гибридных поколений). Целью работы было сравнить продолжительность периода вегетации растений гороха при выращивании в условиях климатических камер, способствующих ускоренному развитию растения, с соответствующими полевыми данными. Установлено, что условия спидбридинга ускоряют межфазный период от всходов до цветения гороха на 38–46 %. При этом продолжительность периода от цветения до созревания, наоборот существенно удлиняется, вплоть до 50 %. Замечено, что сохраняется соотношение между сортами по продолжительности межфазного периода всходы-цветение (коэффициент корреляции составил 0,801*) и отсутствие такого соотношения по продолжительности межфазного периода от цветения до созревания (коэффициент корреляции составил -0,130). В целом по продолжительности периода вегетации от всходов до созревания существенной корреляции не обнаружено (коэффициент корреляции составил 0,256)

Ключевые слова: горох посевной, спидбридинг, вегетационный период, фазы и этапы развития

INFLUENCE OF SPEEDBREEDING CONDITIONS ON THE DURATION OF INTERPHASE PERIODS OF TALL PEA VARIETIES

Derevyanko A. A.¹, Rubets V. S.¹, Dushenin R. A.², Chernook A. G.¹,

Divashuk M. G.¹

¹*The All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow, Russia, msxaderevyanko@gmail.com*

²*Breeding and seed breeding center "Betagran-Seeds", Orel, Russia, dusheninroman@yandex.ru*

Annotation. Accelerating the change of genetic generations in breeding and genetics is an important practical issue. In modern realities, such acceleration finds many applications in speedbreeding technologies. Using those makes it possible to accelerate the creation of varieties by shortening the period during which the forming process (splitting of hybrid generations) takes place. The aim of the work was to compare the duration of the growing season of pea plants when grown in climatic chambers that promote accelerated plant development with the corresponding field data. It was found that speedbreeding conditions accelerate the interphase period from germination to flowering of peas by 38–46 %. At the same time, the duration of the period from flowering to ripening was significantly extended, up to 50 %. It was noted that the ratio between the varieties is maintained in terms of the duration of the interphase period from germination to flowering (the correlation coefficient was

0.801*) and the absence of such a ratio in terms of the duration of the interphase period from flowering to ripening (the correlation coefficient was 0.130). In general, no significant correlation was found for the duration of the growing season from germination to ripening (the correlation coefficient was 0.256).

Keywords: Seed peas, speedbreeding, growing season, phases and stages of development

Введение. Одна из важных и актуальных проблем в селекции – ускоренное прохождение генетических поколений. В настоящий момент в мире все больше внимания уделяется такому методу ускоренной селекции, как спидбридинг (*speed breeding*). Данный метод или группа методов основана на использовании факторов, способствующих ускорению прохождения фаз развития растения. Это, в частности, такие факторы как интенсивность освещения, световой режим, объем субстрата, питание, параметры температуры и влажности. Факторы условий поддерживаются при выращивании в полностью закрытых камерах с контролируемой средой. Важно отметить, что сам метод не является новым сам по себе, так как эксперименты по моделированию условий роста растений предпринимались довольно давно. Так же давно известны эксперименты, посвященные светокультуре растений и возможности выращивания при повышенных фотопериодах или даже при постоянном освещении (Sysoeva et al, 2010). Часть методов так же применяется, например, при получении зеленных или ягодных культур в контролируемых условиях (Синявина, 2024).

Все условия призваны значительно сократить время одной генерации растения или способствовать преодолению послеуборочного покоя полученных в ходе такой генерации семян для их вовлечения в следующий цикл. Экспериментально показано, что с использованием данного подхода удастся сократить вегетационный период яровых злаков, а также некоторых двудольных и в частности бобовых и, тем самым, сократить время одной генерации до двух месяцев (Cazzola et al., 2020). Это дает возможность получать последовательно шесть поколений в год и ускоренно создавать чистые селекционные линии (Watson et al., 2018; Ghosh S et al., 2018).

Влияние определенных условий на генотип и его фенология интересны для сравнения периодов вегетации различных сортов. Это лежит в основе группировки сортов по группам спелости. И тем интереснее оценить это в условиях ускоренного развития.

Цель исследования – сравнить продолжительность периода вегетации растений гороха при выращивании в условиях климатических камер, способствующих ускоренному развитию растения, с соответствующими полевыми данными.

Материалы и методы. Материалом для проведения исследования послужила коллекция высокорослых сортов гороха, полученных из ФГБУ «Госсорткомиссия» (г. Москва), ФИЦ «Немчиновка» (г. п. Одинцово, Московская обл.) (Табл. 1).

Посев семян сортов гороха проводили в двух местах: в климакамере с контролируемыми условиями; в полевых условиях Семеноводческой компании «Бетагран-Семена» (г. Орел).

Опыт был проведен в Лаборатории спидбридинга в селекции с.х. культур ФГБНУ «Всероссийский НИИ сельскохозяйственной биотехнологии» в 2024 г. по протоколу технологии спидбридинга (Cazzola et al., 2020). В климатической камере (ООО «Климбиотех», Россия) были установлены определенные параметры интенсивности освещенности (плотность фотонного потока 550–560 нм, фотосинтетически активная радиация – в пределах 550), температурного режима, обеспечивающего высокую эффективность фотосинтеза, с колебаниями температур в пределах 20 °С в течение установленного светового дня, влажности, колеблющейся в пределах 60 %.

Семена гороха были протравлены, высеяны в торфяной субстрат Агробалт-С в горшки размером 9×9×14 см и объемом 0,5 л. В течение вегетации проводили фенологические

наблюдения, осуществили подкормки комплексом минеральных удобрений под корень и по листу. В течение вегетации оценивали длительность межфазных периодов и вегетации в целом.

Таблица 1. Происхождение высокорослых сортов гороха (*Pisum sativum* L.)

Сорт	Происхождение
‘Альянс’	Федеральный Ростовский Аграрный Научный Центр
‘Донской кормовой’	Федеральный Ростовский Аграрный Научный Центр
‘Памяти Хангильдина’	Уфимский Федеральный Исследовательский Центр
‘Светозар’	Красноярский Научный Центр СО РАН
‘Яхонт’	Красноярский Научный Центр СО РАН
‘Кемчуг’	Красноярский Научный Центр СО РАН
‘Немчиновский 46’	Федеральный Исследовательский Центр «Немчиновка»
‘Самариус’	Самарский Федеральный Исследовательский Центр
‘Флагман 12’	Самарский Федеральный Исследовательский Центр

Результаты и обсуждение. Оценивали продолжительность двух наиболее важных межфазных периодов – от всходов до цветения и от цветения до полной спелости. Общая продолжительность вегетации равнялась их сумме. Предполагалось, что межфазные периоды и, следовательно, сроки вегетации существенно сократятся в условиях климатической камеры.

Ввиду специфики направления использования, высокого роста и индетерминантного характера развития, высокорослые сорта гороха в поле созрели ожидаемо поздно, и длина их вегетации колебалась в пределах 90 дней (Табл. 2, Рис.).

Условия спидбридинга сократили вегетацию указанных сортов до 59–60 дней, что составило 66–70 % от полевой вегетации.

Таблица 2. Продолжительность вегетационного периода высокорослых сортов зернового гороха в зависимости от условий выращивания, сутки

Сорта	Посев – цветение			Цветение – полная спелость			Полная вегетация		
	спб*	поле	%**	спб	поле	%	спб	поле	%
‘Альянс’	28	60	46	32	32	100	60	92	66
‘Донской кормовой’	28	62	45	37	31	118	65	93	70
‘Памяти Хангильдина’	25	60	41	36	23	153	61	84	73
‘Светозар’	24	61	39	37	29	126	61	90	67
‘Яхонт’	29	62	46	32	30	107	61	92	66
‘Кемчуг’	28	61	45	35	28	125	62	89	70
‘Немчиновский 46’	26	61	42	38	29	128	63	90	70
‘Самариус’	22	58	38	37	31	117	59	89	66
‘Флагман 12’	25	60	42	35	31	113	60	91	66
Коэффициенты корреляции	0,801*		–	-0,130		–	0,256		–

*условия спидбридинга; **процент от полевых значений

Неожиданные результаты получены при анализе межфазных периодов. Соотношение продолжительности межфазных периодов в поле и климакамере различались (рис.). В полевых условиях продолжительность межфазного периода от всходов до цветения была вдвое выше, чем продолжительность конечного периода от цветения до полной спелости. В условиях спидбридинга – наоборот.

Контролируемые условия спидбридинга привели к сокращению продолжительности межфазного периода от всходов до цветения более, чем вдвое, по отношению к полевым данным. Так, у сорта ‘Альянс’ в условиях климакамеры растения зацвели уже через 28 суток, а в поле – через 60, что составляет 46 %. Сильнее всего этот период сократился у сортов ‘Светозар’ и ‘Самариус’. Тем не менее, сохраняется соотношение между сортами в обоих условиях выращивания, поскольку коэффициент корреляции между ними составил 0,801*.

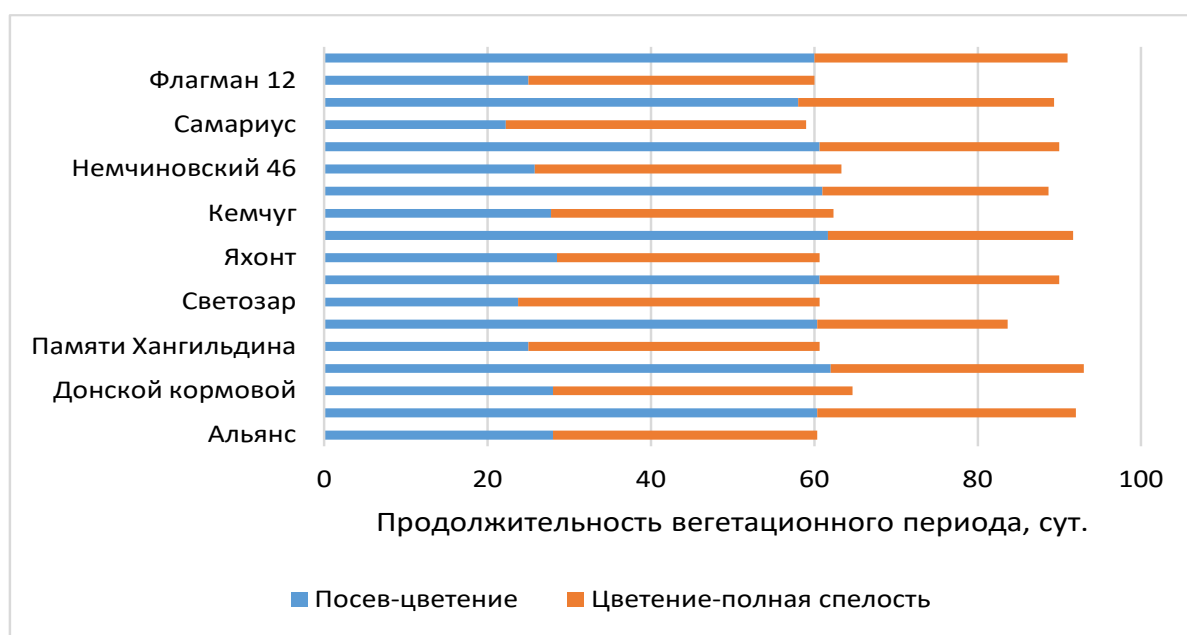


Рисунок. Продолжительность межфазных периодов и общего периода вегетации (сутки) высокорослых зерновых сортов гороха в условиях климакамеры (нижний столбик) и полевых условиях (верхний столбик): синим цветом обозначен период от всходов до цветения; красным – от цветения до полной спелости

Межфазный период от цветения до созревания в условиях спидбридинга не только не сократился, а, наоборот, увеличился в сравнении с полевыми данными (табл. 2, рис.). Однако увеличение, в большинстве случаев незначительное. Так, у сорта ‘Альянс’ и в поле, и в климакамере этот период был одинаковым. Тогда как у сорта ‘Памяти Хангильдина’ в условиях климакамеры созревание продолжалось в 1,5 раза дольше, чем в поле. Не выявлено корреляции между продолжительностью данного межфазного периода в условиях климакамеры и в поле – коэффициент корреляции равен -0,130.

Такие результаты, возможно, связаны с тем, что в полевых условиях в конце вегетации гороха не было достаточного количества осадков и стояла жаркая погода. В условиях же климакамеры условия вегетации характеризовались постоянством. Растениям было обеспечено своевременное увлажнение, влажность воздуха была достаточно высокой, а температура

воздуха – умеренной. При таких условиях растения могут продолжать вегетацию, несмотря на созревшие семена первых цветков. В поле такого не может быть. Поэтому для сокращения продолжительности второго межфазного периода гороха в условиях контролируемого климата нужно после начала восковой спелости семян изменять режимы – снижать влажность грунта и воздуха, повышать температуру воздуха.

В целом продолжительность вегетации в условиях климакамеры снизилась на 30–34 % в сравнении с полем. Это произошло за счет ускорения развития растений гороха в первую половину вегетации (от всходов до цветения).

Выводы. Контролируемые условия спидбридинга существенно (вдвое) сокращают межфазный период от всходов до цветения в сравнении с условиями поля, и оставляют без изменения, либо удлиняют период от цветения до созревания.

В целом контролируемые условия спидбридинга сокращают вегетационный период растений гороха примерно на 30 %. При этом сохраняется соотношение между сортами по продолжительности периода от всходов до цветения, не сохраняется – по продолжительности межфазного периода от цветения до полной спелости.

По продолжительности вегетации соотношение между сортами не сохраняется в разных условиях вегетации. Это может значить, что при выращивании растений гороха в условиях спидбридинга нельзя достоверно судить о группе спелости неизученных в полевых условиях генотипов.

Источники финансирования. Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № Государственного задания FGUM-2024-0002.

Библиографический список

1. ООО «Климбиотех»: офиц. сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://climbiotech.ru>
2. Синявина, Н. Г. Светокультура растений в современных сооружениях искусственного климата (обзор) /Н. Г. Синявина, Г. Г. Панова, Т. Э. Кулешова, Ю. В. Чесноков //Сельскохозяйственная биология. – 2024. – Т. 59. – №. 5. – С. 869–892. doi:10.15389/agrobiology.2024.5.869rus
3. Cazzola, F. Speed breeding in pea (*Pisum sativum* L.), an efficient and simple system to accelerate breeding programs /F. Cazzola, C.J. Bermejo, M.F. Guindon, E. Cointry //Euphytica. – 2020. – Т. 216. – №. 11. – С. 178. <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02715-6>
4. Ghosh, S. Speed breeding in growth chambers and glasshouses for crop breeding and model plant research / S. Ghosh, A. Watson, O.E. Gonzalez-Navarro, R.H. Ramirez-Gonzalez, L. Yanes, M. Mendoza-Suárez, J. Simmonds, R. Wells, T. Rayner, P. Green, A. Hafeez, S. Hayta, R. E. Melton, A. Steed, A. Sarkar, J. Carter, L. Perkins, J. Lord, M. Tester, A. Osbourn, M. J. Moscou, P. Nicholson, W. Harwood, C. Martin, C. Domoney, C. Uauy, B. Hazard, B. B. H. Wulff L. T. Hickey //Nature protocols. – 2018. – Т. 13. – №. 12. – С. 2944–2963 <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0072-z>
5. Sysoeva, M. I Plants under continuous light: a review / Sysoeva M. I., Markovskaya E. F., Shibaeva T. G. //Plant stress. – 2010. – Т. 4. – №. 1. – С. 5–17.
6. Watson, A. Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding / A. Watson, S. Ghosh, M. J. Williams, W. S. Cuddy, J. Simmonds, M.-D. Rey, M. Asyraf Md Hatta, A. Hinchliffe, A. Steed, D. Reynolds, N. M. Adamski, A. Breakspear, A. Korolev, T. Rayner, L. E. Dixon, A. Riaz, W. Martin, M. Ryan, D. Edwards, J. Batley, H. Raman, J. Carter, C. Rogers, C. Domoney, G. Moore, W. Harwood, P. Nicholson, M. J. Dieters, I. H. DeLacy, J. Zhou, C. Uauy, S. A. Boden, R. F. Park, B.B.H. Wulff, L.T. Hickey //Nature plants. – 2018. – Т. 4. – №. 1. – С. 23–29. <https://doi.org/10.1038/s41477-017-0083-8>

ПОЛНОГЕНОМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА И РАЗРАБОТКА МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ С ДЛИННЫМИ ТАНДЕМНЫМИ ПОВТОРАМИ У *MALUS*

Дун Лэймин¹, Го Юаньцян², Цюань Цзянь¹, Лю Хэнсин¹, Го Лин¹,
Ван Жуйчжэнь^{1*}

¹ Ключевая лаборатория Национального управления лесного хозяйства и пастбищных угодий по сохранению растений *ex situ*, Пекинский научно-исследовательский центр инженерных технологий цветоводства, Национальный ботанический сад Китая

(Северный сад), Пекин, Китай

² Колледж растениеводства и технологии, Пекинский сельскохозяйственный университет, Пекин, Китай, * Автор для корреспонденции: wangrz126@126.com

GENOME-WIDE IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION AND DEVELOPMENT OF LONG-MOTIF REPEAT MICROSATELLITE MARKERS IN *MALUS*

Leiming Dong¹, Yuanqian Guo², Jian Quan¹, Hengxing Liu¹, Ling Guo¹,
Ruizhen Wang^{1*}

¹ Key Laboratory of National Forestry and Grassland Administration on Plant *Ex situ* Conservation, Beijing Floriculture Engineering Technology Research Centre, China National Botanical Garden (North Garden), Beijing, China

² College of Plant Science and technology, Beijing University of Agriculture, Beijing, China

*Correspondence: wangrz126@126.com

Abstract. The genus *Malus* (Rosaceae), encompasses the domesticated apple and ornamental crabapple, and holds significant economic, ornamental, ecological and cultural value. *Malus* species readily hybridize with one another, resulting in high genetic diversity and the development of numerous cultivars. SSR markers have been widely used for genetic diversity assessment and cultivar identification; however, the vast majority of SSR markers currently applied in *Malus* are derived from di-nucleotide repeat motifs. In this study, we assessed the genome-wide SSR characteristics of eight *Malus* plants, developed long-motif (tetra-, penta-, and hexa-nucleotide) SSR markers using in silico PCR and in vitro PCR with capillary electrophoresis, established a multiplex PCR system, and applied these tools to analyze the ploidy level, genetic diversity, and genetic relationships among *Malus* species and ornamental crabapples. A total of approximately 170,000 SSR markers were identified across the *Malus* genomes, with an average density of 250 SSR markers per Mb. SSR lengths were about 4 Mb, accounting for 0.6 % of the genome. Tetra-nucleotide motifs accounted for approximately 11 %, penta-nucleotide motifs for 13%, and hexa-nucleotide motifs for 6 %. A set of 57 highly polymorphic and reliable long-motif SSR markers were developed, and established a multiplex PCR system comprising 10 SSR markers distributed across different chromosomes. Using this system, we were able to distinguish individuals and differentiate between diploid and polyploid accessions; approximately 13 % of the ornamental crabapples were identified as polyploid; and revealed high genetic diversity of crabapple accessions ($He=0.79$). The long-motif SSR markers developed in this study provide an efficient tool for molecular identification, genetic diversity assessment, and breeding applications in *Malus*.

Keywords: SSR, molecular identification, genetic diversity, *Malus*, apple

ДЛИТЕЛЬНЫЕ РЯДЫ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ЗИМОСТОЙКОСТИ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ – РУКОВОДСТВО ДЛЯ ПИТОМНИКОВОДОВ ПО ПОДБОРУ УСТОЙЧИВОГО АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ХВОЙНЫХ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Егоров А.А.^{1,2}, Мусс П.П.^{2,3}

¹*Институт лесоведения Российской академии наук, Успенское, Московская область, Россия*

²*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия*

³*ООО «ПРИНЦИП НОВО», Санкт-Петербург, Россия
egorovfta@yandex.ru*

Аннотация. Одним из важных направлений деятельности ботанических садов является изучение состояния растений в условиях интродукции. В тоже время растения, предлагаемые к продаже в питомниках, не всегда удачно приживаются из-за их недостаточной зимостойкости. Была поставлена цель: оценить качество посадочного материала хвойных, предлагаемого к продаже питомниками Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в сравнении с зимостойкостью этих же таксонов в ботанических садах Санкт-Петербурга. Проводился анализ разнообразия хвойных в 10 питомниках региона исследования, имеющих площадь более 1 га. Сравнение состава таксонов, выращиваемых в питомниках региона, с одной стороны, и в ботанических садах Санкт-Петербурга, с другой, показало, что 7 таксонов в ботанических садах относятся к незимостойким, относительно незимостойким или к таким, по которым отсутствуют данные наблюдений по зимостойкости. Вместе с культиварами список этих хвойных, составляет 24 наименования – 6,3 % от продаваемых в питомниках.

Ключевые слова: зимостойкость, длительные ряды наблюдений, питомники, хвойные, Санкт-Петербург, Ленинградская область

LONG-TERM SERIES OF OBSERVATIONS ON WINTER HARDINESS IN BOTANICAL GARDENS – A GUIDE FOR NURSEYMEN ON THE SELECTION OF A SUSTAINABLE RANGE OF PLANTS (USING THE EXAMPLE OF CONIFERS GROWN IN ST. PETERSBURG AND THE LENINGRAD REGION)

Egorov A.A.^{1,2}, Muss P.P.^{2,3}

¹*Institute of Forestry Sciences, Russian Academy of Sciences, Uspenskoye, Moscow Region, Russia*

²*St. Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg, Russia*

³*LLC "PRINCIPLE NOVO", St. Petersburg, Russia
egorovfta@yandex.ru*

Abstract. One of the important direction of activity of botanical gardens is the study of the condition of plants in the conditions of introduction. At the same time, plants offered for sale in nurseries do not always successfully take root due to their insufficient winter hardiness. The goal was to evaluate the quality of coniferous planting material offered for sale by nurseries in St. Petersburg and the Leningrad region, in comparison with the winter hardiness of the same taxa in the botanical gardens of St. Petersburg. The coniferous diversity was analyzed in 10 nurseries in the study region with an area of more than 1 hectare. A comparison of the composition of the taxa grown in the nurseries of the region, on the one hand, and in the botanical gardens of St. Petersburg, on the other, showed that 7 taxa in the botanical gardens belong to non-hardy, relatively non-hardy, or those for which there are no

observational data on winter hardiness. Together with cultivars, the list of these conifers is 24 items – 6,3 % of those sold in nurseries.

Keywords: winter hardiness, long-term observation series, nurseries, conifers, St. Petersburg, Leningrad region

Ботанические сады решают научные, образовательные и просветительские задачи (Ботанические сады ..., 2006). Одним из важных направлений работы ботанического сада является изучение состояния растений в условиях интродукции. Исследователи коллекций ботанических садов, расположенных в умеренных и холодных широтах, обычно подходят к оценке перспективности интродуцированных растений с точки зрения их морозостойкости и зимостойкости (Шредер, 1861; Вольф, 1917; Васильев, Егоров, 2011; Фирсов, Волчанская, 2021; и др.). Морозостойкость – устойчивость растений к воздействию отрицательной температуры (Булыгин, 1991: 30). Зимостойкость – понятие более широкое, чем морозоустойчивость и включает оценку повреждаемости низкой температурой в осенне-зимне-весенний период. Так в ботанических садах Санкт-Петербурга на эти критерии устойчивости растений первыми обратили внимание такие исследователи как Р.И. Шредер (1861), Э.Л. Вольф (1917), Н.Е. Булыгин (1994) другие. Эту работу продолжили ученики Н.Е. Булыгина – Г.А. Фирсов, А.А. Егоров, И.В. Фадеева и др. исследователи (Егоров, Логинова, 2004, 2023; Фирсов, Фадеева, 2009; Фадеева и др., 2009; Фирсов, Волчанская, 2021). Для обработки данных по зимостойкости и анализу климатических показателей были разработаны программы для ЭВМ (Программа анализа ..., 2014; Система анализа ..., 2014). По результатам таких программных обработок вышел ряд статей (Васильев, Егоров, 2011; Егоров и др., 2014; Жук и др., 2014).

Под влиянием климата в Санкт-Петербурге на основе проводимых наблюдений с 1860 г. по настоящее время зимостойкость древесных растений менялась. На это указывают сравнительные данные по зимостойкости деревьев и кустарников во времена Э.Л. Вольфа и за последние десятилетия (Булыгин, 1994; Булыгин, Фирсов, 1994; Фирсов, Фадеева, 2009; Егоров, Логинова, 2023; и др.). В исследованиях отмечается, что в целом зимостойкость древесных растений повысилась к настоящему времени.

Если раньше большую роль при интродукции растений в регион исследования выполняли ботанические сады, то в настоящее время наряду с ними эту работу в определенной степени выполняют питомники Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Наши исследования в 2025 г. показали, что питомники региона предлагают к продаже внушительный ассортимент хвойных, часть которого является новым для территории. К настоящему времени предварительный анализ показал, что в Ленинградской области насчитывается более 100 питомников, а в Санкт-Петербурге – более 20.

Нами была поставлена цель: оценить качество посадочного материала хвойных, предлагаемого к продаже питомниками Санкт-Петербурга и Ленинградской области, в сравнении с зимостойкостью этих же таксонов в ботанических садах Санкт-Петербурга.

Материалами исследования явились данные по разнообразию таксонов и культиваров хвойных в питомниках Санкт-Петербурга и Ленинградской области и сведения о разнообразии и состоянии хвойных в крупных ботанических коллекциях Санкт-Петербурга, в т.ч. Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета и Ботанического института РАН.

Отбор питомников для исследования проводился на основе следующих принципов:

- наличие сайта питомника в сети интернет, в т.ч. информация на Яндекс-картах;
- наличие у организации собственных площадей для выращивания и доращивания посадочного материала;
- географические сведения о местонахождении питомника;

- размер питомника;
- наличие на сайте актуального списка растений.

При составлении списков таксонов и культиваров хвойных для изучаемого региона, были отобраны 10 питомников с площадью 1 га и более: Россельхозпитомник (Ропша, 20 га), Принцип Novo (Пикалёво, 20 га), Лескопарк (дер. Лесколово Всеволожского р-на, 8 га), Вита парк плюс (Петергоф, 4,2 га), Святovit (Разметелево, 4 га), PlantsMarket (Орехово, 3,5 га), Колос (тепличный комбинат) (МО Лопухинское сельское поселение Ломоносовского района, 3,3 га), ЛПХ Производственный питомник растений Копорье-Широково (Копорье, 1 га), АСТ Медовое (пос. Советский Выборгского района), Кедр (Пулковское шоссе, д.53). Объем таксонов принят в соответствии с публикациями по хвойным (Фирсов, Орлова, 2008, 2019; Орлова и др., 2011). Названия культиваров проверялись по обширному каталогу, опубликованному W. Erhardt (2005). Названия новых культиваров, не приведенные в каталоге, принимались нами под своими названиями.

Для оценки устойчивости таксонов и культиваров, выращиваемых в питомниках региона, были использованы сведения по зимостойкости, составленные по многолетним наблюдениям проводимым в ботанических садах Ботанического института РАН (Фирсов, Орлова, 2008, 2019; Фирсов и др., 2020) и Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета (Булыгин, Сахарова, 2004; Орлова и др., 2011; Сахарова, Семенова, 2021).

Анализ сайтов 10 питомников территории показал, что они в 2025 г. предлагали к продаже 379 таксонов и культиваров хвойных, которые относятся к 3 семействам и 12 родам. Большая часть хвойных представлено 340 культиварами, что составляет 89,7 % от их общего разнообразия. Семейство Pinaceae представлено 198 таксонами и культиварами, относящихся к 41 таксону, в т.ч. 38 видам (из родов *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*), одному гибриднему виду (*Picea × mariorika*) и двум формам (*Larix decidua* f. *pendula*, *Picea pungens* f. *glauca*). Семейство Cupressaceae – 143, относящихся к 17 таксонам, включая 15 видов (из родов *Chamaecyparis*, *Juniperus*, *Microbiota*, *Thuja*, *Thujopsis*), один гибридный вид (*Juniperus × pfitzeriana*) и один подвид (*Juniperus rigida* subsp. *conferta*). Taxaceae – 8, относящихся к одному виду (*Taxus baccata*) и одному гибриднему виду (*Taxus × media*).

Сравнение состава таксонов, выращиваемых в питомниках региона, с одной стороны, и в ботанических садах Санкт-Петербурга, с другой, показало, что 7 таксонов в ботанических садах относятся к незимостойким, относительно незимостойким или к таким, по которым отсутствуют данные наблюдений по зимостойкости. Это такие таксоны как пихта белая (*Abies alba*), кипарисовик тупой (*Chamaecyparis obtuse*), можжевельник чешуйчатый (*Juniperus squamata*), ель восточная (*Picea orientalis*), сосна боснийская (*Pinus leucodermis*), с. Джеффри (*P. jeffreyi*), тис ягодный (*Taxus baccata*). Вместе с культиварами список этих хвойных, составляет 24 наименования – 6,3 % от продаваемых в питомниках. Исследователи хвойных, в связи с изменением климата в сторону потепления, часть этих таксонов рекомендуют включить в перспективный ассортимент для озеленения г. Санкт-Петербурга (Фирсов и др., 2017), а именно: *Abies alba*, *Taxus baccata*. Однако мы пока воздерживаемся от включения их в рекомендуемый ассортимент.

Необходимо продолжить исследования по зимостойкости хвойных в коллекциях ботанических садов и питомников Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Библиографический список

1. Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений / Андреев Л. Н., Бер М.Н., Егоров А.А., Камелин Р.В., Лурье Е.А., Прохоров А.А., Стриханов М.Н., Селиховкин А.В. // Международный журнал ботанических садов: Hortus botanicus, 2006, Вып. 3. – С. 5–27.

2. Булыгин Н.Е. Дендрология: учебник для вузов ... 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, Ленинградское отд-ние, 1991. – 352 с.
3. Булыгин Н.Е. Уникальный арборетум зоны тайги. К 160-летию дендрологического сада СПб Лесотехнической академии // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 1994. Вып. 2 (160). – С. 201–211.
4. Булыгин Н.Е., Сахарова С.Г. Дендрология. Учебное пособие по самостоятельному изучению древес. растений в парке и дендрариуме ботан. сада ЛТА для студентов специальностей 26.04. и 26.05. – СПб: Изд-во СПб ГЛТА, 2004. – 104 с.
5. Булыгин Н.Е., Фирсов Г.А. Выдающийся дендролого-интродукционный эксперимент в Санкт-Петербурге. – СПб., 1994. – 142 с. Деп. в ВИНТИ, № 1779-В94.
6. Васильев Н.П., Егоров А.А. Опыт расчета параметров логистической регрессии методом Ньютона–Рафсона для оценки зимостойкости растений // Математическая биология и биоинформатика. 2011. Т. 6. № 2. – С. 190–199.
7. Вольф Э.Л. Наблюдения над морозостойкостью деревянистых растений // Труды бюро по прикладной ботанике, 1917. Т.10, №1. – С. 1–146.
8. Егоров А.А., Логинова А.А. Оценка состояния древесной растительности парка Ботанического института РАН по зимостойкости *Tilia cordata* и *Acer platanoides* // Материалы VIII Молодежной конференции ботаников в Санкт-Петербурге (17-21 мая 2004 года). – СПб.: СПГУТД, 2004. – С. 210.
9. Егоров А.А., Логинова А.А. Зимостойкость деревьев и кустарников в парках и садах Санкт-Петербурга во второй половине XX века и в начале XXI века // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции 24-26 мая 2023 г. / Под. ред. А.А. Добровольского. – СПб: СПбГЛТУ, 2023. – С. 781–783.
10. Егоров А.А., Уткин Л.В., Жук Ю.А., Васильев Н.П. Анализ зимостойкости хвойных на основе многолетних рядов наблюдений // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 209. – С. 41–51.
11. Жук Ю.А., Егоров А.А., Уткин Л.В. Математическая модель отбора параметров зимостойкости древесных растений на основе методов Лассо и эластичной сети // Нечеткие системы и мягкие вычисления (НСМВ-2014): труды Шестой всероссийской научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург, 27-29 июня 2014 г.), в 2 т. Т.1. – СПб: Политехника-сервис, 2014. – С. 213–222.
12. Орлова Л.В., Фирсов Г.А., Егоров А.А., Неверовский В.Ю. Хвойные Санкт-Петербургской лесотехнической академии (Аннотированный каталог). – СПб.: СПбГЛТА, 2011. – 88 с.
13. Программа анализа зимостойкости древесных пород методом эластичной сети: свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014611470 от 22.04.2014 / Авторы: Уткин Л.В., Жук Ю.А., Егоров А.А. / Правообладатель: ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова». 2014.
14. Сахарова С.Г., Семенова Л.А. Дендрология. Интродукция древесных растений в Ботаническом саду СПб ГЛТУ с момента его основания до наших дней: учебное пособие ... Ч.1-3. – СПб: Изд-во СПб ГЛТУ, 2021. – 108 с., 114 с., 129 с.
15. Система анализа данных метеостанций версия 2.0: свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014610298 от 09.01.2014 / Авторы: Васильев Н.П., Егоров А.А. / Правообладатель: ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова». 2014.
16. Фадеева И.В., Фирсов Г.А., Булыгин Н.Е. Биоклиматическая цикличность в Санкт-Петербурге в конце XX в. и ее влияние на интродуцированную и местную дендрофлору // Ботанический журнал – 2009. Т. 94. № 9. – С. 1351–1358.

17. Фирсов Г.А., Бялт В.В., Орлова Л.В., Хмарик А.Г. Перспективные виды и формы хвойных для зелёных насаждений Санкт-Петербурга // *Hortus botanicus*. – 2017. Т. 12. – Прил. II.
18. Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Древесные растения в условиях климатических изменений в Санкт-Петербурге / Г. А. Фирсов, А. В. Волчанская; Рос. акад. наук, Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – М.: «МАСКА», 2021. – 128 с.
19. Фирсов Г.А., Орлова Л.В. Хвойные в Санкт-Петербурге. – СПб.: ООО «Издательство «Росток». 2008. – 336 с.
20. Фирсов Г.А., Орлова Л.В. Хвойные в Санкт-Петербурге. – СПб, 2019. – 492 с.
21. Фирсов Г.А., Орлова Л.В., Волчанская А.В. Аннотированный каталог голосеменных растений парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. – СПб.: ИП Келлер Т.Ю., 2020. – 208 с.
22. Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Критические зимы в Санкт-Петербурге и их влияние на интродуцированную и местную дендрофлору // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. Вып. 188. СПб. 2009. – С. 100–110.
23. Шредер Р.И. Наблюдения над разводимыми в Санкт-Петербургском Лесном институте деревьями и кустарниками, относительно их неприхотливости, при особенном внимании необыкновенно жестокой зимы 1860-1861 г. // *Акклиматизация*, 1861. Т. 26, Вып. 9. – С. 181–458.
24. Erhardt W. Namensliste der Koniferen. – Eugen Ulmer KG, 2005. – 215 S.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ БИОРЕСУРСНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ЖИВЫХ РАСТЕНИЙ (ИЗ ОПЫТА БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

**Жавкина Т.М., Помогайбин А.В., Ревунова Л.Г., Рогулева Н.О.,
Розно С.А., Рузаева И.В., Кавеленова Л.М.**

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика
С.П. Королёва, Самара, Россия, lkavelenova@mail.ru*

Аннотация. Актуальность работы определяется значимостью ботанических садов РФ как создателей и хранителей биоресурсных коллекций национальной значимости. Представлены краткие сведения об особенностях формирования коллекционного фонда Ботанического сада Самарского университета, численности таксонов в его четырех блоках (отделов дендрологии, тропических и субтропических культур, флоры, цветоводства), доли в них раритетного компонента – видов Международной красной книги, Красных книг РФ и Самарской области. На примере Ботанического сада Самарского университета рассматриваются возникающие в деятельности ботанических садов актуальные проблемы сохранения коллекций живых растений, которые носят общий для всех характер либо являются более частными проблемами данного ботанического сада.

Ключевые слова: ботанические сады, коллекционные фонды растений, проблемы сохранения

PROBLEMS OF DEVELOPING BIORESOURCE COLLECTIONS OF LIVING PLANTS (FROM THE EXPERIENCE OF THE BOTANICAL GARDEN OF SAMARA UNIVERSITY)

**Zhavkina T.M., Pomogaybin A.V., Revunova L.G., Roguleva N.O.,
Rozno S.A., Ruzaeva I.V., Kavelenova L.M.**

*Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov, Samara, Russia,
lkavelenova@mail.ru*

Abstract. The relevance of this work is determined by the importance of Russian Federation botanical gardens as creators and custodians of bioresource collections possessing national significance. This article presents a brief overview of Samara University Botanical garden's collection fund development, including the number of taxa in its four sections (the departments of dendrology, tropical and subtropical crops, native flora, and floriculture), also as the proportion of rare species, listed in the International Red Lists, the Red Books of the Russian Federation, and the Samara Region. On the example of Samara University Botanical garden, we examine current challenges in preserving living plant collections that arise in botanical gardens, whether they are common to all botanical gardens or are more specific to the particular botanical garden.

Keywords: botanical gardens, plant collection funds, conservation issues

Ботанические сады, число которых в современном мире насчитывает не менее 1800, за многовековую историю прошли путь от коллекций лекарственных растений и собраний экзотов, доставленных из дальних стран, до уникальных научных структур, масштабно решающих задачи сохранения, изучения, оценки ресурсной значимости и пропаганды объектов растительного мира (Стратегия..., 2003; Горбунов, 2021). Что касается нашей страны, новым многообещающим этапом в развитии ботанических садов может стать принятие в 2024 г. Федерального закона «О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях...» (Федеральный закон..., 2024), в котором должным образом оценивается роль

коллекций ботанических садов как биоресурсных коллекций, представляющих ценное национальное достояние. Ботанические сады могут располагать генетическими банками семян, научными гербариями, банками меристем и пр., однако фундаментом всех видов их деятельности является формирование обширных коллекций живых растений.

Ботанический сад Самарского университета, образованный в 1930 г. как подразделение НИИ по изучению и охране природы Средневолжского края, функционирует уже более 90 лет. Впоследствии он входил в состав различных учреждений системы образования, а с конца 2015 г. стал учебно-научным подразделением Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва (Самарский университет). В результате Самарский университет сейчас является держателем крупной, уникальной по своей природно-климатической локализации, биоресурсной коллекции живых растений, сформированной Ботаническим садом в ходе своего развития (Каталог, 2021). Анализируя ранее процесс формирования коллекций растений, мы выделили ряд моментов, определяющих специфические особенности коллекционных фондов ботанических садов. Среди них присутствуют как объективные природные факторы (совокупность гидротермических и эдафических условий, продолжительность светового дня и пр.), так и субъективные, связанные с «человеческим фактором» – научные предпочтения коллекторов, их преемственность, а также площадь отведенной для коллекций территории, наличие оранжерейного комплекса и пр.

К концу 2025 г. Ботанический сад располагал коллекционными фондами высших растений, включающими более 4,8 тысяч таксонов, распределенных в 4 блока открытого и закрытого грунта, сбор, поддержание и пополнение которых реализуются в работе 4 отделов:

Отдел Дендрологии: в коллекции насчитывается 1366 таксонов (видов, форм, сортов) деревьев, кустарников, древесных лиан и плодовых растений. Из них 266 видов занесены в Международную Красную книгу, в Красную книгу РФ включено 22 вида, в Красную книгу Самарской области – 6 видов.

Отдел Тропических и субтропических культур (оранжерея): количество таксонов в коллекционном списке составляет 1269, в том числе 317 видов, внесенных в The IUCN Red List of Threatened Species.

Отдел Флоры: в коллекции представлен 1261 таксон (травянистые многолетники, малолетники и двулетники). Ядром коллекции являются охраняемые виды: на коллекционном и экспозиционных участках представлено 416 видов растений различных категорий редкости, включая 62 – внесенных в Красную книгу РФ, 85 – в Красную книгу Самарской области.

Отдел Цветоводства: в коллекции насчитывается 940 таксонов из 48 семейств. Наиболее широко представлены в коллекции семейства пионовые (150 таксона), ирисовые (126 таксонов), асфоделевые (84 таксона, состоящее из одного рода – лилейник), сложноцветные (52 таксона), аспарагусовые (40 таксонов), камнеломковые (36 таксонов). 17 видов цветочно-декоративных растений имеют различный статус редкости.

По совокупности объем флоразнообразия, заключенного на территории нашего Ботанического сада, примерно втрое превосходит число видов природной флоры Самарской области. Следует заметить, что формирование обширных коллекций происходило здесь в природных условиях лесостепи Среднего Поволжья, ее ландшафты подвергались антропогенной трансформации, интенсивность которой неуклонно возрастала и достигла максимума во второй половине XX в.

Сохранение коллекций живых растений в ботанических садах, являющееся определяющим направлением их деятельности, как правило, сталкивается с рядом общих проблем и трудностей и, в то же время, наличием проблем специфических, свойственных данному ботаническому саду (Розно, 2018).

К числу общих для большинства ботанических садов проблем, исходя из длительного опыта нашей работы, относится недостаточный уровень финансирования, который ограничивает численность персонала и доступность любых ресурсов для работы. Надеемся, что выразившаяся в принятии Федерального закона оценка руководством страны значимости биоресурсных коллекций, включая коллекции живых растений в ботанических садах, в перспективе изменит ситуацию.

Вторая проблема связана с восприятием населением ботанических садов как пространства для свободного отдыха и недопониманием их роли как биоресурсных коллекций – важной части национального достояния. В результате возникает необходимость охраны коллекционных фондов от вандализма и расхищения, контроля поведения посетителей, дополнительных финансовых затрат и отвлечения персонала от основных обязанностей.

Носящие более частный характер проблемы, свойственные отдельным ботаническим садам, в первую очередь связаны с особенностями природно-климатических условий их локализации. Это накладывает отпечаток на состав и объем таксонов в коллекционных фондах и определяет комплекс абиотических и биотических стрессовых факторов, которым вынуждены противостоять держатели биоресурсных коллекций.

В частности, применительно к Ботаническому саду Самарского университета, условия лесостепи как экотона определяют возможность интродукции видов различного географического происхождения, от бореальных (кедровый стланик *Pinus pumila* (Pall.) Regel, пихта сибирская *Abies sibirica* Ledeb., сосна сибирская *Pinus sibirica* Du Tour и др.) до теплолюбивых, включая субтропические (абрикос обыкновенный *Prunus armeniaca* L., орех грецкий *Juglans regia* L., шелковица *Morus nigra* L., пираканта огненная *Pyracantha coccinea* M.Roem. и др.), в открытом грунте. С другой стороны, высокая изменчивость погодных условий нашей местности проявляется в непредсказуемости сезонов в отношении наступления экстремальных морозов и оттепелей, заморозков, засух, волн жары. В последние годы прослеживается рост числа подобных флуктуаций, при сравнительной редкости сильных зимних морозов более стрессовым становится весенний период. Устранить воздействие данных стрессоров, к сожалению, полностью не удается.

Довольно мягкие зимы последних лет способствуют успешной перезимовке разнообразных вредителей, как местного происхождения, так и инвазивных фитофагов, с запозданием достигающих новых регионов произрастания своих видов кормовых растений (в нашем случае: вяз мелколистный *Ulmus pumila* L., ясень пенсильванский *Fraxinus pensilvanica* Marsh., конский каштан обыкновенный *Aesculus hippocastanum* L.). Так, уже широко фиксируемое в различных насаждениях г. Самары повреждение листьев каштана конского каштановой минирующей молью (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic), к сожалению, затронуло и экземпляры, произрастающие в Ботаническом саду. Ставшая причиной массовой гибели деревьев ясеня на улицах нашего города ясеневая изумрудная златка *Agrilus planipennis* Fairmaire может угрожать деревьям рода Ясень и некоторым другим объектам нашего коллекционного дендрологического фонда.

Частные проблемы работы с коллекциями в ботанических садах определяются также размерами их территорий и особенностями планировки. Это в итоге является решающим обстоятельством, формирующим комплекс задач по уходу за коллекционными фондами. Так, для Ботанического сада Самарского университета, при площади территории 33,98 га, характерно пространственное преобладание дендрария (21 га, то есть более 60 %), формирование которого в современном облике было начато в 1947 году. Здесь достаточно многочисленны экземпляры, возраст которых превышает 70 лет, что в урбосреде лесостепи соответствует предельному возрасту. Поэтому сохранение долговечной дендрологической коллекции требует постоянной работы по замене выпадающих экземпляров, созданию новых

экспозиций, сочетающих привлекательность и устойчивость. При этом следует учитывать вероятный тренд климатических изменений в регионе, по одной из версий, выраженный в повышении уровня температур и еще большей контрастности выпадения осадков, что ускорит естественное старение древесных растений. Удаление сорного древесного подроста и выпадающих экземпляров деревьев, даже в современных условиях, выливается в еще одну нашу проблему, связанную с локализацией Ботанического сада в центре мегаполиса – невозможностью сжигания и сложностями (затратностью) вывоза этого фитоматериала.

Таким образом, устойчивое сохранение и развитие коллекций живых растений в ботанических садах требует от их руководства и коллектива каждодневного решения комплекса задач, среди которых имеются общие для всех садов и частные, определяемые их локализацией, площадью территории и особенностями планировки.

Библиографический список

1. Горбунов, Ю.Н. Сохранение видов растений Красной книги России *ex situ* в ботанических садах / Ю.Н. Горбунов, О.И. Молканова, Д.А. Егорова, И.В. Ширнина, О.Г.Васильева // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № 2. – С. 2–10.
2. Каталог коллекционных фондов высших растений Ботанического сада Самарского университета / Т.М. Жавкина, Л.М. Кавеленова, А.В. Помогайбин, Н.О. Рогулева, С.А. Розно, И.В. Рузаева, М.Н. Соболева, Н.В. Янков; отв. ред. А.В. Помогайбин. – Изд. 2-е, доп., перераб. – Самара: ООО «Издательско-полиграфический комплекс «Право», 2021. – 180 с.
3. Розно С.А., Помогайбин А.В., Кавеленова Л.М. Проблемы и перспективы существования и развития ботанического сада в мегаполисе: из опыта работы Ботанического сада Самарского университета // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 147. – С. 239–241.
4. Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. – М.: Красная звезда, 2003. – 32 с.
5. Федеральный закон ««О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона «О животном мире». – Принят Государственной Думой 26 ноября 2024 года. Одобрен Советом Федерации 27 ноября 2024 года.

**МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ *ACER PLATANOIDES*
'CRIMSON KING' (ACERACEAE) *IN VITRO*: МОДЕЛЬНЫЙ
ДЕКОРАТИВНЫЙ ГЕНОТИП ИЗ КОЛЛЕКЦИИ
БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

**Жураева Х.К., Хазратов А.Т., Иноятлова М.Х.,
Мустафина Ф.У., Абдиназаров С.Х.**

*Ташкентский ботанический сад им. акад. Ф.Н. Русанова, Институт ботаники
Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан,
hanifabonujurayeva@gmail.com*

Аннотация. Микроклональное размножение *Acer platanoides* 'Crimson King' осуществлялось с использованием двух путей регенерации: непрямого органоогенеза и размножения микрочеренками. Непрямой органоогенез, индуцированный на среде DKW с добавлением 2,4-D (0,5 мг/л) в сочетании с кинетином или 6-бензиламинопурином (0,5 мг/л), показал значительно более высокую эффективность, обеспечив уровень приживаемости $60 \pm 2\%$ после переноса в почвенные условия. В то же время микроклональное размножение с использованием микрочеренков на среде WPM с сахарозой продемонстрировало низкий уровень акклиматизации — всего $10 \pm 2\%$. Применение регуляторов роста, включая БАП, НУК и ТДЗ, способствовало пролиферации побегов и индукции корнеобразования. Полученные результаты свидетельствуют о том, что непрямой органоогенез является более эффективным подходом для массового размножения данного декоративного культивара.

Ключевые слова: *Acer platanoides*, микроклональное размножение, культура *in vitro*, непрямой органоогенез, акклиматизация, декоративные растения

***IN VITRO* MICROPROPAGATION OF *ACER PLATANOIDES* 'CRIMSON
KING' (ACERACEAE): A MODEL ORNAMENTAL GENOTYPE FROM
BOTANICAL GARDEN COLLECTIONS**

**Juraeva Kh.K., Khazratov A.T., Inoyatova M.H.,
Mustafina F.U., Abdinazarov S. Kh.**

*Tashkent Botanical Garden named after F.N. Rusanov, Institute of Botany,
Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, hanifabonujurayeva@gmail.com*

Abstract. Microclonal propagation of *Acer platanoides* 'Crimson King' was carried out using two regeneration pathways: indirect organogenesis and nodal microcutting. Indirect organogenesis, induced on DKW medium supplemented with 2,4-D (0.5 mg/L) in combination with kinetin or 6-benzylaminopurine (0.5 mg/L), demonstrated significantly higher efficiency, with a survival rate of $60 \pm 2\%$ after transfer to soil conditions. In contrast, micropropagation via nodal cuttings on WPM medium with sucrose showed a low acclimatization rate of only $10 \pm 2\%$. The use of growth regulators, including BAP, NAA, and TDZ, contributed to shoot proliferation and root induction. The results indicate that indirect organogenesis is a more effective approach for large-scale propagation of this ornamental cultivar.

Keywords: *Acer platanoides*, micropropagation, *in vitro* culture, indirect organogenesis, acclimatization, ornamental plants

Introduction. Botanical gardens and arboreta play a pivotal role in the conservation of plant biodiversity, functioning not only as repositories of genetic resources but also as active centers for the propagation, study, and dissemination of plant species beyond their natural habitats. In addition to preserving rare and endangered taxa, these institutions contribute to increasing population sizes and

expanding the ecological and geographical range of valuable plant species, thereby supporting sustainable landscape development and urban greening strategies (BGCI ..., 2018).

In Uzbekistan, botanical gardens are closely integrated into national environmental and urban planning initiatives, particularly within the framework of the state program «Yashil Makon», which aims to significantly enhance green infrastructure in urban and peri-urban areas. This program emphasizes the introduction and large-scale cultivation of ornamental, ecologically adaptable, and stress-tolerant plant species capable of improving environmental quality and aesthetic value in cities.

The Tashkent Botanical Garden, established in 1950, represents one of the largest centers for the conservation of plant diversity in Central Asia. Initially occupying approximately 80 hectares and currently covering around 66 hectares in the northeastern part of Tashkent, the garden maintains a rich and diverse collection of nearly 6,000 species, forms, and cultivars. This includes over 2,000 woody plants (trees and shrubs), more than 900 herbaceous species, and over 2,100 ornamental taxa, as well as a substantial collection of tropical and subtropical plants. The arboretum, occupying about 40 hectares, features floristic complexes from East Asia, North America, Central Asia, Europe, the Caucasus, and the Far East, serving as an important platform for plant introduction and adaptation studies.

Despite the extensive diversity of the collection, a critical limitation remains: more than 45 % of species are represented by a single or very limited number of specimens. Many of these taxa exhibit low reproductive capacity under *ex situ* conditions and are difficult to propagate using conventional methods such as seeds or cuttings. This significantly constrains their use in large-scale landscaping and urban greening projects. In this context, microclonal propagation (*in vitro* culture) emerges as a highly effective biotechnological approach, enabling rapid multiplication of genetically uniform, disease-free planting material regardless of seasonal constraints.

Among the ornamental species of particular interest is *Acer platanoides* ‘Crimson King’, a widely recognized cultivar valued for its decorative qualities, most notably the intense dark purple color of the leaves. This cultivar is highly in demand in urban landscaping due to its ability to create strong visual accents, provide shade, and enhance microclimatic conditions in densely built environments. Its tolerance to air pollution, soil compaction, and other urban stress factors makes it especially suitable for use in streetscapes, parks, and residential areas.

However, the propagation of *Acer platanoides* ‘Crimson King’ by traditional methods is often limited by low rooting of cuttings and variability during seed propagation, which leads to loss of varietal characteristics. Therefore, the development of efficient *in vitro* micropropagation protocols is essential for preserving the genetic identity of the cultivar and ensuring its mass reproduction for the needs of urban landscaping.

In response to the increasing demand for high-quality ornamental planting material, the Biotechnology Laboratory of the Tashkent Botanical Garden (Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan) is actively developing and optimizing protocols for the *in vitro* propagation of woody ornamental species. Particular emphasis is placed on *Acer platanoides* ‘Crimson King’, with the aim of improving propagation efficiency, enhancing plant quality, and ensuring successful acclimatization to *ex vitro* conditions.

Thus, the present study is aimed at developing and optimizing a reliable micropropagation system for *Acer platanoides* ‘Crimson King’, as well as evaluating its potential for large-scale application in urban greening programs, including the «Yashil Makon» initiative.

Material. The plant material used in this study was *Acer platanoides* ‘Crimson King’ (family Aceraceae), commonly known as Norway maple or sycamore maple, a widely cultivated ornamental cultivar valued for its distinctive deep purple foliage and high decorative potential. This deciduous tree is characterized by relatively slow to moderate growth and can reach heights of up to 15 m under

favorable conditions, forming a dense, symmetrical crown that provides significant shading and contributes to the improvement of the urban microclimate.

Due to its high tolerance to air pollution, soil compaction, and fluctuating environmental conditions, *Acer platanoides* 'Crimson King' is extensively used in urban landscaping, including streets, parks, residential areas, and public green spaces. These characteristics make it particularly suitable for large-scale greening initiatives such as the «Yashil Makon» state program in Uzbekistan, which focuses on expanding urban green infrastructure and improving environmental quality.

Despite its widespread use, conventional propagation of this cultivar remains challenging. Seed propagation is not applicable due to genetic segregation and loss of ornamental traits, while vegetative propagation by cuttings is often limited by low rooting efficiency and seasonal dependence. As a result, microclonal propagation *in vitro* represents a promising alternative for the rapid production of genetically uniform and high-quality planting material.

Plant material for *in vitro* culture was obtained from healthy donor plants maintained in the collection of the Tashkent Botanical Garden. Actively growing one-year shoots were selected as explants, as they possess higher morphogenetic potential and reduced contamination risk compared to mature tissues. Nodal segments containing apical and lateral buds (2–3 cm in length) were excised and used as the initial explants for culture initiation.

The selection of this cultivar as a model object was determined by its high ornamental value, ecological adaptability, and increasing demand in urban landscaping, as well as the necessity to develop efficient biotechnological methods for its large-scale propagation and conservation.

Methods

Protocol 1: Micropropagation via Microcuttings

Micropropagation of *Acer platanoides* 'Crimson King' using microcuttings involves several steps, including sterilization, induction of *in vitro* culture, growth promotion, rooting, and soil adaptation. To begin, annual shoots were stored at +5°C for 1 to 7 days before being segmented into 7–10 cm pieces. These segments were sterilized in two stages: the first stage involved washing the shoots for 6–15 hours, soap treatment for 10–15 minutes, and a rinse with distilled water. In the second stage, the segments were disinfected in a laminar flow hood using a solution of 30 % «Belizna» and Tween20 for 7 minutes, followed by treatment with fungicides for 5 minutes, silver nitrate for 2–3 minutes, and ethanol (70%) for 60 seconds.

The sterilized explants were then placed on Wood Plant Medium (WPM) (Lloyd, 1980) with 20 % sucrose. Gentamicin (0.6 %) was added initially to prevent contamination, although it was later omitted in subsequent stages. Subculturing onto WPM containing BAP (0.01–1.0 mg/l) and a hormone-free medium encouraged the growth of lateral shoots (2–4 cm). After two subcultures, shoot growth accelerated by approximately 30 % on WPM supplemented with NAA (2 mg/l), BAP (0.5 mg/l), and TDZ (0.5 mg/l). The developed shoots (2–5 cm) were transferred to WPM with sucrose (20 g/l) and IAA (0.5 mg/l) for rooting, which occurred within a month. In greenhouse conditions, 90–100 % regeneration was achieved, although the success rate for soil adaptation remained low at around 10±3%.

Protocol 2: Indirect Organogenesis

Indirect organogenesis was successfully induced in sterilized leaf petioles, leaf blades, and stems, with the highest callus formation observed on leaf petioles (90±2 %). The callusogenesis process was most intense on DKW (Driver, 1984), MS (Murashige, 1962), and WPM media. The callus tissue initially appeared white but eventually turned dark red and developed morphogenic structures after multiple subcultures. To induce seedling development, explants were placed on DKW medium supplemented with BAP (0.01–1.0 mg/l), with the best results achieved after 2–3 subcultures over six months. Rooting of the seedlings was induced on DKW medium with IAA (0.5 mg/l), and the acclimatization process began gradually in a phytotron with controlled humidity (90 % to 40 %),

temperature (24 ± 2 C), and light intensity (1,000–1,300 lux). After closed soil adaptation, 60 % of the seedlings successfully survived when transferred to open soil.

Results and their discussion. Despite the availability of effective propagation protocols for several species of the genus *Acer* L., the large-scale production of true-to-type planting material of *Acer platanoides* ‘Crimson King’ remains challenging. Seed propagation is unsuitable due to genetic variability and loss of ornamental traits, while traditional vegetative methods are often limited by low efficiency. To overcome these constraints, a series of experiments was conducted to develop an optimized *in vitro* micropropagation system. Two alternative regeneration pathways were identified and comparatively evaluated: propagation via nodal microcuttings and regeneration through indirect organogenesis.

Acer platanoides ‘Crimson King’ is a highly valued ornamental cultivar distinguished by its straight trunk with dark brown bark and pronounced longitudinal fissures, as well as its dense crown and characteristic deep purple foliage. These features, combined with a symmetrical growth habit, make it an important element in urban landscape design, contributing to structural balance and visual contrast in parks, streets, and residential areas.

In addition to its decorative qualities, the cultivar demonstrates high ecological adaptability. It tolerates air pollution, compacted soils, and variable climatic conditions, making it particularly suitable for urban environments. Its ability to provide shade and improve microclimatic conditions further enhances its value in large-scale greening projects, including the «Yashil Makon» program aimed at increasing urban green infrastructure in Uzbekistan.

Research conducted at the Tashkent Botanical Garden focuses on developing efficient propagation and acclimatization strategies for ornamental species, including *Acer platanoides* ‘Crimson King’, to support their wider application in urban landscaping.

The results of microclonal propagation revealed significant differences between the two regeneration pathways. Micropropagation via nodal microcuttings showed limited success at the acclimatization stage, with only $10 \pm 2\%$ of regenerated plants surviving after transfer to soil conditions. This low survival rate is likely associated with insufficient physiological adaptation, including weak root development and incomplete functional differentiation of tissues.

In contrast, indirect organogenesis proved to be substantially more effective, resulting in a survival rate of $60 \pm 2\%$ following transfer to open soil conditions (Fig.). Plants regenerated via callus formation exhibited improved structural integrity and greater tolerance to environmental stress, indicating a higher adaptive potential.

The two methods also differed in their technological approaches. For microcutting-based propagation, nodal explants were initially cultured on hormone-free WPM medium supplemented with sucrose, followed by subculturing on media containing 6-benzylaminopurine (0.01–1.0 mg/L). Further development was promoted on WPM supplemented with α -naphthaleneacetic acid (2 mg/L), 6-benzylaminopurine (0.5 mg/L), and thidiazuron (0.5 mg/L). Rooting was successfully induced using indole-3-acetic acid (0.5 mg/L).

For indirect organogenesis, leaf petiole explants were cultured on DKW medium supplemented with auxin–cytokinin combinations, including 2,4-D (0.5 mg/L) with kinetin (0.5 mg/L) or 6-benzylaminopurine (0.5 mg/L), to induce callus formation. Subsequent transfer to cytokinin-containing media (6-benzylaminopurine, 0.01–1.0 mg/L) stimulated shoot regeneration, while rooting was achieved using indole-3-acetic acid (0.5 mg/L).

In conclusion, indirect organogenesis represents a more effective and reliable method for the propagation of *Acer platanoides* ‘Crimson King’, particularly in terms of plant survival and adaptation under *ex vitro* conditions. The developed approach provides a practical basis for large-scale production of this ornamental cultivar and supports its broader application in urban greening programs such as «Yashil Makon».

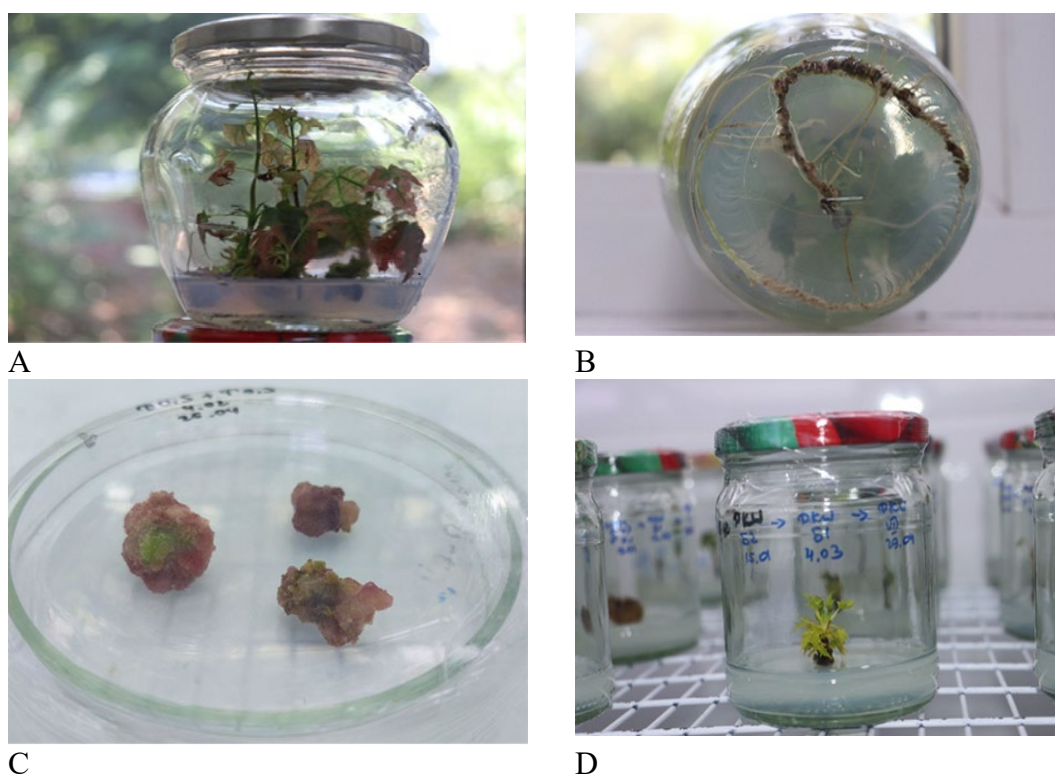


Figure. *Acer platanoides* ‘Crimson King’. Micropropagation using indirect organogenesis and microcuttings. A. Plants obtained through indirect organogenesis. B. Root system developed through indirect organogenesis. C. Callus formed on Murashige and Skoog (1962) medium. D. Propagation by microcuttings

Acknowledgments. This research was conducted within the framework of the state program of the Biotechnology Laboratory of the Tashkent Botanical Garden, Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan: "Development of Scientific Foundations for the Sustainable Propagation of Valuable Specimens of the Botanical Garden in in Vitro Culture" (2023–2024). Additionally, it was carried out within the framework of the state program "Establishment and Digital Documentation of the in Vitro Collection of the Tashkent Botanical Garden Using Innovative Biotechnology Methods", scheduled for implementation from 2025 to 2029.

References

1. BGCI (Botanic Gardens Conservation International). 2018. Plants and Climate Change: The Role of Botanic Gardens. Richmond, UK: Botanic Gardens Conservation International.
2. Driver JA, Kuniyuki AH. (1984) *In vitro* propagation of *Paradox walnut* rootstock. Hort Sci 19(4):507-509 doi.org/10.21273/HORTSCI.19.4.507
3. Lloyd G, McCown BH. (1980) Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Int Plant Propag Soc Proceed. 30:421–427
4. Murashige I, Skoog F. (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Plant Phys. 15(3):473-497 doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

ОСОБЕННОСТИ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ С КОНТРАСТНОЙ ОКРАСКОЙ (НА ПРИМЕРЕ *OCIMUM BASILICUM* L.)

Зубова М.Ю.¹, Бондарева Е.А.², Назаренко Л.В.²

¹ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия, mariia.zubova@yandex.ru

²ГАОУ ВО Московский городской педагогический университет, Москва, Россия

Аннотация. Исследованы особенности пигментного комплекса молодых побегов двух контрастных по окраске листьев сортов базилика душистого (*Ocimum basilicum* L.) – ‘Ереванский’ (фиолетовый) и ‘Аромат корицы’ (зеленый) в контроле и при действии *L*-фенилаланина (10^{-3} М). Установлено, что в контрольных условиях содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов) у обоих сортов не отличалось. Воздействие *L*-фенилаланина выявило выраженную сортоспецифичность: у фиолетового сорта ‘Ереванский’ содержание всех фотосинтетических пигментов относительно контроля не изменялось, тогда как содержание антоцианов возрастало на 42 %. У зеленого сорта ‘Аромат корицы’ обработка, напротив, привела к значительному росту содержания фотосинтетических пигментов (на 35–48 %) по сравнению с контролем при тенденции к снижению уровня антоцианов. Полученные данные демонстрируют, что регуляторный эффект *L*-фенилаланина на пигментный комплекс базилика носит выраженный сортоспецифичный характер и зависит от исходного фенотипа растений.

Ключевые слова: базилик, *Ocimum basilicum* L., пигменты, хлорофиллы, каротиноиды, антоцианы, контрастная окраска

FEATURES OF THE LEAF PIGMENT COMPLEX OF PLANTS WITH CONTRAST COLORATION (CASE STUDY: *OCIMUM BASILICUM* L.)

Zubova M.Yu.¹, Bondareva E.A.², Nazarenko L.V.²

¹K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, mariia.zubova@yandex.ru

²Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

Abstract. The characteristics of the pigment complex of young shoots of two sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) varieties with contrasting leaf colors – ‘Yerevanskiy’ (purple) and ‘Aroma Cinnamon’ (green) – were studied in the control and under the influence of *L*-phenylalanine (10^{-3} М). It was found that under control conditions, the content of photosynthetic pigments (chlorophylls *a*, *b* and carotenoids) did not differ in both varieties. The effect of *L*-phenylalanine revealed pronounced variety specificity: in the purple ‘Yerevanskiy’ variety, the content of all photosynthetic pigments did not change relative to the control, whereas the content of anthocyanins increased by 42 %. In the green ‘Aroma Cinnamon’ variety, on the contrary, the treatment led to a significant increase in the content of photosynthetic pigments (by 35–48 %) compared to the control with a tendency to a decrease in the level of anthocyanins. The obtained data demonstrate that the regulatory effect of *L*-phenylalanine on the basil pigment complex is clearly cultivar-specific and depends on the initial plant phenotype.

Keywords: basil, *Ocimum basilicum* L., pigments, chlorophylls, carotenoids, anthocyanins, contrast coloration

Роль пигментов в жизнедеятельности растений является определяющей, поскольку они принимают непосредственное участие во многих жизненно важных процессах в клетке. Основное внимание традиционно уделяется пигментам, формирующим основу

фотосинтетического аппарата — хлорофиллам и каротиноидам, которые играют ключевую роль в поглощении световой энергии, обеспечивая первичные этапы фотосинтеза и способствуя его эффективности (Maslova et al., 2021; Simkin et al., 2022). Другие пигменты, в частности, антоцианы, выступают в роли мощных антиоксидантов и оптических фильтров. Они защищают мезофилл листа от избыточной инсоляции и ультрафиолетового излучения, играя ключевую роль в формировании биохимического ответа на окислительный стресс (Kaur et al., 2023; Ahmadzai et al., 2026). Таким образом, пигментный комплекс растения определяет как его общую продуктивность, так и адаптационный потенциал к действию экзогенных факторов.

Изучение пигментного комплекса приобретает особую значимость при анализе растений с контрастной окраской листьев. Ярким примером такого внутривидового полиморфизма служит базилик душистый или обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) – ценное ароматическое и лекарственное растение семейства Яснотковые (Lamiaceae) (Crişan et al., 2024). В пределах этого вида существуют формы с типичной зеленой и с интенсивной антоциановой (пурпурной) пигментацией, что связано с различным содержанием и комбинацией хлорофиллов, каротиноидов и антоцианов, обусловленными, в свою очередь, как генетическими особенностями растений, так и условиями их выращивания (Mulugeta et al., 2023; Crişan et al., 2024). Физиолого-биохимические закономерности такой контрастности, а также функциональная роль пигментов и их регуляции в пурпурнолистных формах до сих пор остаются предметом дискуссий, поскольку их присутствие связано не только с поглощением света, но и с антиоксидантной защитой.

В последние годы внимание исследователей привлекает микрозелень – молодые проростки, которые проявляют уникальные особенности пигментного состава и отличную пищевую ценность (Rouphael et al., 2021). Микрозелень базилика характеризуется высоким содержанием биологически активных веществ и интенсивной окраской, что обусловлено активной работой пигментного комплекса в период раннего развития. Анализ таких проростков позволяет изучить не только особенности накопления пигментов в зависимости от генотипа и условий выращивания, но и получить знания для создания продуктов с высокой антиоксидантной активностью (Fayezizadeh et al., 2024).

Целью работы было изучение накопления различных компонентов пигментного комплекса (хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов, антоцианов) в молодых побегах двух контрастных по окраске листьев сортов базилика душистого в норме и при воздействии *L*-фенилаланина.

Объектами исследования были проростки двух сортов базилика душистого (*Ocimum basilicum* L.), различающиеся по антоциановому профилю: ‘Ереванский’ (с фиолетовой окраской листьев) и ‘Аромат корицы’ (с зеленой окраской). Базилик сорта ‘Ереванский’ представляет собой популярный скороспелый сорт фиолетового базилика, ценимый за интенсивный гвоздично-перечный аромат и декоративность куста. ‘Аромат корицы’ – раннеспелый сорт базилика с зелеными листьями и коричным ароматом.

Выращивание микрозелени проводили в вегетационных лотках на перлите. В качестве питательной среды использовали ½ раствора Хогланда-Арнона. Растения культивировали в течение 21 суток при контролируемых условиях (температура 22–24 °С, 16 час. фотопериод). На 19 и 20 сутки проростки обрабатывали водными растворами *L*-фенилаланина в концентрации 10⁻³М. По окончании эксперимента (21 сутки) растительный материал фиксировали в жидком азоте и хранили при –70 °С для последующего биохимического анализа.

Фотосинтетические пигменты извлекали из измельченного растительного материала 96%-ным этанолом в темноте. Гомогенат центрифугировали (13000 об/мин, 10 мин), супернатант использовали для спектрофотометрического определения содержания хлорофиллов *a* и *b*, измеряя оптическую плотность раствора при 649 и 665 нм, а также каротиноидов – при 440 нм. Соответствующий расчет проводили согласно методическим рекомендациям (Palta, 1990).

Для извлечения антоцианов растительный материал растирали в 3%-ном растворе HCl в 96%-ном этаноле и осуществляли экстракцию в темноте в течение 30 мин при комнатной температуре и постоянном перемешивании. Содержание антоцианов определяли методом прямого спектрофотометрирования экстрактов при 550 нм (Раткин и др., 1980). Калибровочную кривую строили по цианидину и содержание выражали в мг-экв. цианидина/г сухой массы.

Содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов) в листьях проростков контрольных вариантов находилось на сопоставимом уровне у обоих исследуемых сортов базилика (Рис. А, Б, В).

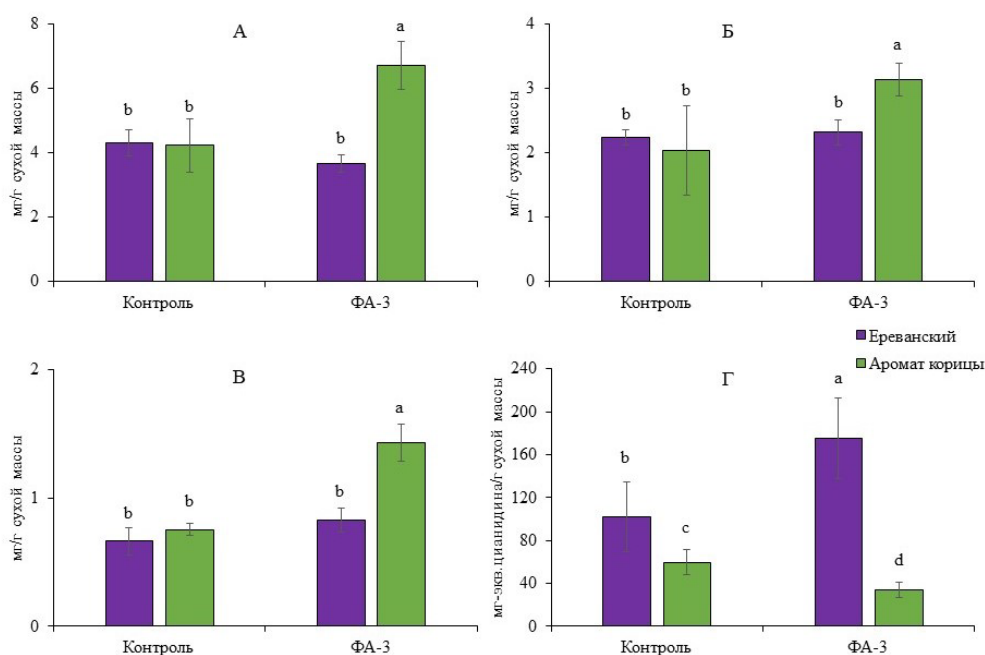


Рисунок. Содержание хлорофиллов *a* (А), *b* (Б), каротиноидов (В) и антоцианов (Г) в двух контрастных по окраске листьев (фиолетовый/зеленый цвет) сортах базилика в норме (контроль) и при влиянии экзогенного *L*-фенилаланина (ФА-3 – 1×10^{-3} М). Представлены средние значения определений и их стандартные ошибки ($n = 3$). Величины, достоверно различающиеся при $p < 0.05$, обозначены разными латинскими буквами над столбцами.

Экзогенное воздействие *L*-фенилаланина выявило выраженную сортоспецифичность в изменении пигментного комплекса листьев базилика. В опытном варианте у сорта ‘Ереванский’ содержание всех фотосинтетических пигментов оставалось на том же уровне, достоверных отклонений от контрольных значений отмечено не было, тогда как у сорта ‘Аромат корицы’ оно существенно увеличилось относительно контроля: содержание хлорофиллов *a* – на 37 %, хлорофиллов *b* – на 35 %, а каротиноидов – на 48 % (Рис. А, Б, В).

Что касается содержания антоцианов, то их накопление в листьях было прогнозируемо выше у фиолетового сорта ‘Ереванский’, относительно зеленого сорта ‘Аромат корицы’, где они накапливались лишь в небольшом количестве (рис. Г). После обработки *L*-фенилаланином количество этих метаболитов значительно увеличилось (на 42 % по сравнению с контролем) у фиолетового базилика и имело тенденцию к снижению у зеленого сорта (рис. Г).

Все вышеизложенное свидетельствует о стимулирующем воздействии *L*-фенилаланина на содержание фотосинтетических пигментов в листьях зеленого базилика и отсутствии такового в листьях фиолетового базилика. Эти различия могут быть обусловлены тем, что у фиолетового базилика генетически активен шикиматный метаболический путь и экзогенный фенилаланин полностью утилизируется ферментом *L*-фенилаланинаммиак-лиазой для синтеза антоцианов. У зеленого базилика потребность в антоцианах минимальна, и избыток фенилаланина не расходуется на вторичный метаболизм, а перенаправляется в первичный, стимулируя биосинтез фотосинтетических пигментов.

Источники финансирования. Исследование поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (задание №126012615951-9).

Библиографический список

1. Ahmadzai A. S., Hu C., Zhang C., Li Y. Mechanisms of anthocyanin-mediated salt stress alleviation and cellular homeostasis in plants //Plant Growth Regulation. – 2025. – Т. 105. – №. 3. – С. 655-673. <https://doi.org/10.1007/s10725-025-01298-3>
2. Crișan I., Bunea A., Vârban D., Cordea M. I., Horga V., Vîntătoru C., Vârban R. Variation in the photosynthetic leaf pigments of different basil (*Ocimum* spp.) genotypes under varying conditions at the flowering stage //Horticulturae. – 2024. – Т. 10. – №. 7. – С. 740. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10070740>
3. Fayeziadeh M. R., Ansari N. A., Sourestani M. M., Hasanuzzaman M. Variations in photoperiods and their impact on yield, photosynthesis and secondary metabolite production in basil microgreens //BMC Plant Biology. – 2024. – Т. 24. – №. 1. – С. 712. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05448-z>
4. Kaur S., Tiwari V., Kumari A., Chaudhary E., Sharma A., Ali U., Garg M. Protective and defensive role of anthocyanins under plant abiotic and biotic stresses: An emerging application in sustainable agriculture //Journal of Biotechnology. – 2023. – Т. 361. – С. 12-29. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.11.009>
5. Maslova T. G., Markovskaya E. F., Slemnev N. N. Functions of carotenoids in leaves of higher plants //Biology Bulletin Reviews. – 2021. – Т. 11. – №. 5. – С. 476-487. <https://doi.org/10.1134/S2079086421050078>
6. Mulugeta S. M., Pluhár Z., Radácsi P. Phenotypic variations and bioactive constituents among selected *Ocimum* species //Plants. – 2023. – Т. 13. – №. 1. – С. 64. <https://doi.org/10.3390/plants13010064>
7. Palta J. P. Leaf chlorophyll content //Remote sensing reviews. – 1990. – Т. 5. – №. 1. – С. 207-213. <https://doi.org/10.1080/02757259009532129>
8. Rouphael Y., Colla G., De Pascale S. Sprouts, microgreens and edible flowers as novel functional foods //Agronomy. – 2021. – Т. 11. – №. 12. – С. 2568. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122568>
9. Simkin A. J., Kapoor L., Doss C. G. P., Hofmann T. A., Lawson, T., Ramamoorthy S. The role of photosynthesis related pigments in light harvesting, photoprotection and enhancement of photosynthetic yield in planta //Photosynthesis research. – 2022. – Т. 152. – №. 1. – С. 23-42. <https://doi.org/10.1007/s11120-021-00892-6>
10. Ратькин А. В., Запрометов, М. Н., Андреев, В. С., Евдокимова, Л. И. Изучение биосинтеза антоцианидинов и флавонолов в цветках душистого горошка (*Lathyrus odoratus* L.) //Журн. общ. биологии. – 1980. – Т. 41. – №. 5. – С. 685.

ЭТНОБОТАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛЕЗНЫХ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТРАДИЦИОННЫХ ЗНАНИЙ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП, ПРОЖИВАЮЩИХ В РЕГИОНЕ ГУБА

Ибадуллаева С.Дж., Амрахова Ф.Ф., Набиева Ф.Х., Ширалиева Г.Ш.,
Худавердиева С.Ф.

*Институт ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики,
Баку, Азербайджанская Республика, amrahova@internet.ru*

Аннотация. Азербайджан — одна из стран, отличающихся богатым флористическим разнообразием и благоприятными природно-географическими условиями. Это флористическое разнообразие сформировало богатую систему традиционных знаний об использовании растений, которая формировалась на протяжении веков и передавалась из поколения в поколение. Представленное исследование посвящено идентификации полезных растений, используемых различными этническими группами, проживающими в Губинском регионе, и всестороннему изучению их этноботанических характеристик. Исследование проводилось на основе полуструктурированных интервью и анализировалось на основе данных, полученных от 21 информанта. В результате анализа результатов было установлено, что мята, тысячелистник, ромашка, мальва, боярышник, горный кориандр, петрушка, хвощ, шиповник, кора дуба, грецкий орех, сумах, яблоня и лавровый лист отличаются высокой частотой использования. Эти растения в основном используются в лечебных целях, в пищу, в качестве специй, для окрашивания, ковроткачества, в практике религиозных верований и ритуалов. На основании полученных результатов можно сказать, что традиционные знания о растениях Губинского региона имеют как практическое, так и культурное значение. Это подчеркивает важность сохранения растительного разнообразия.

Ключевые слова: этноботаника, полезные растения, традиционные знания, Губинский регион, биоразнообразие, народная медицина

ETHNOBOTANICAL ANALYSIS OF USEFUL PLANTS BASED ON TRADITIONAL KNOWLEDGE OF ETHNIC GROUPS LIVING IN THE GUBA REGION

Ibadullayeva S. J., Amrahova F.F., Nabiyeve F.Kh., Shiraliyeva G.Sh.,
Khudaverdiyeva S.F.

*Institute of Botany of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,
Baku, Republic of Azerbaijan, amrahova@internet.ru*

Abstract. Azerbaijan is one of the countries distinguished by its rich floristic diversity and favorable natural and geographical conditions. This floristic diversity has formed a rich system of traditional knowledge about the use of plants, which has been formed over centuries and passed down from generation to generation. The presented study is dedicated to the identification of useful plants used by various ethnic groups living in the Guba region and a comprehensive study of their ethnobotanical characteristics. The research work was carried out on the basis of semi-structured interviews and analyzed based on the data obtained from 21 informants. From the analysis of the results, it was found that mint, yarrow, chamomile, hollyhock, hawthorn, mountain coriander, parsley, horsetail, rose hips, oak bark, walnut, sumac, apple and bay leaf are distinguished by their high frequency of use. These plants are mainly used for medicinal purposes, food, spices, dyeing, carpet weaving, religious beliefs and rituals. Based on the results obtained, it can be said that traditional knowledge about plants in the Guba region has both practical and cultural significance. This emphasizes the importance of preserving plant diversity.

Keywords: ethnobotany, useful plants, traditional knowledge, Guba region, biodiversity, folk medicine

Introduction. Ethnobotany is one of the transdisciplinary scientific fields that studies the interactions between humans and plants, and is particularly important in the study of traditional knowledge, folk medicine, and the use of natural resources (Martin, 2004; Ibadullayeva, 2024). This field of science studies the methods of using plants by various ethnic groups based on traditional knowledge (Forgotten ..., 2023). The rich biodiversity and ethnic-cultural characteristics of different regions are of great importance for ethnobotanical research. One of such regions is the Guba region. The Guba region is both the largest and the richest ethnic palette in the country. (Bakikhanov, 2001; Geybullayev, 1986) Thus, more than 15 ethnic groups live in the region: Jews, Lezgi, Tat, Russian, Akhiska Turks, Khinalıǵı, Gryz, and Budugs. The historical and ethnic diversity of the region, the centuries-old continuous contact of local communities with the ecological environment, have created a specific knowledge system based on the historical past of ethnos. The community memory preserved within this system is the main mechanism that systematizes the methods of using local flora. As a result, ethnic diversity plays a basic role in the formation of traditional plant use knowledge strategies. This knowledge was created on the basis of long-term observations and experiments and was passed down from generation to generation. The shift of lifestyle from rural to urban areas directly creates conditions for the forgetting of traditional ecological knowledge. In this context, the collection, systematization and inclusion of ethnobotanical information stored in ethnic memory into scientific circulation is of significant scientific and practical importance. The purpose of this study is to identify useful plants used by ethnic groups living in the Guba region, analyze their use characteristics, and assess the importance of preserving traditional knowledge.

Materials and methods. The Guba region of the Republic of Azerbaijan was selected as the research area. The semi-structured interview (Martin, 2004) interview method was used to collect ethnobotanical data. Ethnobotanical surveys were conducted in the center of Guba city, as well as in the villages of Qaladuz, Qachresh, Kupchal, Amsar and Kusnet. A total of 21 informants participated in the study. A combination of purposive sampling (Tongco, 2007) and snowball sampling (Biernacki, 1981) methods was used in the process of selecting informants. A chain selection process was carried out based on the referrals of the key informants identified at the initial stage, and thus 21 expert informants who were deeply familiar with the traditional plant knowledge of the region were involved in the study. The main focus was on the representatives of the older generation, who are considered to be the bearers of traditional ethnobotanical knowledge. Of the 21 people, 12 are women and 9 are men, aged 63–84.



Figure 1. Semi-structured interview process with local informants, Guba region, 07.06.2025.

Ethical considerations. Field research was conducted in accordance with the Code of Ethics of the International Society of Ethnobiology. All respondents were informed that the interview process would be photo-documented and their consent was obtained for the use of visual materials for scientific purposes.

Results and discussion. As a result of the analysis of ethnobotanical surveys, the main functional directions of plant resource use in the study region were identified: application in folk medicine, ethnoculinary (food and spices), traditional crafts (painting and carpet weaving), and ritual-mythological practices. The dominant species in terms of frequency of use mainly belong to the families Lamiaceae Martinov, Rosaceae Juss. and Apiaceae Lindl. The plants recorded during the study are used in different forms of preparation (infusion, decoction, poultice, fresh, dried) in the treatment of various diseases: infusions and poultices made from *Matricaria chamomilla* L. (chamomile) and *Althaea officinalis* L. (mallow) are used for nose and throat diseases, infusions made from the flowers of *Crataegus orientalis* L. (hawthorn) are used for cardiovascular diseases, *Mentha aquatica* L. (basil) and *Mentha longifolia* L. (mint) are used for digestive disorders, *Petroselinum crispum* L. (parsley) is used in both fresh and dried infusions for kidney diseases, and *Laurus nobilis* L. (laurel) leaves are used to regulate blood sugar levels. In the local cuisine of the region, plants play an important role both as a main food component and as a spice. *Bifora radians* L. (mountain coriander) and *Petroselinum crispum* L. (parsley) seeds are added both naturally and dried to give a specific flavor to dishes and salads. *Laurus nobilis* L. leaves are considered an indispensable spice in the preparation of meat and vegetable dishes.

In addition, some plants have important cultural and ritual functions. Smoking species such as *Peganum harmala* L. and *Laurus nobilis* L. is considered a protective tool in local beliefs. These facts show that the use of plants is not limited to practical purposes, but also covers socio-cultural and spiritual aspects.

The results of the study show that the Guba region is one of the regions with rich ethnobotanical knowledge. Local flora, along with the daily economic activities of the local population, also has a dominant position in the structures of traditional folk medicine. These plant species are ethnobotanical units that are of great importance for the preservation of both bioresources and cultural identity within the community. Documenting and preserving this knowledge is of particular importance for the sustainable use of biodiversity and the transmission of cultural heritage to future generations.

References

1. Bakikhanov, A. A. Gulustani-İram / A. A. Bakikhanov. Baku: Minara Publ. House, 2001. 224 p.
2. Biernacki, P. Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling / P. Biernacki, D. Waldorf // Sociological Methods & Research. – 1981. – Vol. 10, No. 2. – P. 141–163.
3. Ibadullayeva, S. J. Traditional folk medicine of Azerbaijanis / S. J. Ibadullayeva. – Baku: Savad, 2024. – 350 p.
4. Martin, G. J. Ethnobotany: A methods manual / G. J. Martin – London : Routledge. 2004. – 268 p.
5. Tongco, M. D. C. Purposive sampling as a tool for informant selection / M. D. C. Tongco // Ethnobotany Research and Applications. – 2007. – No. 5. – P. 147–158.
6. Forgotten recipes of folk medicine (from the memories of West Azerbaijan, East Zangezur and Karabakh communities). – Baku: Elm, 2023. – 280 p.
7. Heybullayev, G. A. To the ethnogenesis of Azerbaijanis (historical-ethnographic research) / Г. А. Геибуллыев. – Baku: Elm, 1986. – 204 p.

ОЗЕЛЕНЕНИЕ ЗАСУШЛИВЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ: ОПЫТ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ибадуллаева С.Д., Садыгова Н.И., Мустафаев В.Х.,
Сулейманова Л.М., Маммадли С.А., Гусейнли Т.Р.

*Институт ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики,
Баку, Азербайджанская Республика, parasadiq14@gmail.com*

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы озеленения засушливых территорий Абшеронского полуострова Азербайджана в условиях современного градостроительства. Дана характеристика физико-географических и экологических условий территории: полуаридный климат, серо-бурые и серо-луговые засоленные почвы, ветровая эрозия, дефицит атмосферных осадков (130–300 мм/год). На основе анализа флористических данных выделены перспективные ксерофитные виды деревьев и кустарников, включая эндемики Абшерона как *Calligonum bakuense* Litv., *C. petunnikowii* Litv., *Cotoneaster saxatilis* Pojark., пригодные для озеленения городских территорий. Показано, что применение засухоустойчивых аборигенных и интродуцированных видов позволяет создавать устойчивые зелёные насаждения при минимальных затратах на орошение.

Ключевые слова: озеленение, ксерофиты, Абшерон, засухоустойчивые растения, эндемики, градостроительство

GREENING OF ARID AREAS IN URBAN PLANNING: EXPERIENCE OF THE ABSHERON PENINSULA

Ibadullayeva S.J., Sadigova N. I., Mustafayev V.H., Suleymanova L.M.,
Mammadli S.A. Huseynli T.R.

*Institute of Botany of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
Baku, Republic of Azerbaijan, parasadiq14@gmail.com*

Abstract. The paper addresses problems of greening arid territories of the Absheron Peninsula of Azerbaijan in the context of modern urban planning. The physico-geographical and ecological conditions of the area are characterised: semi-arid climate, grey-brown and grey-meadow saline soils, wind erosion, precipitation deficit (130–300 mm/year). Based on floristic data analysis, promising xerophytic tree and shrub species are identified, including Absheron endemics – *Calligonum bakuense* Litv., *C. petunnikowii* Litv., *Cotoneaster saxatilis* Pojark. – suitable for urban greening. It is demonstrated that the use of drought-resistant native and introduced species enables creation of sustainable green plantings with minimal irrigation costs.

Keywords: greening, xerophytes, Absheron, drought-resistant plants, endemics, urban planning

1. Введение. Абшеронский полуостров, расположенный на юго-востоке Азербайджана, входит в состав морфоструктуры Гобустанско-Абшеронского складчатого низкогорья и равнин юго-восточного погружения Большого Кавказа. В формировании рельефа территории ведущую роль играют аккумулятивные процессы; слабовыраженные увалообразные поднятия, приуроченные к антиклинальным складкам (в частности, Бузовнинская антиклиналь), лишь незначительно проявляются на поверхности (Байрамов, 2023) (Рис.).

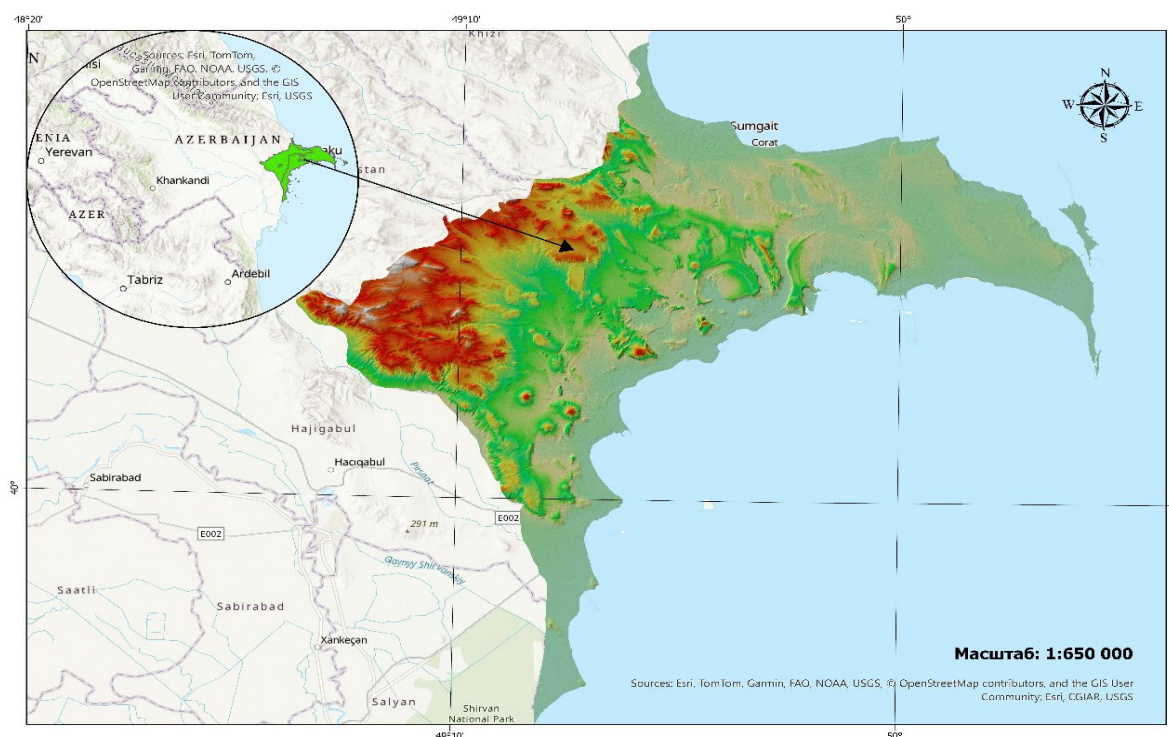


Рисунок. Карта рельефа Апшеронского полуострова (Shaded relief)

Полуостров относится к типу ландшафта полупустынь равнин и межгорных низменностей. Высотный диапазон составляет от -27 м (побережье Каспийского моря) до $600\text{--}1000$ м. Территория сложена аллювиально-пролювиальными отложениями антропогена, аллювиальными, пролювиально-делювиальными осадками голоцена. Климат умеренно-тёплый полупустынный и сухостепной: средняя температура января $1\text{--}4$ °С, июля $21\text{--}27$ °С, годовое количество осадков $130\text{--}300$ мм. Летний сезон отличается резко выраженной засухой (Будагов, 2007).

Почвенный покров представлен преимущественно серо-луговыми, серозёмными и серо-коричневыми почвами, нередко засолёнными. Солончаковый подтип ландшафта получил широкое распространение (Мусеибов, 1998).

Подавляющее большинство видов растений, распространённых на Апшеронском полуострове, относится к ксерофитной жизненной форме и принадлежит к типу солянково-пустынной растительности (Гурбанов, 2024). Доминирующими древесно-кустарниковыми компонентами растительного покрова являются представители родов *Tamarix* и *Calligonum*. Именно эта экологическая адаптация обосновывает целесообразность использования местной флоры в озеленении городских территорий.

В результате расширения столицы Баку, развития промышленных предприятий, нефтехимической инфраструктуры и сельскохозяйственного освоения деградация почвенного и естественного растительного покрова существенно ускорилась. В сложившихся условиях восстановление городских экосистем и создание зелёных полос приобрело значение важнейшей эколого-социальной проблемы (Kowarik, 2011). В этой связи научно обоснованный подбор видов растений, устойчивых к засушливым условиям, и их применение в градостроительстве приобретают особую актуальность.

Ряд видов, входящих в состав аборигенной древесно-кустарниковой флоры исследуемой территории, признан эндемиками флоры Азербайджана (Аскеров, 2016) и занесён в Красную книгу Азербайджанской Республики (2023).

2. Материалы и методы. Объектом исследования послужили городские территории Апшеронского полуострова – парки, бульвары, придорожные полосы и промышленные буферные зоны г. Баку, г. Сумгаита и Апшеронского района.

При проведении таксономического анализа в качестве основных источников использовались: гербарный фонд Института ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, многотомное издание «Флора Азербайджана» (тт. I–VIII, 1950–1961), открытая онлайн-база данных WFO, а также монография «Природные памятники Апшеронского полуострова» (Юсифов, 2007). Ландшафтные типы определялись по «Азербайджанской национальной энциклопедии. Ландшафты» (Будагов, 2007); типы почв – по «Физической географии Азербайджана» (Мусеибов, 1998) и «Основам почвоведения и географии почв» (Мамедов, 2007); водный режим – по «Общей экологии» (Чернова, 2004); световой режим – по «Экологии и охране окружающей среды» (Мамедов, 2005). Пригодность видов к городской среде, прежде всего, устойчивость к засухе и засолению, определялась сравнительным методом.

Карта рельефа была создана с помощью программного обеспечения ArcGIS Pro на основе файла цифровой модели рельефа (DEM), извлеченного из открытого онлайн-ресурса OpenTopography.

3. Результаты и обсуждение

3.1. Экологические особенности Апшеронского полуострова. Ландшафт исследуемой территории относится к солончаковому подтипу полупустынного ландшафта равнин и межгорных низменностей. Соответственно данной характеристике, в почвенном покрове преобладают серо-луговые, серозёмные и серо-коричневые почвы. Климат полуострова относится к умеренно-тёплому полупустынному и сухостепному типу. Описанная экологическая мозаика определяет флористическое разнообразие территории. Большинство встречающихся здесь деревьев и кустарников являются ксерофитными и гелиофитными видами.

3.2. Древесные и кустарниковые виды, встречающиеся на территории. Среди древесных видов флоры Апшерона, наиболее перспективных для применения в градостроительстве, особое место занимает *Olea europaea* L. (маслина европейская). Обладает многофункциональным значением: декоративное, пищевое и медоносное растение.

Pistacia vera L. (фисташка настоящая) ксерофитный древесный вид, приуроченный к равнинному рельефу. Имеет пищевое значение.

Morus nigra L. (шелковица чёрная) широко распространена практически на всей территории Азербайджана, в том числе на Апшероне; обладает широким спектром использования: столярное дело, пищевое, кондитерская и медицинская промышленность, медоносное. *Morus alba* L. (шелковица белая) встречается в древесной и кустарниковой формах; используется в шелководстве, кондитерской и медицинской отраслях.

Из числа древесных видов – *Celtis glabrata* Stev. ex Planch (каркас голый) – ксерофитный древесно-кустарниковый вид нижнего и среднего горных поясов. Применяется в столярном деле, а также как кормовое растение.

Juniperus polycarpus K.Koch. (можжевельник многоплодный) – обладает широкой экологической амплитудой – от равнин до верхнего горного пояса, отличается повышенной засухоустойчивостью по сравнению с другими видами можжевельника. Используется в медицине, столярном деле, кондитерской промышленности и как пряность. *J. oxycedrus* L. (= *J.*

rufescens) – кустарниковая форма, распространённая от нижнего до верхнего горного пояса; обладает медицинским значением и ценится в столярном деле. *J. oblonga* M. Bieb. – характерный для Апшерона вид кустарника, встречающийся от равнин до субальпийского пояса.

Anabasis salsa С.А.Мей. – кустарниковый вид, приуроченный к солянковым экосистемам; имеет значение как кормовое растение зимних пастбищ.

К роду *Tamarix* (тамарикс) принадлежат четыре вида, характерных для флоры Апшерона. *Tamarix meyeri* Boiss. – ксерофитный кустарник равнин и нижнего горного пояса; рекомендован для озеленения засушливых территорий. *T. tetrandra* Pall. – кустарниковое или древовидное растение, пригодное для декоративных целей. *T. hohenackeri* Bunge (= *T. smirnensis* Bunge) – ценится как дубильное, красильное и медоносное растение. *T. ramossisima* Ledeb. – распространён на Апшероне и в Прикаспийских районах; пригоден для дубления и в качестве топлива, декоративен.

Из рода *Rhamnus* (жестер) *Rhamnus pallasii* Fisch. et Mey. – ксерофитный кустарник нижнего и среднего горных поясов Апшерона; рекомендован для озеленения засушливых ущелий. *Rhamnus alaternus* L. – кустарниковый вид, распространённый на равнинах; перспективен для декоративного озеленения.

Род *Ephedra* Tourn. ex L. (эфедра) представлен четырьмя видами, обогащающими ксерофитную флору Апшерона. *Ephedra dystachya* L. – характерный ксерофитный кустарник Прикаспийского и Апшеронского районов; обладает медицинским значением. *E. intermedia* Schrank et С.А.Мей. – кустарник, приуроченный к равнинам Прикаспийской зоны. *E. equisetina* Bunge – ксерофитный вид среднего горного пояса. *E. procera* Fisch. et Mey. – декоративный вид, произрастающий в нижнем и среднем горных поясах.

Lonicera iberica M.Bieb. (жимолость иберийская) из рода *Lonicera* L. – ксерофитный кустарник, распространённый от нижнего горного пояса вверх; медоносное растение, ценное для городского озеленения благодаря декоративным свойствам.

Cerasus microcarpa (С.А.Мей.) Boiss. – ксерофитный кустарниковый вид; рекомендован для озеленения засушливых территорий; плоды съедобны.

Atraphaxis spinosa L. – приземистый кустарник равнин и нижнего горного пояса.

3.3. Эндемичные и редкие виды. Флора Апшеронского полуострова характеризуется рядом эндемичных видов, включение которых в программы городского озеленения представляет большое значение как с научной, так и с экологической точки зрения.

Род *Calligonum* представлен тремя видами, характерными для флоры Апшерона. *Calligonum bakuense* Litv. – редкий кустарниковый вид эндемичного статуса, описанный из окрестностей Баку; приурочен к засушливым равнинам. Играет важную роль в фитовосстановлении песчаных территорий.

C. aphyllum Gürke. – характерный для равнин Апшерона кустарниковый вид; используется для укрепления прибрежных песчаных массивов.

C. petunnikowii Litv. – эндемик Апшерона, произрастающий на каменисто-щебнистых склонах.

Cotoneaster saxatilis Pojark. из рода *Cotoneaster* Medik. – эндемичный для Апшерона вид, распространённый на равнинном рельефе. Перечисленные эндемичные виды представляют ценность как генетический ресурс растительного покрова Апшерона. Рекомендуется их сохранение в городских парках и на плантациях буферных зон.

Anabasis brachiata Fisch. et С.А.Мей. ex Kar. et Kir. – ксерофитный кустарник засушливых равнин Апшерона, цветущий на протяжении всего летнего периода. Светолюбивый, устойчивый к засолению редкий вид; распространён преимущественно на песчаных почвах.

Punica granatum L. (гранат обыкновенный) – кустарниковое или древовидное растение, хорошо приспособленное к условиям Апшерона. Редкий вид, встречающийся на сухих склонах, в речных долинах и нижнем горном поясе. Используется в медицине, дубильной и красильной промышленности, как декоративное растение.

Ficus hyrcana Grossh. (= *Ficus carica* L.) произрастает в лесах нижнего горного пояса на равнинно-предгорном рельефе. Засухо- и теплоустойчивый светолюбивый редкий вид. Имеет пищевое, кондитерское и медицинское значение.

4. Принципы применения в городском озеленении. Исходя из засушливого климата и засоленных почв Апшеронского полуострова, для городского озеленения определён ряд основополагающих принципов.

1. Принцип экологического соответствия. Подбираемый вид растения должен прежде всего соответствовать типу почвы, водному режиму, световому режиму и температурной амплитуде данной территории. На серо-луговых, серозёмных и серо-коричневых почвах предпочтение следует отдавать видам ксерофитной жизненной формы – фанерофитам (деревья и кустарники) и хамефитам (низкорослые кустарники). Биоценозы, созданные на основе местной флоры, отличаются большей стабильностью по сравнению с интродуцированными видами и требуют меньшего полива и ухода.

2. Принцип многоярусности. Городское озеленение должно проектироваться не в одном ярусе, а в виде последовательно сформированных нескольких ярусов. В первом – древесном ярусе такие виды, как *Olea europaea*, *Pistacia vera*, *Juniperus polycarpus*, *Morus nigra*, *Celtis glabrata*, *Punica granatum*, выполняют функции регуляции микроклимата, создания тени и ветрозащитного барьера. Во втором – кустарниковом ярусе *Tamarix meyeri*, *Rhamnus pallasii*, *Lonicera iberica*, *Cerasus microcarpa*, *Ephedra dystachya* обеспечивают покрытие поверхности почвы.

3. Принцип восстановления почв. На сильно засоленных территориях, в особенности, на участках солончакового подтипа ландшафта, расположенных ниже уровня моря, до посадки декоративных растений необходимо провести этап биологической рекультивации почвы. На этом этапе галофитные виды – *Anabasis brachiata*, *Anabasis salsa*, *Tamarix ramossissima* – применяются в качестве пионерных растений: регулируют солевой баланс почвы, накапливают органическое вещество, подготавливают почвенную среду для последующих посадок. Их глубоко проникающая корневая система способствует снижению уровня грунтовых вод.

4. Принцип приоритетной охраны эндемичных видов. Эндемичные для Апшерона виды, такие как *Calligonum bakuense*, *C. petunnikowii* и *Cotoneaster saxatilis*, должны получить приоритетный статус в программах городского озеленения. Данные виды максимально адаптированы к местным условиям и представляют научную ценность как генетический ресурс. Их культивирование в городских парках и буферных зонах служит как сохранению биоразнообразия, так и сбережению национального ботанического наследия.

5. Принцип экономии воды. Создание зелёных насаждений на Апшероне должно осуществляться в комплексе с проектированием системы орошения. Применение капельного орошения, покрытия поверхности почвы органическими материалами и системы сбора дождевой воды в сочетании с подбором ксерофитных видов растений позволяет существенно сократить водопотребление.

5. Заключение. Физико-географические условия Апшеронского полуострова – полупустынный и сухостепной климат, засоленные почвы, сильные ветры типа «хазри», ограниченность годовых осадков в пределах 130–300 мм создают серьёзные экологические ограничения для городского озеленения. Вместе с тем ксерофитная флора полуострова, богатая видами, адаптированными именно к этим ограничениям, открывает значительный потенциал для применения в градостроительстве.

Исследование показывает, что рациональное сочетание в городском озеленении ксерофитных древесных и кустарниковых видов Апшерона – *Olea europaea*, *Pistacia vera*, *Juniperus polycarpus*, *Tamarix meyeri*, *Ephedra dystachya*, *Calligonum bakuense* и других позволяет формировать устойчивые, водосберегающие зелёные зоны. Галофитные виды как *Anabasis brachiata*, *Anabasis salsa*, *Tamarix ramossisima* должны применяться в качестве пионерных растений первого этапа рекультивации засоленных территорий.

Эндемичные виды – *Calligonum bakuense*, *C. petunnikowii*, *Cotoneaster saxatilis* должны получить приоритетный научный и экологический статус и сохраняться в городских парках в форме генофондных садов. Редкие виды *Ficus hyrcana* и *Punica granatum* перспективны как для охраняемых, так и для декоративных целей.

Таким образом, систематическое использование местной ксерофитной флоры в программах городского озеленения засушливых территорий должно стать неотъемлемой составляющей стратегии адаптации к изменению климата. Накопленный на Апшеронском полуострове эмпирический опыт может служить методологической моделью для других засушливых регионов Азербайджана как Нахичеванской АР и Куро-Араксской низменности.

Библиографический список

1. Аскеров А.М. Растительный мир Азербайджана (Высшие растения – Embryophyta) (на азерб. яз.). Баку: TEAS Press, 2016. 444 с.
2. Будагов Б.А. Азербайджанская национальная энциклопедия. Специальный том «Азербайджан». Ландшафты (на азерб. яз.). Баку. 2007. С. 25–29.
3. Байрамов И., Исмаилова М., Мехтиева М. География Азербайджана. Баку, 2023. 296 с.
4. Красная книга Азербайджанской Республики. Третье издание (на азерб. яз.). Баку: Издательство «İmak», 2023. 503 с.
5. Мамедов Г.Ш. Почвоведение и основы географии почв (на азерб. яз.). Баку: Издательство «Элм», 2007. 661 с.
6. Мамедов Г.Ш., Халилов М.Ю. Экология и охрана окружающей среды (на азерб. яз.). Баку: Издательство «Элм», 2005. 509 с.
7. Мусеилов М.А. Физическая география Азербайджана (на азерб. яз.). Баку: Маариф, 1998. 400 с.
8. Юсифов Э.Ф., Исаева Н., Аскеров Ф. Биологическое разнообразие: природные памятники Апшеронского полуострова (на азерб. яз.) Баку: Нурлар, 2007. 423 с.
9. Флора Азербайджана. (1950–1961) тт. I–VIII. Баку: АН Азерб. ССР.
10. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. М.: Дрофа, 2004. 416 с.
11. Гурбанов Э.М. Биоэкологические ресурсы Азербайджана. Баку, 2024. 550 с. Эл. изд. Доступ: <https://botanic.az/uploads/elfinder/kitablar/EI%C5%9Fad%20Qurbanov%20Az%C9%99rbaycan%C4%B1n%20bitki%20%C3%B6rt%C3%BCy%C3%BC%20%281%29.pdf>
12. OpenTopography. <https://portal.opentopography.org/dataCatalog>
13. WFO World Flora Online. <https://www.worldfloraonline.org/>
14. Kowarik I. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. Environmental Pollution, 2011. 159(8–9), 1974–1983, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.022>

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «FENO-S» ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В МАНГЫШЛАКСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Иманбаева А.А.

*Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, г. Актау,
Республика Казахстан, imanbayeva_a@mebs.kz*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы цифровизации фенологических исследований в ботанических садах на примере разработки многофункциональной программы «Feno-S». В основу базы данных положены многолетние фенологические наблюдения (1999–2019 гг.) по 710 таксонам коллекционного фонда Мангышлакского экспериментального ботанического сада. Полученные результаты подтверждают эффективность использования цифровых технологий для комплексного анализа сезонных ритмов развития интродуцированных растений.

Ключевые слова: фенология, интродукция растений, сезонные ритмы развития, база данных, цифровизация, статистический анализ, метеорологические факторы, программа «Feno-S»

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF THE “FENO-S” PROGRAM FOR THE DIGITALIZATION OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS AT THE MANGYSHLAK EXPERIMENTAL BOTANICAL GARDEN

Imanbayeva A.A.

*Mangyshlak Experimental Botanical Garden, Aktau,
Republic of Kazakhstan, imanbayeva_a@mebs.kz*

Abstract. The article discusses the digitalization of phenological research in botanical gardens through the development of the multifunctional software program “Feno-S”. The database is based on long-term phenological observations (1999–2019) of 710 taxa from the collection fund of the Mangyshlak Experimental Botanical Garden. The obtained results confirm the effectiveness of digital technologies for the comprehensive analysis of seasonal development rhythms of introduced plants.

Keywords: phenology, plant introduction, seasonal development rhythms, database, digitalization, statistical analysis, meteorological factors, “Feno-S” program

Фенологические наблюдения являются одним из основных направлений интродукционных исследований в ботанических садах и имеют важное научное и практическое значение при подборе адаптированных и хозяйственно ценных растений, оценке перспективности интродукции, определении сроков вегетации, цветения и плодоношения, а также создании декоративных композиций (Шнелле, 1961; Батманов, 1967). Одним из критериев интродукционной ценности растений является соответствие сезонного развития климатическим условиям региона культивирования. Проведение фенологических наблюдений представляет собой сложный научно-исследовательский процесс, включающий визуальные наблюдения, фиксацию до 26 фенофаз, заполнение таблиц, построение феноспектров и анализ данных с учётом погодных условий. Особую сложность представляет статистическая обработка, связанная с переводом фенодат в порядковые номера дней года и их последующим преобразованием в календарные даты, а также корреляционный и регрессионный анализ связей фенофаз с метеорологическими факторами. Это обусловило необходимость цифровизации фенологических исследований и разработки программных средств для автоматизации обработки данных, статистического анализа и формирования текстовых и графических отчётов.

С 2020 года в РГП на ПХВ «Мангышлакский экспериментальный ботанический сад» КН МНВО РК в рамках грантового проекта разрабатывается многофункциональная программа «Feno-S», предназначенная для сбора, хранения и анализа фенологических данных. Программа

совместима с современными операционными системами и офисными приложениями, включает web-компоненты и обеспечивает комплексную обработку информации для оценки перспективности интродукции растений. Объектами наблюдений являлись виды, сорта и формы растений коллекционного фонда МЭБС, включающего 1270 таксонов из 250 родов и 88 семейств (Иманбаева, 2017). Исследования сезонных ритмов развития основывались на общепринятых понятиях и терминах фенологии (Бейдеман, 1974; Булыгин, 1979; Карписонова, 1972; Плотникова, 1972; Шульц, 1981; Imanbayeva, 2019; Belozarov, 2020). В Казахстане основой служит «Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (1975), включённая в сборник «Методики интродукционных исследований в Казахстане» (1987). Согласно методике, наблюдения проводятся раздельно для травянистых, лиственных и хвойных растений. В период вегетации наблюдения выполнялись не реже двух раз в неделю на протяжении не менее пяти лет. Для каждого вида отбирали минимум пять модельных экземпляров. Фиксировались все наблюдаемые фенофазы с оценкой степени их выраженности: 1 – менее 50 % органов в фазе, 2 – более 50 %. Растения разного возраста и происхождения изучались раздельно для выявления внутривидовой фенологической гетерогенности. Алгоритмы математической обработки данных разработаны на основе методик Г. Ф. Лакина (1990) и Б. А. Доспехова (1979). Для создания программного обеспечения использовались Microsoft Visual FoxPro 9 SP2, Visual Basic for Applications 7.0, а также JavaScript, HTML и PHP. В базе данных предусмотрено хранение феноматериалов как в формате календарных дат, так и порядковых номеров дней года, что упростило статистическую обработку и корреляционный анализ. Фенологическая база данных содержит также таксономическую и регистрационную информацию: латинские, русские и казахские названия растений, их расположение в коллекции, регистрационные номера, происхождение и тип исходного материала. Для стандартизации использованы списки родов R.K. Brummitt (1992), а систематика основана на филогенетической системе А. Takhtajan (1987, 1997). Формирование базы данных проходило в шесть этапов: сбор и систематизация материалов за 1999–2019 гг., ввод данных в Microsoft Excel с разделением по морфолого-систематическим группам, объединение информации в единый файл, импорт материалов в базу данных с формированием её структуры, разработка алгоритмов и апробация программы. При создании «Feno-S» решались две основные задачи: обеспечение связи фенологической базы с коллекционной по идентификационным признакам и раздельная обработка данных для трёх групп растений с учётом их морфологических и эколого-биологических особенностей. Для реализации задач учёта и математической обработки феноданных в главное меню программы включены разделы: «Файл», «Правка», «Ввод», «Поиск», «Просмотр», «Списки», «Фенология», «Ассортимент», «Базы данных», «Сервис» и «Справка».

Пункт «Файл» содержит команды создания и открытия файлов, печати, работы с сервером и электронной почтой. «Правка» предназначена для редактирования текстовых полей, поиска и замены данных. Через раздел «Ввод» осуществляется добавление и редактирование информации в базе данных. Пункт «Поиск» обеспечивает поиск растений по идентификационному номеру, латинским, русским и народным названиям, семейству и ключевым словам. Раздел «Просмотр» предназначен для работы с данными растений с возможностью экспорта в форматы doc, docx, rtf, txt, pdf, xml и др., а «Списки» позволяет формировать отчёты по различным признакам растений. Раздел «Фенология» включает команды «Ввод и просмотр», «Поиск», «Экспорт», «Списки», «Диаграммы», «FoxCharts» и «Феноспектрограммы». Основная форма программы отображает список латинских и русских названий растений и автоматически обновляет данные при выборе таксона. В правой части расположены список лет наблюдений и элементы управления, в нижней – кнопки навигации, экспорта, редактирования и сохранения информации. Основная форма программы отображает список латинских и русских названий растений, данные по годам наблюдений и элементы управления редактированием.

Таблица. Фрагмент отчета корреляционной связи между фенодатами и метеофакторам для Клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) за период наблюдений – 2000-2019 гг.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ВСЕХ ФЕНОФАЗ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ																	
Клен ясенелистный - <i>Acer negundo</i> L.																	
Тип корреляции: Всех фенодат с метеорологическими факторами																	
Период наблюдений - 2000 - 2019 гг.																	
Критическое значение коэффициента корреляции на 5-процентном уровне значимости (R05) - 0,553																	
Фенофазы	Янв	Фев	Март	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сент	Окт	Нояб	Декаб	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв	Ср. год
Средняя температура воздуха																	
Вегетативные органы																	
Пч1 - набухание почек	-0,343	-0,097	-0,039	-0,079	-0,077	0,133	0,150	0,183	0,253	0,009	-0,113	-0,084	-0,081	-0,043	0,232	0,111	0,118
Пч2 - разворачивание почек	-0,109	-0,120	-0,153	0,037	0,027	0,339	0,326	0,292	0,436	-0,121	-0,186	-0,124	-0,091	0,113	0,454	-0,193	0,331
Л1 - обособление листьев (облиственные)	0,002	-0,470	-0,201	0,072	0,074	0,174	0,142	0,122	0,158	-0,087	-0,089	-0,155	-0,137	0,108	0,208	-0,169	0,149
Л3 - завершение роста и вызревания листьев	0,057	-0,461	-0,249	0,184	0,182	0,189	0,109	0,005	0,052	-0,204	-0,245	-0,269	-0,090	0,185	0,082	-0,334	0,098
Пб1 - начало линейного роста побегов	0,030	-0,126	-0,035	0,140	0,138	0,243	0,206	0,058	0,184	-0,158	-0,064	-0,079	0,013	0,182	0,218	-0,166	0,216
Пб2 - окончание линейного роста побегов	-0,033	0,188	0,212	0,114	0,145	0,218	0,250	-0,225	0,044	-0,319	-0,231	-0,125	0,197	0,159	0,035	-0,400	0,122
О1 - частичное одревеснение побегов	-0,175	-0,105	-0,078	-0,064	-0,083	0,130	0,117	0,489	0,395	0,251	0,259	0,144	-0,066	-0,016	0,430	0,351	0,276
О2 - полное одревеснение побегов	0,056	-0,071	-0,061	0,054	0,049	0,223	0,194	0,275	0,317	0,015	0,101	0,004	0,020	0,113	0,332	0,048	0,314
Генеративные органы																	
Ц1 - набухание генеративных почек	-0,399	-0,097	-0,109	-0,059	-0,071	0,156	0,157	0,362	0,337	0,108	0,069	0,028	-0,086	-0,004	0,388	0,128	0,172
Ц2 - разворачивание генеративных почек	-0,250	-0,170	-0,166	-0,001	-0,012	0,277	0,264	0,371	0,433	-0,001	-0,129	-0,107	-0,178	0,066	0,487	-0,083	0,208
Ц5 - окончание цветения	-0,211	-0,070	-0,118	-0,090	-0,105	0,109	0,135	0,179	0,192	0,006	-0,006	-0,008	-0,069	-0,057	0,260	0,008	0,046
Пл2 - незрелые плоды достигли размера зрелых	-0,332	-0,034	-0,019	-0,026	-0,039	0,172	0,172	0,357	0,358	0,121	0,139	0,095	-0,025	0,020	0,389	0,190	0,258

Феноинформация структурирована по восьми разделам: «Лиственные», «Хвойные», «Травянистые», «Статистики», «Корреляция», «Метеоданные», «Дополнительно» и «Диаграммы». На странице «Статистики» реализованы алгоритмы расчёта продолжительности

фенофаз и статистических показателей. Автоматически формируются таблицы в Microsoft Excel или Word, содержащие число наблюдений (N), средние даты, стандартное отклонение (S), коэффициент вариации (Cv), ошибку среднего (Sx), минимальные и максимальные даты, а также продолжительность фенофаз.

Раздел «Корреляция» предназначен для анализа связей между фенодатами и метеорологическими факторами. Реализованы расчёты корреляции между фенодатами, по годам наблюдений, а также между фенодатами и метеофакторами. Программа автоматически формирует отчёты с расчётом коэффициентов корреляции (R), детерминации (Dyx), регрессии (Vyx), их ошибок и критериев статистической значимости (Табл.).

Дополнительно рассчитываются уравнения регрессии для прогнозирования фенодат. При анализе связи фенодат с погодными условиями формируются отчёты по 85 метеофакторам, сгруппированным по температуре воздуха, влажности и осадкам.

На странице «Диаграммы» реализовано автоматическое построение диаграмм Ганта и гистограмм продолжительности фенофаз с возможностью экспорта в Microsoft Excel и Word (Рис. 1–2). В зависимости от группы растений программа формирует до 17–19 графических отчётов по сезонным ритмам развития. Инструмент «FoxCharts» позволяет настраивать стиль графиков и сохранять их в различных форматах, включая .html.

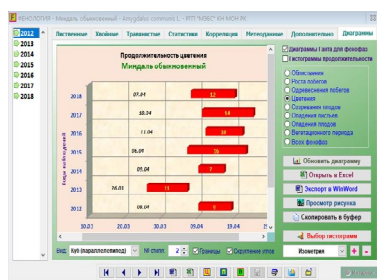


Рисунок 1. Страница «Диаграммы»



А



Б

Рисунок 2. Примеры построения диаграмм Ганта для некоторых фенофаз: А – цветение, Б – вегетационный период

В программе также реализована форма создания QR- и штрих-кодов с краткой информацией о растениях и реквизитах учреждения. Коды сохраняются в графических форматах и могут использоваться в документации, на этикетках и гербарных образцах. Параллельно с разработкой алгоритмов были собраны и систематизированы многолетние фенологические данные за 1999–2019 гг. по 710 таксонам (58 семейств, 131 род). Наибольший объём информации относится к интродуцированным лиственным древесным растениям – 417 таксонов (58,7 %), включая 398 видов, 1 разновидность, 12 форм и 6 гибридов. Значительный объём данных подготовлен для розария (100 сортов, 14,1 %) и отдела плодовых растений (83 сорта, 11,7 %). Наиболее представлены семейства Aceraceae, Berberidaceae, Caprifoliaceae, Fabaceae, Oleaceae, Ranunculaceae, Rosaceae и Vitaceae. Фенологическая база данных разработана с использованием SQL-команд языка программирования Microsoft Visual FoxPro и интегрирована с данными Microsoft Excel. Алгоритм включает выборку таксономических и регистрационных данных, их объединение с фенологическими таблицами, расчёт продолжительности фенофаз и проверку корректности данных. Структура БД включает 137 полей (общий объём – 2449 символов), в том числе: 6 идентификационных, 12 регистрационных, 8 таксономических, 34 статистических, 60 фенологических и 17 полей интродукционной оценки. В базе предусмотрено хранение данных по 26 фенофазам для лиственных растений, 21 – для голосеменных и 12 – для травянистых. Обозначения фенофаз соответствуют принятой методике (например, начало цветения – «Ц4»).

В настоящее время база содержит сведения по 865 таксонам, из которых для 536 имеются фенологические данные продолжительностью от 1 до 21 года. Общий объём записей за 1999–

2019 г. составляет 5342. Преобладают виды (70,1 %) и культивары (25,7 %); остальные представлены единичными подвидами, формами и гибридами. Наиболее широко представлены роды: *Acer*, *Armeniaca*, *Berberis*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Lonicera*, *Malus*, *Pyrus*, *Rosa* и *Vitis*.

Разработана серверная версия базы данных, размещённая по адресу <https://dincer.kz/Feno-S/index.html>. Интерфейс включает разделы: «Список растений», «Сведения», «Морфология», «Фенология», «Рисунки» и «Отчёт», а также интерактивную карту с отображением местоположения учреждения.

Для корреляционного анализа создана отдельная метеорологическая база данных, включающая 103 поля, из которых 85 относятся к метеофакторам. Предусмотрено хранение данных по температуре, влажности и осадкам в разрезе месяцев, кварталов и года. В настоящее время база содержит данные по климату г. Актау за 21 год наблюдений.

Библиографический список

1. Батманов В. А., Заметки по теории фенологического наблюдения // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока, сб. 1. Иркутск, 1967. – С. 58–68.
2. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 153 с.
3. Булыгин Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Пособие по проведению учебно-научных исследований. – Л.: ЛТА, 1979. – 96 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
5. Иманбаева А.А., Белозеров И.Ф., Косарева О.Н. и др. Коллекции растений Мангышлакского экспериментального ботанического сада // Под ред. к.б.н А.А. Иманбаевой. Рецензенты д.б.н, академик КНАЕН Г.Т. Ситпаева и к.б.н. А.Н. Данилова. – Алматы: ТОО «Luxe Media Publishing», 2017. – 152 с.
6. Карписонова Р.А. Методика фенологических наблюдений за травянистыми многолетниками в отделе флоры СССР ГБС АН СССР. М., 1972. ВИНТИ (деп. № 5494-73). – 45 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа. 1990. – 352 с.
8. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Совет ботанических садов СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.
9. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Методики интродукционных исследований в Казахстане. Алма-Ата: Наука, 1987. – С. 4–11.
10. Плотникова Л.С. Методика фенологических наблюдений за интродуцированными древесными растениями. М., 1972. ВИНТИ (деп. № 5459-73). – 34 с.
11. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. – Л.: Наука, 1987. – 440 с.
12. Шнелле Ф. Фенология растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 258 с.
13. Шульц Г.Э. Общая фенология – Л.: Наука, 1981. – 405 с.
14. Belozero I.F., Imanbayeva A.A. Phenological and Electronic Information Aspects Of Introduction Research In The Mangyshlak Experimental Botanical Garden // Jour Of Adv Research In Dynamical&Control System, Vol 12, Special Issue-06, 2020, – P. 432–443. DOI: <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12SP6/SP20201049>.
15. Brummitt R.K. Vascular plant. Families and Genera. Royal Botanic Gardens, Kew, 1992. 804 p.
16. Imanbayeva A.A., Belozero I.F. Creating a phenological database for collectible gene pond of Mangyshlak experimental botanical garden with use of special computer «Feno-S» programs // News of the National academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of biological and medical, ISSN 2224-5308. 2019, Vol. 4, № 334 (2019). – P. 40–50. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2519-1629.38>.
17. Takhtajan A. Diversity and Classification of Flowering Plants. New York, Columbia University Press. 1997. – 663 p.

АДАПТАЦИЯ РАСТЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ *IN VITRO*, К УСЛОВИЯМ ОТКРЫТОГО ГРУНТА НА ПРИМЕРЕ *MORUS RUBRA*, *PTELEA TRIFOLIATA* И *FORESTIERA NEOMEXICANA*

Иноятова М.Х., Хазратов А.Т., Жураева Х.К., Мустафина Ф.У.

Ташкентский ботанический сад им. акад. Ф.Н. Русанова, Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, maftuninoyatova23@gmail.com

Аннотация. В работе рассмотрены особенности микроклонального размножения и адаптации растений, полученных *in vitro*, к условиям *ex vitro* и открытого грунта на примере древесных видов *Morus rubra*, *Ptelea trifoliata* и *Forestiera neomexicana*. Разработаны и апробированы протоколы введения в культуру, пролиферации и ризогенеза. Установлено, что эффективность адаптации определяется развитием корневой системы, режимом влажности, освещённостью и соответствием субстрата экологическим требованиям вида. Показаны межвидовые различия в темпах роста и приживаемости: *Morus rubra* характеризуется высокой адаптационной пластичностью, *Ptelea trifoliata* – чувствительностью к условиям среды, *Forestiera neomexicana* – ксерофитной стратегией развития. Обоснована необходимость разработки видоспецифических протоколов акклиматизации.

Ключевые слова: *in vitro*, микроклональное размножение, адаптация растений, древесные виды, ризогенез, акклиматизация, фитогормоны

ADAPTATION OF *IN VITRO*-DERIVED PLANTS TO OPEN GROUND CONDITIONS: A CASE STUDY OF *MORUS RUBRA*, *PTELEA TRIFOLIATA* AND *FORESTIERA NEOMEXICANA*

Inoyatova M.X., Khazratov A.T., Juraeva H.K., Mustafina F.U.

Tashkent Botanical Garden named after Academician F.N. Rusanov, Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, maftuninoyatova23@gmail.com

Abstract. The study examines micropropagation and acclimatization of *in vitro*-derived plants to *ex vitro* and open-ground conditions using woody species *Morus rubra*, *Ptelea trifoliata*, and *Forestiera neomexicana* as model objects. Protocols for culture initiation, proliferation, and rooting were developed and optimized. It was demonstrated that successful acclimatization depends on root system development, humidity regime, light conditions, and substrate suitability. Significant interspecific differences in growth dynamics and survival rates were revealed: *Morus rubra* showed high adaptability, *Ptelea trifoliata* exhibited sensitivity to environmental conditions, and *Forestiera neomexicana* demonstrated a xerophytic adaptation strategy. The necessity of species-specific acclimatization protocols is substantiated.

Keywords: *in vitro*, micropropagation, plant acclimatization, woody species, rooting, *ex vitro* adaptation, phytohormones

Введение. Современные ботанические сады играют ключевую роль в сохранении биоразнообразия растений, в том числе за счёт внедрения биотехнологических методов *ex situ* сохранения. Одним из наиболее эффективных инструментов является микроклональное размножение *in vitro*, позволяющее получать генетически однородный, безвирусный посадочный материал и быстро увеличивать численность редких и ценных видов. Однако практическая реализация данного подхода ограничивается сложностями последующей адаптации растений к условиям *ex vitro* и открытого грунта, что остаётся одной из наиболее актуальных проблем современной растительной биотехнологии.

Растения, выращенные *in vitro*, формируются в специфической искусственной среде с высокой влажностью, стабильной температурой, ограниченной освещённостью и наличием экзогенных источников углерода. В результате у них наблюдаются анатомо-физиологические

особенности, такие как недоразвитие эпидермиса, слабая регуляция транспирации, низкая фотосинтетическая активность и недостаточное развитие корневой системы. При переносе в естественные условия эти особенности приводят к стрессу, снижению приживаемости и замедлению роста, что требует разработки эффективных стратегий акклиматизации.

Объектами настоящего исследования являлись древесные виды с различными адаптационными стратегиями: *Morus rubra* L., *Ptelea trifoliata* L. и *Forestiera neomexicana* A.Gray. Выбор данных видов обусловлен их различиями по скорости роста, экологической пластичности и физиологическим особенностям. *Morus rubra* характеризуется высокой регенерационной способностью и быстрым ростом, *Ptelea trifoliata* отличается повышенной чувствительностью к условиям среды, а *Forestiera neomexicana* является ксерофитным видом, адаптированным к засушливым условиям и формирующим мощную корневую систему.

В ходе исследования были разработаны и апробированы протоколы микроклонального размножения, включающие этапы стерилизации, введения в культуру, пролиферации и ризогенеза. Установлено, что наиболее эффективные условия пролиферации и укоренения различаются между видами: для *Morus rubra* и *Ptelea trifoliata* оптимальными являются комбинации на основе БАП и ауксинов, тогда как для *Forestiera neomexicana* более эффективным оказался ТДЗ в сочетании с ауксинами.

Результаты адаптации показали существенные различия в динамике роста и приживаемости. Наиболее высокие показатели адаптации были выявлены у *Morus rubra*, для которого характерны интенсивный рост надземной части и хорошо развитая корневая система, обеспечивающая уровень приживаемости свыше 90 %. *Ptelea trifoliata* демонстрировал замедленный рост, что связано с высокой чувствительностью к химическим параметрам субстрата, в частности к уровню pH. *Forestiera neomexicana*, напротив, характеризовался замедленным развитием побегов при активном формировании корневой системы, что отражает его ксерофитную стратегию адаптации.

Анализ полученных данных показал, что успешность адаптации растений определяется не только качеством *in vitro* регенерации, но и соответствием условий выращивания экологическим требованиям вида. Ключевыми факторами являются формирование полноценной корневой системы, постепенное снижение влажности, оптимизация освещения и подбор субстрата. Таким образом, разработка видоспецифических протоколов акклиматизации является необходимым условием повышения эффективности микроклонального размножения и успешного внедрения растений в условия открытого грунта.

Материал и методы. Объектами исследования являлись древесные виды: *Morus rubra* L. (Moraceae), *Ptelea trifoliata* L. (Rutaceae) и *Forestiera neomexicana* A.Gray (Oleaceae), различающиеся по эколого-биологическим характеристикам и адаптационным стратегиям.

Растительный материал получали методом микроклонального размножения *in vitro*. В качестве эксплантов использовали сегменты однолетних побегов длиной 2–3 см с апикальными и латеральными почками. Перед введением в культуру экспланты подвергали многоступенчатой стерилизации, включающей промывание в проточной воде, обработку моющим раствором, экспозицию в растворе гипохлорита натрия с добавлением Tween 20, обработку 70% этанолом и последующее промывание стерильной дистиллированной водой.

Культивирование проводили на питательных средах Woody Plant Medium (WPM) (Lloyd, 1980) и Murashige and Skoog (MS) (Murashige, 1962) с добавлением сахарозы (30 г/л) и агара (7 г/л). На этапе введения в культуру использовали безгормональные среды, на этапе пролиферации применяли цитокинины (6-бензиламинопурин – БАП, тиадiazурон – ТДЗ), а на этапе ризогенеза – ауксины (индол-3-уксусная кислота – ИУК, нафтилуксусная кислота – НУК).

Культивирование осуществляли в контролируемых условиях: температура 24 ± 2 °C, фотопериод 16/8 часов (свет/темнота), освещённость 1000–1300 лк. Все асептические операции выполнялись в ламинарных боксах.

Адаптацию растений к условиям *ex vitro* проводили поэтапно: сначала в условиях повышенной влажности и пониженной освещённости, затем в тепличных условиях и далее в открытом грунте. В качестве субстрата использовали смеси торфа, песка и перлита (1:1:1). Влажность воздуха снижали постепенно для формирования устойчивых морфофизиологических адаптаций.

Эффективность процессов оценивали по показателям приживаемости (%), интенсивности роста и развитию корневой системы.

1. Протокол введения в культуру *M. rubra*

Эксплант: однолетние побеги (2–3 см), разделённые на сегменты.

Стерилизация: 1. Промывание в проточной воде. 2. Обработка в растворе хозяйственного мыла (20–25 минут, при постоянном перемешивании на шейкере). 3. Промывание дистиллированной водой. 4. Обработка в 30 % растворе «Белизна» (+ 5–7 капель Tween 20) в течение 7 минут. 5. Промывание дистиллированной водой. 6. Обработка 70 % этанолом (60 секунд). 7. Промывание стерильной дистиллированной водой. 8. Высушивание на стерильной фильтровальной бумаге.

Введение в культуру (I этап): Среда: WPM, сахароза — 30 г/л; фитогормоны: отсутствуют; приживаемость 90 ± 2 %

Элонгация (II этап):

- БАП 0,2 мг/л → $52,6 \pm 4,8$ %
- БАП 0,5 мг/л → $55,8 \pm 5,3$ %
- БАП 0,2 + НУК 0,05 мг/л → $54,0 \pm 3,3$ %

Ризогенез (III этап):

- ИУК 0,5 мг/л → 65 ± 2 %

Дополнительно: комбинации ИУК + КИН показали низкую/среднюю эффективность (~21%), с вариабельной стабильностью.

2. Протокол введения в культуру *P. trifoliata*

Эксплант: однолетние побеги (2–3 см), сегменты.

Стерилизация: аналогична *M. rubra* (8 этапов, в ламинарном боксе).

Введение в культуру (I этап): WPM, сахароза — 30 г/л, фитогормоны: отсутствуют, приживаемость: 88 ± 3 %

Элонгация (II этап):

- БАП 0,2 мг/л → 64 ± 4 %
- БАП 0,2 + НУК 0,05 мг/л → $68 \pm 6,2$ % (наиболее эффективно)
- БАП 0,5 мг/л → $53,8 \pm 5,6$ %
- БАП 1,0 мг/л → ~24 % (ингибирующий эффект)

Ризогенез (III этап):

- ИУК 0,5 мг/л → 65 ± 2 %
- При добавлении НУК 0,05 — возможное повышение до ~70 %

3. Протокол введения в культуру *F. neomexicana*

Эксплант: однолетние побеги (2–3 см), сегменты.

Стерилизация: аналогична *M. rubra*.

Введение в культуру (I этап): WPM, сахароза — 30 г/л; фитогормоны отсутствуют; приживаемость 89 ± 2 %

Элонгация (II этап):

- TDZ 0,1 мг/л → 64 ± 1 %
- TDZ 0,1 + НУК 0,05 мг/л → $70,4 \pm 3,6$ % (наиболее эффективно)
- БАП варианты: низкая эффективность (12–23 %)

Ризогенез (III этап):

- ИУК 0,5 мг/л → 65 ± 2 %
- ИУК 1,0 мг/л → без улучшения

- ИУК 0,5 + TDZ 0,1 → $75 \pm 2 \%$ (максимум)
- ИУК 0,5 + НУК 0,05 → $72 \pm 2 \%$

Результаты и их обсуждение. Методы микроклонального размножения *in vitro* в настоящее время занимают центральное место в современной ботанике и растительной биотехнологии, поскольку позволяют эффективно решать задачи сохранения редких и хозяйственно ценных видов, а также получать генетически однородный и фитосанитарно чистый посадочный материал (Бутенко, 1999; Калинин, 1992). Тем не менее, несмотря на высокую результативность лабораторных этапов, одним из ключевых ограничивающих факторов остаётся адаптация растений к условиям *ex vitro*, особенно при их переносе в открытый грунт или тепличную среду.

Основная причина этих трудностей заключается в резком контрасте между условиями культивирования *in vitro* и природной средой. В лаборатории растения развиваются при высокой влажности, пониженной освещённости и стабильной температуре, тогда как вне стерильных условий они подвергаются воздействию колебаний температуры, интенсивного освещения, движения воздуха и сниженной влажности. Такой переход вызывает выраженный стресс, поскольку морфофизиологическое состояние растений, сформированное *in vitro*, не соответствует требованиям внешней среды.

Растения, выращенные *in vitro*, характеризуются рядом специфических особенностей: у них наблюдается слабое развитие эпидермиса, недостаточная функциональность устьичного аппарата, повышенная водонасыщенность тканей и ограниченная фотосинтетическая активность. Кроме того, наличие сахара в питательной среде снижает необходимость активного фотосинтеза, что дополнительно ослабляет адаптационные механизмы. В совокупности эти факторы обуславливают высокую чувствительность растений к пересадке и делают этап акклиматизации критически важным.

В связи с этим особое значение приобретает комплексный учёт факторов, влияющих на адаптацию. К ним относятся: функциональное состояние эпидермиса и устьиц, водный режим растения, уровень освещённости и фотосинтетическая активность, степень развития корневой системы, а также воздействие микроорганизмов, отсутствующих в стерильных условиях, но играющих существенную роль в открытом грунте.

Процесс адаптации должен быть поэтапным и контролируемым. На начальном этапе растения переводятся в условия с высокой влажностью и сниженной освещённостью, что позволяет минимизировать стресс. Далее создаются условия постепенного снижения влажности, часто с использованием укрытий (пластиковых колпаков или контейнеров), после чего растения переносятся в теплицу с частичной вентиляцией. Только после этого их высаживают в открытый грунт с последующим мониторингом состояния и роста.

Для *Morus rubra* установлено, что данный вид обладает высокой адаптационной способностью. По литературным данным и результатам экспериментов, при соблюдении поэтапной акклиматизации уровень приживаемости может достигать 90%. Ключевыми факторами успешного укоренения и дальнейшего роста являются хорошо развитая корневая система, применение ауксинов на этапе ризогенеза и использование субстратов с оптимальным водно-воздушным режимом (например, торф, песок и перлит в соотношении 1:1:1). Дополнительную роль играет постепенное изменение условий освещения и влажности, что способствует формированию устойчивых физиологических механизмов.

В отношении *Ptelea trifoliata* отмечается более высокая чувствительность к условиям среды. Несмотря на успешное культивирование *in vitro*, этап адаптации остаётся недостаточно изученным. В связи с этим рекомендуется применять универсальные подходы, используемые для древесных видов: контроль стадии ризогенеза, использование подходящих субстратов и обязательное наличие промежуточного этапа тепличной акклиматизации.

Для *Forestiera neomexicana* характерна иная стратегия адаптации, связанная с его ксерофитной природой. Данный вид демонстрирует высокую устойчивость к засушливым условиям, что проявляется в активном развитии корневой системы при сравнительно слабом

росте надземной части. В связи с этим особое значение приобретает формирование мощной корневой системы на этапе *in vitro*, а также постепенное снижение влажности при акклиматизации. Избыточное увлажнение в данном случае может оказывать негативное влияние, что требует строгого контроля водного режима.

Сравнительный анализ показал, что уровень изученности адаптации существенно различается между видами. Для *Morus rubra* накоплен значительный объём экспериментальных данных, тогда как для *Ptelea trifoliata* и *Forestiera neomexicana* такие исследования ограничены. Это обуславливает необходимость использования обобщённых биотехнологических подходов с последующей их адаптацией к видоспецифическим особенностям.

Таким образом, успешная адаптация растений, полученных *in vitro*, определяется комплексом взаимосвязанных факторов, включая физиологическое состояние растений, условия окружающей среды и корректность применяемых агротехнических приёмов. Учет видовых особенностей позволяет значительно повысить эффективность акклиматизации и обеспечить стабильный переход растений к условиям открытого грунта.

Заключение. Сравнительный анализ показал, что *Morus rubra* обладает наибольшей адаптационной пластичностью и характеризуется быстрым ростом и высокой приживаемостью. *Ptelea trifoliata* демонстрирует чувствительность к химическим параметрам среды, что ограничивает темпы роста, но не препятствует постепенной адаптации. *Forestiera neomexicana* реализует ксерофитную стратегию развития, при которой приоритет отдаётся формированию корневой системы при замедленном росте побегов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что универсальные протоколы акклиматизации не обеспечивают одинаковой эффективности для различных видов. Разработка видоспецифических схем микроклонального размножения и адаптации – необходимое условие повышения приживаемости растений и успешного их внедрения в условия открытого грунта.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанных протоколов в ботанических садах и питомниках для ускоренного размножения и сохранения древесных растений, а также для формирования устойчивых коллекций в условиях изменяющегося климата.

Источники финансирования. Исследования выполнены в рамках бюджетной программы на 2025–2029 годы по теме: «Создание и цифровое документирование *in vitro* коллекции Ташкентского ботанического сада с использованием инновационных методов биотехнологии», реализуемая в лаборатории биотехнологии Ташкентского ботанического сада имени академика Ф.Н. Русанова Академии наук Республики Узбекистан.

При проведении исследований использовалось лабораторное оборудование, приобретённое в рамках постановления Президента Республики Узбекистан от 1 ноября 2017 года № ПП-3365 «О мерах по дальнейшему укреплению инфраструктуры научно-исследовательских учреждений и развитию инновационной деятельности».

Библиографический список

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. – М.: ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
2. Калинин Ф.Л. Культивирование изолированных клеток, тканей и органов растений. – М.: Агропромиздат, 1992. – 304 с.
3. Lloyd G., McCown B.H. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture // Proceedings of the International Plant Propagators' Society. – 1980. – Vol. 30. – P. 421–427.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol. 15, No. 3. – P. 473–497. – DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ САДОВЫХ КУЛЬТУР: ОТ IN VITRO КУЛЬТИВИРОВАНИЯ К ЦИФРОВЫМ БАНКАМ ДАННЫХ

Капитова И.А.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»,
Большие Вяземы, Россия, kiastandart@gmail.com

Аннотация. Микрклональное размножение представляет собой метод вегетативного размножения растений в стерильных условиях (*in vitro*), позволяющий получать генетически однородные растения, идентичные исходному экземпляру. Данная биотехнология играет ключевую роль в сохранении и пополнении генетических ресурсов садовых культур через создание специализированных банков *in vitro* редких и ценных генотипов растений, что особенно важно для видов, находящихся под угрозой исчезновения. Практическое применение подхода обеспечивает систематизацию биоразнообразия, ускоренное размножение селекционных новинок и коммерческих сортов для нужд промышленного растениеводства, а также успешное преодоление фитосанитарных ограничений за счет комплексного оздоровления растительного материала. Микрклональное размножение как метод позволило получить доступ к высококачественным растениям для производителей из разных стран, тем самым эффективно способствуя расширению сельского хозяйства в настоящее время и в обозримом будущем. В статье рассматриваются методологические основы культивирования, факторы оптимизации процессов регенерации и современные цифровые подходы к управлению генетическими коллекциями.

Ключевые слова: микрклональное размножение, генетическое разнообразие, сорт, садовые культуры

PRESERVATION OF HORTICULTURAL CROPS GENETIC RESOURCES: FROM IN VITRO CULTIVATION TO DIGITAL DATA BANKS

Kapitova I. A.

All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology,
Bolshye Vyazemye, Russia, kiastandart@gmail.com

Abstract. Microclonal propagation is a method of vegetative plant propagation under sterile conditions (*in vitro*) that allows for the production of genetically uniform plants identical to the parent plant. This biotechnology plays a key role in the conservation and expansion of genetic resources of horticultural crops through the creation of specialized *in vitro* banks of rare and valuable plant genotypes, which is particularly important for endangered species. The practical application of this approach facilitates the systematization of biodiversity, the accelerated propagation of new breeding lines and commercial varieties for the needs of industrial crop production, as well as the successful overcoming of phytosanitary restrictions through the comprehensive revitalization of plant material. Microclonal propagation as a method has provided producers from various countries with access to high-quality plants, thereby effectively contributing to the expansion of agriculture both now and in the foreseeable future. This article discusses the methodological foundations of cultivation, factors for optimizing regeneration processes, and modern digital approaches to managing genetic collections.

Keywords: microclonal propagation, genetic diversity, cultivar, horticultural crops

Введение. Современная селекция плодовых и ягодных культур представляет собой процесс создания новых сортов, отвечающих современным требованиям производства, на основе интеграции традиционной селекции, биотехнологии и молекулярного маркирования, позволяющих использовать прогрессивные технологии получения, сохранения, возделывания селекционного материала. В условиях растущих требований производства сбор и поддержание генетических ресурсов *ex situ* становятся первоочередными задачами питомниководства.

Исторически вегетативно размножаемые культуры сохраняются преимущественно в полевых коллекциях, а также в парниках, теплицах и иных защитных сооружениях (Jahn and Westwood, 1982). Подобный формат позволяет всесторонне изучать образцы в течение вегетации, проводить селекционную работу, включая гибридизацию, и оценивать фенотипический ответ генотипов на биотические и абиотические стрессоры. В то же время, сохранение генетических ресурсов растений в полевых коллекциях сопряжено со значительными затратами на землю, технику, оплату труда и фитосанитарные обработки, а также несет в себе риски безвозвратной потери уникальных форм из-за эпифитотий, вредителей или экстремальных погодных явлений (Engelmaim and Engels, 2003). Поэтому для гарантированной сохранности генофонда создаются дублирующие коллекции *in vitro* и криобанки. Преимущества пробирочной культуры заключаются в её компактности, возможности круглогодичного размножения, надежном оздоровлении от вирусных инфекций и беспрепятственной транспортировке материала между учреждениями в рамках карантинных допусков (Гавриленко и др., 2007; Reed et al., 2004; Cruz-Cruz et al., 2013). На сегодняшний момент биотехнологические методы микроклонального размножения широко применяются во всем мире для сохранения и поддержания генетических коллекций садовых культур и незаменимы для формирования эффективной отечественной индустрии высококачественного питомниководства (Куликов и др., 2018; Упадышев и др., 2013).

Ключевые достоинства микроклонального размножения растений включают:

- высокий коэффициент размножения генотипов;
- независимость производственного цикла от сезона и проведение работ в контролируемых лабораторных условиях;
- исключение ре-инфекции патогенами благодаря стерильности среды;
- максимизацию выхода растений с единицы площади;
- возможность долгосрочного депонирования определенных сортов и форм (Алексеев и Высоцкий, 2008; Корнацкий, 2016; Кухарчик и др., 2016; Ухатова, 2017).

Тем не менее, коллекции *in vitro* имеют свои ограничения в контексте длительного хранения образцов: необходимость периодического субкультивирования повышает риски соматоклональной вариабельности, что требует регулярной высадки растений в грунт для проверки генетической стабильности. Серьезной проблемой остается и разработка универсальных протоколов для быстрой и эффективной адаптации эксплантов при переходе из условий *in vitro* в открытый грунт (*ex situ*).

Методологическая база и направления оптимизации факторов культивирования. Исследования в области культивирования изолированных органов и тканей растений активно развиваются с 60-х годов XX века. Первоначально исследователи концентрировали свои усилия на культурах апексов с целью оздоровления плодовых и ягодных культур от патогенов. Существенный вклад в данное направление внесла научная школа В.А. Высоцкого, основанная в 2004 году. Под его руководством были разработаны базовые методы оздоровления и микроклонального размножения для плодовых, ягодных и ряда декоративных культур, усовершенствованы этапы ризогенеза и *ex vitro* адаптации, предложены схемы использования элиситоров на всех этапах культивирования и при пересадке в почву, а также определены параметры длительного депонирования эксплантов для отдельных культур (Высоцкий и др., 1976; Высоцкий, 1995 и др.). Результаты этих многолетних исследований легли в основу профильных методических рекомендаций и национальных стандартов по микроклональному размножению и технологиям производства оздоровленного посадочного материала вышеупомянутых культур (например, «Клональное микроразмножение ягодных культур. Методические рекомендации» и ГОСТ Р «Плодовые и ягодные культуры. Стерильные культуры и адаптированные микрорастения. Технические условия»). В данных документах регламентированы оптимальные составы и модификации питательных сред для эксплантов на всех этапах размножения, концентрации регуляторов роста, применяемых на этапах изоляции,

пролиферации и ризогенеза эксплантов (с учетом последствий цитокининов и ауксинов), а также параметры световой среды (включая спектральный состав) и режимы искусственного периода покоя, необходимого для улучшения роста в процессе доращивания адаптированных растений.

Несмотря на хорошо проработанную базу, практическая реализация метода сопряжена со специфическими проблемами в части физиологических процессов, протекающих в растениях. Длительное пребывание эксплантов в условиях *in vitro* снижает их фотосинтетическую активность, нарушает работу устьичного аппарата, уменьшает пористость паренхимы листа и препятствует формированию защитного эпикутикулярного воска. Эффективность процесса жестко лимитирована соблюдением строгой асептики, грамотным зонированием биотехнологического комплекса и точным соответствием технологическому циклу (Джигадло и др. 1995; Корнацкий и Введенский, 2012; Муратова и др., 2008; Митрофанова и Митрофанова, 2018). Большое значение имеет выбор оптимальных составов питательных сред и условий культивирования применительно к видовым и сортовым особенностям культур.

Современные изыскания сосредоточены на преодолении этих трудностей по нескольким ключевым направлениям (Мелехов, 2024; Адаев и др., 2020; Маркова и Сомова, 2021; Макаров и др., 2024):

1. Учет видо- и сортоспецифичности генотипов. Так, для представителей рода *Rubus* были оптимизированы минеральные, углеводные и гормональные компоненты сред на этапах размножения и ризогенеза, а также протестированы физические факторы (свет разного спектра, низкоинтенсивное лазерное излучение).

2. Совершенствование первичных этапов: разрабатываются более эффективные протоколы стерилизации растений-доноров и эксплантов для минимизации потерь при вводе в культуру *in vitro*.

3. Оптимизация параметров пролиферации. Так, например, были подобраны индивидуальные составы питательных сред, рострегулирующие компоненты и световые режимы для повышения коэффициента размножения и выхода адаптированных растений таких культур, как жимолость синяя, малина и земляника садовая.

4. Работа с редкими и дикорастущими видами: определяются критические параметры экспозиции стерилизующих агентов и гормональные балансы для успешного микроразмножения морошки приземистой и княженики арктической.

Длительное депонирование и цифровые системы управления генетическими коллекциями. Важным вектором современных биотехнологических исследований является совершенствование и оптимизация методов долгосрочного депонирования растительного материала в условиях замедленного роста и криоконсервации. Системный подход к хранению генетических коллекций садовых культур требует точного выбора регламентов обновления образцов и стандартизации мониторинга их физиологического состояния, а также строгого контроля параметров влажности, температуры и состава газовой среды, что позволяет поддерживать высокую жизнеспособность и генетическую стабильность семян и эксплантов (Trusiak, 2022). При этом надежность сохранения генофонда повышается за счет создания многоуровневых систем дублирования хранящихся образцов, объединяющих полевые, *in vitro* и гермоплазменные (криогенные) коллекции, что сводит к минимуму риски случайной утраты ценных и уникальных генотипов вследствие их деградации, заражения патогенами или техногенных аварий (Walters et al., 2021). Обязательным элементом системы является разработка регламентов регулярного мониторинга качества сохраняемых образцов, включающих периодическую оценку их морфологических признаков и метаболической активности при длительном хранении (Nagel et al., 2024). Интеграция таких подходов на национальном и международном уровнях позволяет обеспечить обязательное дублирование фондов и унифицировать протоколы межбанковского обмена материалом, а также повысить стабильность физиологического состояния сохраняемых популяций (Salgotra et al., 2023).

Параллельно с развитием методов консервации происходит масштабная цифровая трансформация управления генетическими банками. На смену разрозненным бумажным журналам приходят интегрированные информационные платформы, объединяющие паспортные данные образцов, результаты их молекулярно-генетического маркирования и фенотипические наблюдения. Успешным примером внедрения таких технологий служит система RDA-Genebank (Южная Корея), где реализованы алгоритмы цифровой фенотипизации и автоматизированной верификации метаданных (Kim et al., 2023). Подобная цифровизация значительно упрощает выявление дублирующихся генотипов и оптимизирует процесс формирования ядерных (базовых) коллекций для селекционных программ (Liu et al., 2024). Применение предиктивной аналитики, а также сквозная интеграция геномных и фенотипических баз данных формируют фундамент для создания глобальных цифровых платформ генетических ресурсов садовых культур, где учёт, хранение и использование данных об этих культурах становятся взаимосвязанными и воспроизводимыми процессами (Jeon et al., 2023; Gargiulo, 2025).

Заключение. Эффективное сохранение и рациональное использование генетического материала плодовых, ягодных и декоративных культур в современных условиях немыслимо без глубокой интеграции классических методов питомниководства и передовых биотехнологических подходов. Развитие систем длительного депонирования *in vitro* в сочетании с многоуровневым резервированием фондов позволяет надежно защитить уникальные генетические линии вышеупомянутых культур от биотических и абиотических угроз. Внедрение сквозных цифровых систем учета, генетического маркирования и автоматизированной фенотипизации переводит управление биоресурсами на новый уровень, обеспечивая селекционеров и производителей высококачественным, генетически стабильным и фитосанитарно чистым посадочным материалом.

Библиографический список

1. Адаев Н.Л., Магомадов А.С., Амаева А.Г., Занилов А. Х. Оптимизация питательных сред для клонального микроразмножения *in vitro* новых сортов ягодных культур. / В сб.: Инновационная деятельность как фактор развития агропромышленного комплекса в современных условиях: мат-лы II Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию ФГБНУ «Чеченский НИИСХ». Грозный, 2020. С. 83-91. DOI:10.36684/22-2020-1-83-91.
2. Алексеенко Л.В., Высоцкий В.А. Методика регенерации плодовых и ягодных растений в культуре эксплантов различного происхождения (под ред. И.М. Куликова). М., 2008 г. – 26 с.
3. Высоцкий В.А. О генетической стабильности при клональном микроразмножении плодовых и ягодных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1995. – Т. 30(5). – С. 57–63.
4. Высоцкий В.А., Трушечкин В.Г., Попов Ю.Г. Регенерационная способность верхушек чёрной смородины под влиянием различных ростовых веществ и условий культивирования // Сельскохозяйственная биология. – 1976. – Т. 11. – С. 879–885.
5. Гавриленко Т.А., Дунаева С.Е., Трускинов Э.В., Антонова О.Ю., Пендинен Г.И., Лупышева Ю.В., Роговая В.В., Швачко Н.А. Стратегия долгосрочного сохранения генофонда вегетативно размножаемых сельскохозяйственных растений в контролируемых условиях среды // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2007. – Т. 164. – С. 273–285.
6. Джигадло Е.Н., Джигадло М.И., Гольшкина Л.В. Методические рекомендации по использованию биотехнологических методов в работе с плодовыми, ягодными и декоративными культурами. Орел: ГНУ ВНИИСПК, 1995. – 51 с.
7. Корнацкий С.А. К вопросу технологичности метода *in vitro* для массового производства растений некоторых косточковых плодовых культур // Сб. мат. конф. «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты)». – Симферополь, 2016. – С. 36–37.

8. Корнацкий С.А., Введенский В.В. Теоретическое обоснование, практика и перспективы прикладной биотехнологии в агрономии // Вестник РУДН. Сер.: Агрономия и животноводство. – 2012. – № 3. – С. 5–11.
9. Куликов И.М., Завражнов А.И., Упадышев М.Т., Борисова А.А., Тумаева Т.А. Научно-методические основы индустриальной агротехнологии производства сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур в Российской Федерации // Садоводство и виноградарство. – 2018. – № 1. – С. 30–35. DOI: 10/25556/VSTISP.2018.1.10500
10. Кухарчик Н.В., Кастрицкая М.С., Семенас С.Э., Колбанова Е.В., Красинская Т.А., Волосевич Н.Н., Соловей О.В., Змушко А.А., Божидай Т.Н., Рундя А.П., Малиновская А.М.. Размножение плодовых растений в культуре *in vitro*. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 208 с.
11. Макаров С.С., Упадышев М.Т., Сунгурова Н.Р., Тюкавина О.Н., Куликова Е.И. Кузнецова И.Б. Клональное микроразмножение лесных ягодных растений рода *Rubus* // Техника и технология пищевых производств. – 2024. – Т. 54(1). – С. 60–70.
12. Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Совершенствование клонального микроразмножения ягодных культур // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 1. – С. 39–44. DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-39-44>
13. Мелехов И.Д. Повышение эффективности клонального микроразмножения ягодных культур рода *Rubus*. Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2024.
14. Митрофанова О.В., Митрофанова И.В. Вопросы организации работы современной биотехнологической лаборатории для размножения и сохранения растений. В кн.: Основы создания генобанка *in vitro* видов, сортов и форм декоративных, ароматических и плодовых культур. Симферополь: Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, 2018. С. 11–26.
15. Муратова С.А., Шорников Д.Г., Янковская М.Б. Размножение садовых культур *in vitro* (методические рекомендации). Мичуринск-наукоград РФ: ВНИИГ и СПР им. И.В. Мичурина, 2008. – 69 с.
16. Упадышев М.Т., Метлицкая К.В., Донецких В.И., Борисова А.А., Селиванов В.Г., Пискунов О.А., Юдина С.Н. Технология получения оздоровленного от вирусов посадочного материала плодовых и ягодных культур: методические указания / М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2013. – 92 с.
17. Ухатова Ю.В. Совершенствование методов криоконсервации и оздоровления от вирусных болезней образцов вегетативно размножаемых культур / Автореф. дисс. к.б.н. – Санкт-Петербург, 2017. – 22 с.
18. Cruz-Cruz C.A., Gotizalez-Amao M.T., Engelmann F. Biotechnology and conservation of plant biodiversity // Resources. – 2013. – V. 2. – P. 73–95. DOI: 10.3390/resources2020073.
19. Engehnann F., Engels J.M.M. Technologies and strategies for ex situ conservation / In: Managing plant genetic diversity (eds. J.M.M. Engels, V.R. Rao. A.H.D. Brown. M.T. Jackson). Rome: IPGRI, 2003. pp. 89–104.
20. Gargiulo R., Hoban S., Visscher A.M., Gómez Barreiro P., Dayrell R.L.C., Dhanjal-Adams K.L., et al. The potential of seedbank digital information in plant conservation // Plants, People, Planet. – 2025. DOI: 10.1002/ppp3.70017.
21. Jahn O.L., Westwood M.N. Maintenance of clonal germplasm // Hortscience. – 1982. – V. 17. – P. 122.
22. Jeon D., Kang Y., Lee S., Choi S., Sung Y., Lee T.-H., Kim C. Digitalizing breeding in plants: A new trend of next-generation breeding based on genomic prediction // Front. Plant Sci. – 2023. – V. 14. – Article ID 1092584. DOI: 10.3389/fpls.2023.1092584
23. Kim S.H., Subramanian P., Na Y.W., Hahn B.S., Kim Y. RDA-genebank and digital phenotyping for next-generation research on plant genetic resources // Plants. – 2023. – V. 12(15). – Article ID 2825. DOI: 10.3390/plants12152825.

24. Liu J., Huang C., Xing D., Cui S., Huang Y., Wang C., Qi R., Liu Z., Zhou R., Ma X., Song X. The genomic database of fruits: A comprehensive fruit information database for comparative and functional genomic studies // *Agriculture Communications*. – 2024. – V. 2(2). – Article ID 100041.
25. Nagel M., Pence V., Ballesteros D., Lambardi M., Popova E., Panis B. Plant cryopreservation: principles, applications, and challenges of banking plant diversity at ultralow temperatures // *Ann. Rev. Plant Biol.* – 2024. – V. 75(1). – P. 797–824. DOI: 10.1146/annurev-arplant-070623-103551.
26. Reed B. Al., Engelmann F., Dulloo E., Engels J. Technical guidelines for the management of field and in vitro germplasm collections. Rome: IPGRI, 2004. 105 p.
27. Salgotra R.K., Chauhan B.S. Genetic diversity, conservation, and utilization of plant genetic resources // *Genes*. – 2023. – V. 14(1). – Article ID 174.
28. Trusiak M., Plitta-Michalak B.P., Michalak M. Choosing the right path for the successful storage of seeds // *Plants*. – 2022. – V. 12(1). Article ID 72.
29. Walters C., Pence V.C. The unique role of seed banking and cryobiotechnologies in plant conservation // *Plants, People, Planet*. – 2021. – V. 3(1). – P. 83–91.

РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ ЮГА РУССКОЙ РАВНИНЫ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Кашин А.С., Кондратьева А.О., Кириллова И.М., Пархоменко А.С.

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,
г. Саратов, Россия, kashinas2@yandex.ru

Аннотация. На примере некоторых результатов комплексных исследований состояния популяций редких видов растений, проводимых сотрудниками ботанического сада СГУ имени Н.Г. Чернышевского на юге Русской равнины и прилегающих территориях, показана их эффективность для разработки мер по сохранению и восстановлению численности таких видов. Основными объектами исследований были *Tulipa suaveolens*, *Calophaca wolgarica*, *Trapa natans*, *Iris pumila*, виды *Colchicum*, *Delphinium*, *Fritillaria*, *Globularia* и некоторые другие, произрастающие на этой территории.

Ключевые слова: редкие растения, мониторинг и сохранение, комплексный подход

IMPLEMENTATION OF AN INTEGRATED APPROACH TO STUDYING THE STATE OF POPULATIONS OF RARE SPECIES OF FLOWERING PLANTS IN THE SOUTH OF THE RUSSIAN PLAIN AND ADJACENT TERRITORIES

Kashin A.S., Kondratieva A.O., Kirillova I.M., Parkhomenko A.S.

Saratov State University, Saratov, Russia, kashinas2@yandex.ru

Annotation. Using the example of some of the results of comprehensive studies of the state of populations of rare plant species conducted by the staff of the Botanical garden of N.G. Chernyshevsky SSU in the south of the Russian Plain and adjacent territories, their effectiveness in developing measures to preserve and restore the abundance of such species is shown. The main objects of research were *Tulipa suaveolens*, *Calophaca wolgarica*, *Trapa natans*, *Iris pumila*, species of *Colchicum*, *Delphinium*, *Fritillaria*, *Globularia* and some others native to this territory.

Keywords: rare plants, monitoring and conservation, integrated approach

Наиболее уязвимым звеном в экосистемах при воздействии неблагоприятных факторов представляются редкие виды. Поэтому в организации мер по сохранению биоразнообразия необходимо планирование действий по восстановлению численности, прежде всего, таких видов. Только на основе результатов комплексного мониторинга состояния и полиморфизма популяций возможна выработка мер по сохранению и восстановлению их генофонда *in situ*, *ex situ* и *in vitro*. Такой подход к решению проблемы биоразнообразия, на наш взгляд, является единственно верным.

Во флоре Саратовской области насчитывается около 1500 видов растений, включая адвентивные (Еленевский и др., 2009), причём около половины из них находятся на границе своего распространения (Скворцов, 1995). Очень важно сохранить всё флористическое разнообразие фитоценозов, видов и популяций растений региона, прежде всего, редких и исчезающих. Тем более, что их доля в ней высока, – около 300 (Красная ..., 2021), т.е. около 1/5 от общего числа видов растений в регионе. В XX веке с территории Саратовской области уже исчезло около тридцати видов растений (Красная ..., 1996, 2021), или около 2 % от общего их числа во флоре. Подобная картина, вероятно, наблюдается и в других регионах юга Русской равнины. Очевидно, что без принятия соответствующих мер темпы этого исчезновения только будут возрастать.

В связи с этим усилия научного коллектива ботанического сада Саратовского госуниверситета имени Н.Г. Чернышевского сосредоточены именно на реализации комплексного подхода к изучению состояния популяций редких видов региона и выработке эффективных мер по сохранению и восстановлению их численности. В последнее десятилетие основными объектами этих исследований были *Tulipa suaveolens* Roth (Liliaceae), *Colchicum bulbocodium* subsp. *versicolor* (Ker Gawl.) K.Perss. (Colchicaceae), *Delphinium pubiflorum* (DC.) Turcz. (Ranunculaceae), *Fritillaria ruthenica* Wikstr. и *F. meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult. fil (Liliaceae), *Globularia bisnagarica* L. (Plantaginaceae), *Iris pumila* L. (Iridaceae) и их ближайшие сородичи. Безусловно, исследования не ограничивались только границами региона. По большинству видов они охватывали в пределах ареала значительную часть Европейской России. Кроме того, для целей реинтродукции исследовались популяции давно исчезнувших из флоры Саратовской обл. *Calophaca wolgarica* (L. Fil.) DC. (Fabaceae) и *Trapa natans* L. (Trapaceae) с подбором донорных природных популяций в прилегающих регионах и мониторингом создаваемых в Саратовской обл. реинтродукционных популяций. По каждому из объектов исследовано от 50 до 100 популяций, произрастающих в среднем на расстоянии 50 и более километров друг от друга.

Выявлялся характер морфологической изменчивости в популяциях этих видов растений методами как традиционной, так и геометрической морфометрии. Исследовались возрастная, пространственная и виталитетная структура популяций, семенная продуктивность, а также структура сообществ с исследуемыми видами. Генетическая структура популяций устанавливалась с использованием ISSR маркёров и маркеров пластидной и ядерной ДНК. В последние годы начали широко использовать методы проточной цитометрии для выявления изменчивости размера генома и числа хромосом, а также молекулярно-цитогенетические методы (DAPI, FISH, GISH).

На основе анализа полученных результатов разрабатывались алгоритмы оптимизации комплекса мер по полномасштабному сохранению генофонда исследованных видов, включающие использование методов сохранения всего разнообразия генотипов в условиях искусственных резерватов *ex situ* (создание и поддержание искусственных микропопуляций; создание банка семян генофонда вида) и *in vitro* (разработка и оптимизация технологии массового производства посадочного материала всего спектра контрастных генотипов вида с использованием клонального микроразмножения *in vitro*; разработка и оптимизация технологии депонирования культуры *in vitro* микрочеренков различных генотипов вида в условиях пониженных температур; создание и поддержание на этой основе генетического банка *in vitro*).

В качестве иллюстрации приведём результаты многолетних исследований представителей рода *Delphinium* Европейской России, проведённых в 95 популяциях 23 таксонов (Кашин и др., 2024). При этом поиск популяций видов в пределах Среднего и Нижнего Поволжья показал фактически катастрофическую ситуацию с их состоянием. Из 91 популяции 10 таксонов рода, указанных в литературных источниках или гербарных сборах последних 50 лет, в ходе обширных поисков было обнаружено только 50. Следовательно, с большой долей вероятности можно говорить об исчезновении почти 50 % популяций. Очевидно, что если указанная тенденция сохранится с теми же темпами, то без принятия срочных мер в ближайшие 50–70 лет следует ожидать полного исчезновения видов рода, по крайней мере, в пределах Среднего и Нижнего Поволжья.

Кроме того, выявлено, что около половины (42.86 %) исследованных популяций *Delphinium* юго-востока Европейской России характеризуются низкой жизненностью и фактически не способны к самоподдержанию и самовосстановлению. Индекс виталитета популяций (IVC) ниже 1 имели 3/5 популяций *D. puniceum*, 1/6 популяций *D. pubiflorum*, 1/2 популяций *D. litwinowii* и популяция *D. sergii*. Показано, что и по онтогенетической структуре популяции *Delphinium* юго-востока Европейской России не способны к самовозобновлению. В них

преобладают особи генеративного периода, чаще всего зрелого генеративного состояния. Индекс генеративности чаще превышает 75 %, а индекс восстановления редко достигает уровня 0.3.

Выявлена и сложная картина биоразнообразия. Из 10 таксонов рода *Delphinium*, указанных для юго-востока Европейской России, по совокупности морфологических признаков достоверно разделяются только *D. puniceum*, *D. sergii*, *D. uralense* и *D. pubiflorum*, что указывает на сложный характер филогенетических и биогеографических отношений между *D. elatum*, *D. dictyocarpum*, *D. cuneatum*, *D. subcuneatum*, *D. duhmbergii* и *D. litwinowii*. Аналогичную во многом картину показало и распределение ITS гаплотипов, по которому не вызывает сомнения видовая самостоятельность только *D. puniceum*, *D. dictyocarpum* и *D. pubiflorum*. По этим результатам *D. elatum* и *D. uralense* тоже следует считать самостоятельными видами, но, вероятно, гибридизирующими с *D. cuneatum* в зонах контакта. *D. cuneatum*, *D. subcuneatum*, *D. duhmbergii* и *D. litwinowii* следует считать синонимами с приоритетным названием *D. cuneatum*. По результатам проведённого анализа полиморфизма предложен перечень популяций таксонов различного ранга *Delphinium* юго-востока Европейской России, требующих особой охраны в силу специфичности их генофонда.

Подобный подход был использован и в исследовании состояния популяций *Tulipa suaveolens*. Всего исследовано 65 популяций в пределах европейской части ареала (Кашин и др., 2023). Показано, что площадь, занимаемая популяциями, варьирует от 0,01 до 20 тыс. га и более. При этом малочисленные популяции вида в основном встречаются ближе к северной границе ареала. Ценопопуляции с относительно низким индексом возобновления встречаются в более аридных условиях произрастания. Установлена значимая отрицательная корреляция между географической широтой и долей генеративных растений в популяциях, что, вероятно, связано с градиентом аридности климата и с особенностями биологии вида. Выявлено, что в европейской части ареала вида наблюдается выраженный градиент окраски листочков околоцветника с юго-запада на северо-восток, вдоль которого интенсивность «красной» хроматической компоненты уменьшается, а «желтой» – увеличивается. Аналогичный градиент обнаружен и с увеличением высоты местообитаний популяций над уровнем моря. Показано, что интенсивность «красной» хроматической компоненты имеет пространственную автокорреляцию и зависит от многолетних биоклиматических параметров, таких как температура и осадки. Это говорит о том, что изменчивость окраски цветков в популяциях *T. suaveolens* из изученной части ареала является результатом естественного отбора, вызванного абиотическими факторами. Установлена положительная корреляция между реальной семенной продуктивностью и температурой вегетационного периода, а также между массой 1000 семян и осадками в фазу созревания. Зависимость семенной продуктивности от температуры, а индекса восстановления – от погодных условий и географического положения свидетельствует о том, что климат является определяющим фактором способности популяций *T. suaveolens* к самовозобновлению. На эту способность также существенное влияние оказывают выпас скота на пастбищах и повреждение плодов и семян насекомыми. Изъятие генеративных побегов людьми и другие негативные антропогенные воздействия, вероятно, влияют на этот показатель в гораздо меньшей степени.

Показано, что наблюдается устойчивая изменчивость габитуса растений и показателей жизненности популяций *T. suaveolens* в пределах двух географических трендов, которые не вписываются в наблюдаемый на исследуемой территории градиент засушливости, но во многом совпадают с распределением генетических групп, выявленных с помощью ISSR-маркёров. Это совпадение, особенно выраженное в неблагоприятные для роста *T. suaveolens* годы, свидетельствует о том, что специфика генофондов популяций является ведущим фактором, определяющим их географическое распространение по жизненности и морфологической изменчивости.

Выявлено, что в северных типах степей (луговые, богато-разнотравные, разнотравно-ковыльные и др.) с большим проективным покрытием и высотой травостоя развиваются растения с более длинным стеблем и более прижатыми к стеблю листьями. В более разреженных и пустынных степях развивается короткий побег, несущий цветок над низким травостоем, при этом листья растений оказываются отставленными в стороны, далеко от стебля. Все это в совокупности подчеркивает своеобразие географической изменчивости внутри вида.

Результаты ISSR-анализа биогеографических закономерностей распределения генотипов *T. suaveolens* на значительной части европейского ареала вида позволили выдвинуть гипотезу о том, что распространение генотипов и направления расселения этого вида определялись трансгрессивными и регрессивными событиями, происходившими в позднем плейстоцене в Понто-Каспийском регионе. Анализ биогеографических закономерностей распределения плазмидных гаплотипов и ядерных риботипов, подтвердило справедливость рабочей гипотезы о том, что их генезис и расселение в Нижнем и Среднем Поволжье связаны с событиями, происходившими во время раннехвалынской трансгрессии Каспийского моря и последующими событиями. В Крыму и прилегающих регионах закономерности распределения гаплотипов указывают на то, что их происхождение и экспансия могут быть связаны с карангатской трансгрессией Черного моря и последующей новозвксинской регрессией.

Результаты исследования показали, что только растения *T. suaveolens* из Крыма или прилегающих территорий могли быть источником образцов для ранней селекции культурных тюльпанов, поскольку исторические сорта содержат плазмидные гаплотипы и ITS ядерные риботипы только этого вида. Полученные данные свидетельствуют о том, что *T. suaveolens* является диким предком культурного тюльпана *T. × gesneriana*, что ранее не было обнаружено из-за отсутствия комплексных исследований полиморфизма вида.

По результатам проведённого анализа, также как и для таксонов *Delphinium*, предложен перечень популяций, требующих особой охраны в силу специфичности их генофонда.

В ботаническом саду Саратовского госуниверситета с использованием метода клонального микроразмножения и депонирования создан генетический банк *in vitro* редких и исчезающих видов Саратовской области и прилегающих территорий (Блюднева и др., 2014). В настоящее время в условиях депонирования в нём поддерживается 37 видов 27 родов 17 семейств. Из них 19 видов 15 родов 12 семейств занесены в Красную книгу Российской Федерации (Красная..., 2024). Это, прежде всего, виды, популяции которых были задействованы в комплексных исследованиях. При этом для *Calophaca wolgarica* создан генетический банк *in vitro* всех основных контрастных генотипов, отобранных в пределах всего эндемичного ареала вида.

При реинтродукции видов из других регионов, отличающихся природно-климатическими условиями, проводился мониторинг полиморфизма в предполагаемых донорных популяциях и выявление генетического разнообразия с целью отбора оптимальных генотипов донорных растений для создаваемых реципиентных популяций. Такие исследования проведены нами в популяциях *Trapa natans* Астраханской, Волгоградской обл. и *Calophaca wolgarica* Волгоградской обл.

Поводом для реинтродукционных работ по *Trapa natans* послужило то обстоятельство, что в России его ареал неуклонно сокращается, численность снижается, а на территории Саратовской обл. вид исчез около 100 лет назад (Кашин и др., 2016). На первом этапе исследований был проведён мониторинг природных популяций и отбор из них образцов для реинтродукции на основе результатов морфологического и молекулярно-генетического анализа. Для реинтродукции использован донорный материал из водоёмов низовий Волги (Астраханская обл.), Среднего Дона (Волгоградская обл.) и среднего течения Хопра (Воронежская обл.). Плоды были высеяны в границах Саратовской обл. в 77 местах в поймах рек Хопёр, Медведица, Терешка и Волга. Реки Медведица и Терешка оказались непригодными для существования реинтродукционных популяций. Успешной была реинтродукция *T. natans* в

поймы р. Хопёр и Волга с использованием донорного материала из пойм р. Дон (Волгоградская обл.) и р. Хопёр (Воронежская обл.). По морфологическим признакам природные популяции из Воронежской обл. были более изменчивы, чем популяции из Астраханской обл. Для популяции из Астраханской обл. характерны более крупные розетки и листья, чем в популяциях из Воронежской обл. В реинтродукционных популяциях, созданных в пойме р. Хопёр в пределах Саратовской обл. параметры листа и розетки была выше, а продуктивность плодов ниже, чем в донорных популяциях Воронежской обл. При этом в реинтродукционных популяциях в первый год вегетации, по сравнению с донорными, наблюдалось резкое сужение морфологической и продуктивной изменчивости особей. По форме листовой пластинки донорный материал из Астраханской обл. при реинтродукции в Саратовскую обл. приблизился к форме листовой пластинки особей из природных популяций Воронежской обл., произрастающих в близких по температурному режиму к местам создания популяций реинтродуцентов (Кашин и др. 2025).

Другим объектом для реинтродукции был *Calophaca wolgarica*, – эндемик Нижнего Дона и Нижнего Поволжья. Он не отмечается в Саратовской обл. с конца XIX в. В работах по его реинтродукции нами изучалось состояние популяций в Волгоградской обл. В частности изучалась возрастная структура и морфометрические показатели особей, что позволило предварительно оценить их виталитетное состояние и установить зависимость виталитетных показателей от характера экотопа.

В период 2013–2015 гг. семена майкарагана высевались в Пугачевском, Федоровском, Перелюбском, Воскресенском, Красноармейском р-нах. Осенью 2020 г. были дополнительно посеяны семена в трёх местах: в Пугачёвском и Ершовском р-нах.

По результатам наблюдений в период с 2016 по 2024 гг. реинтродукция *C. wolgarica* на территории Саратовской области показала хорошие результаты. В двух реинтродукционных популяциях из Пугачёвского и Фёдоровского р-нов часть растений уже достигла генеративного состояния. Потенциально эти популяции способны к самоподдержанию.

Таким образом, реализация в ботаническом саду СГУ имени Н.Г. Чернышевского комплексного подхода в исследованиях по выявлению, сохранению и восстановлению биоразнообразия редких видов во флоре региона показала свою эффективность.

По результатам исследований издано две и подготовлена к печати одна монография, защищено 10 диссертаций на соискание учёной степени кандидата биологических наук и 1 диссертация на соискание степени доктора биологических наук.

Источники финансирования. Работы частично выполнялись при финансировании по 3 проектам РФФИ (№ 15-04-04087; № 16-04-00142; № 18-34-00061) и 3 проектам РНФ (№ 21-74-00004; № 22-24-00340; № 24-24-00305).

Библиографический список

1. Блюднева Е.А., Крицкая Т.А., Кашин А.С., Кириллова И.М. Сохранение видов и сортов растений в коллекции *in vitro* ботанического сада Саратовского госуниверситета // Известия Саратовского университета. Новая серия. 2014. Т. 14. Сер. Химия. Биология. Экология. Вып. 1. С. 48–54.
2. Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Определитель растений Саратовской области. Саратов: ИП Баженов, 2009. 248 с.
3. Кашин А.С., Петрова Н.А., Шилова И.В., Куликова Л.В. Перспективы реинтродукции *Trapa natans* (Trapaеae) в Саратовской области // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52, Вып. 4. С. 511–526.
4. Кашин А.С., Крицкая Т.А., Петрова Н.А., Шилова И.В., Пархоменко А.С. Особенности биологии и экологии *Tulipa suaveolens* Roth в европейской части ареала. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2023. 224 с.

5. Кашин А. С., Богослов А. В., Крицкая Т. А., Шилова И. В., Кондратьева А. О., Пархоменко А. С. Популяционный полиморфизм и особенности экологии представителей рода *Delphinium* L. в Европейской России. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2024. – 204 с.
6. Красная книга Саратовской области: Растения, грибы, лишайники. Животные. 1996. Саратов: Регион. Приволж. изд-во «Детская книга», 1996. 264 с.
7. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. [3-е изд.] Саратов: Папирус, 2021. 496 с.
8. Кашин А. С., Пархоменко А.С., Шилова И. В., Гребенюк Л.В., Кондратьева А.О. Мониторинг популяций *Trapa natans* L. (Трапсееае) при реинтродукции в Саратовскую область // Биология внутренних вод. 2025. Т. 18, № 5. С. 883-899. DOI: 10.31857/S0320965225050109
9. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [и др.]. - 2-е офиц. изд. - Москва : ВНИИ «Экология», 2024. - 944 с.
10. Скворцов А.К. К изучению флоры Саратовской обл. // Бюлл. МОИП. Отд. Биол. 1995. Т. 100, вып. 4. С. 81–94.

СЕЛЕКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС КАК ЭЛЕМЕНТ РАСШИРЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ У ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.)

Конорев П. М.

Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН, Москва, Россия, pkonorev@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты сравнительной оценки образцов люпина узколистного с разной степенью ограничения бокового ветвления. По этому параметру варианты были распределены на три группы: ветвистые – ‘Митан’, ‘Руслан’, ‘Прибавны’, детерминантные – ‘Милад’, ‘Першацвет’, ‘Денлад’, ‘Куршавель’ и фасциированные – ‘ТСХА 253’. Изменение габитуса растений у люпина узколистного повлекло за собой изменение параметров, определяющих семенную продуктивность. Этот показатель служит основным критерием при определении перспектив использования новых форм растений для получения высокоурожайных сортов люпина узколистного. Результаты анализа показали, что сортообразец ‘ТСХА 253’, имеющий фасциированный тип роста, может быть использован в селекции на зерновую продуктивность. По таким показателям, как число бобов и семян с растения им в более благоприятном по метеоусловиям 2012 году были показаны значения на уровне лучших детерминантных форм (13,1 г, 47,3 г соответственно).

Ключевые слова: биоразнообразие, люпин узколистный, детерминантный тип роста, фасциации, полиморфизм

THE BREEDING PROCESS AS AN ELEMENT OF BIODIVERSITY ENHANCEMENT IN NARROW-LEAFED LUPINE (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.)

Konorev P. M.

Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,
pkonorev@yandex.ru

Abstract: This article presents the results of a comparative evaluation of narrow-leaved lupine accessions with varying degrees of lateral branching restriction. Based on this parameter, the varieties were divided into three groups: branched (‘Mitan’, ‘Ruslan’, ‘Pribavny’); determinate (‘Milad’, ‘Pershatvet’, ‘Denlad’, ‘Kurshavel’); and fasciated (‘TSHA 253’). Changes in plant habit in narrow-leaved lupine resulted in changes in the parameters determining seed productivity. This indicator serves as the main criterion for determining the prospects for using new plant forms to develop high-yielding varieties of narrow-leaved lupine. The analysis results showed that the fasciated growth pattern of ‘TSHA 253’ can be used in breeding for grain productivity. According to such indicators as the number of beans and seeds per plant, in 2012, which had more favorable weather conditions, the values shown were at the level of the best determinate forms (13.1 g, 47.3 g, respectively).

Keywords: biodiversity, narrow-leaved lupine, determinate growth type, fasciations, polymorphism

Введение. Растительное сообщество – это, прежде всего, биосистема, в основе которой лежит саморегулирующаяся целостность, способная поддерживать гомеостаз при отсутствии постороннего вмешательства. Биоразнообразие является практической основой селекции в направлении сохранения полезных генов, отвечающих за хозяйственно-ценные признаки. В естественной природе направление и качество естественного отбора зависит от размаха гетерогенности популяции, которая обуславливает темпы и возможность эволюционных изменений. В практической селекционной работе основным двигателем является искусственный отбор, целью которого является создание полезного для человека объекта, в частности, растительного, или улучшение уже существующего. Идет постоянное расширение границ биоразнообразия. Это достигается такими методами, как гибридизация, мутагенез и т.д.

(Воронова, 1995). Получение с помощью мутагенеза контрастного селекционного объекта можно рассмотреть на примере люпина. Люпин важная бобовая культура. Из четырех видов пригодных для возделывания в сельскохозяйственном производстве в настоящее время коммерческое значение имеют два: *Lipinus albus* L. и *Lipinus angustifolius* L. История селекционной работы по созданию сортов люпина узколистного началась в 80-е годы прошлого столетия. Вначале была заложена коллекция, затем применили метод мутагенеза для получения новых форм люпина узколистного. Одним из основных селекционных направлений было уменьшение длины вегетационного периода. За основу был взят наиболее распространенный в то время сорт 'Немчиновский 846'. Он выделялся относительной скороспелостью и низким содержанием алкалоидов. Но индетерминантный тип ветвления и растрескиваемость бобов нуждались в улучшении. После обработки физическим мутагеном Со60 популяция М1 была высеяна в поле. На следующий год в популяциях М2 были отобраны две мутантные формы 'ТСХА 252' и 'ТСХА 253', отличающиеся по габитусу растений: селекционная форма 'ТСХА 252' имела детерминантный тип ветвления, а 'ТСХА 253' – фасциированный тип роста. Стоит уточнить что фасциация – это мутация, характеризующаяся деформацией побегов и плодов. В данном случае проявилось срастание побегов в верхней части стебля с образованием корзинки из генеративных органов. Мутант был нестабилен по боковому ветвлению (Пыльнев и др., 2021).

Материал и методы. Основной целью исследований являлась оценка перспектив использования в селекции на урожайность у люпина узколистного образцов с фасциированным типом роста. Для этого был проведен анализ структуры урожая отличных по габитусу растений. Работа с линией 'ТСХА 253' велась на протяжении многих лет в качестве «сырого мутанта», в статье мы ориентируемся на результаты исследований, проведенных на опытной селекционной станции им. П.И. Лисицына РГАУ-МСХА в 2011-2012 годах. В опыте участвовали 8 образцов люпина узколистного из селекционных учреждений России и Беларуси. Они были разделены на три группы по степени ограничения бокового ветвления: ветвистые детерминантные и фасциированные. К первой группе относились сорта 'Митан', 'Руслан', 'Прибавны', ко второй – 'Милад', 'Першацвет', 'Денлад', 'Куршавель', к третьей – 'ТСХА 253'. Посев проводился в оптимальные для культуры сроки сеялкой СН-10Ц. Площадь делянки составляла 5 м². Сортообразцы были посеяны в трехкратной повторности методом рандомизированных повторений (Доспехов, 1985; Федин, 1985). Норма высева для сортообразцов с детерминантным типом ветвления составляет 1,8 млн. всхожих семян на га, для образцов с обычным типом ветвления – 1,2 млн. всхожих семян на га. В ходе исследований определялись количество бобов, семян и масса семян со всего растения. Для анализа элементов структуры урожая использовались пробные снопы, которые отбирали вручную с делянок изучаемых образцов во время уборки в фазу полной спелости. Обработка полученных данных проводилась с помощью компьютера, методом однофакторного дисперсионного анализа. На рисунке показаны растения с разными типами ветвления.

Результаты и обсуждение. Селекционный процесс у люпина ориентирован на создание высокоурожайных сортов кормового направления использования (Емелев, 2024). Семенная продуктивность из-за ее полигенного характера генетического контроля является одним из наиболее сложных в селекционном плане признаков. Поэтому особую важность имеет сочетание в одном генотипе высокой семенной продуктивности и скороспелости. На ранних этапах селекции селекционные номера оцениваются по показателю продуктивности отдельных растений для выявления перспективных генотипов (Анохина, 2012). Для этого проводят анализ структуры урожая по таким параметрам, как число бобов, число семян, масса семян с растения.

Массу 1000 семян определяли расчетным путем: массу семян делили на число семян с растения и умножали на 1000.



Рисунок. Образцы люпина узколистного с разной степенью ограничения бокового ветвления. В таблице приведены результаты анализа основных элементов продуктивности растений у опытных образцов, различающихся по степени ограничения бокового ветвления. Различия по габитусу растения определяют механизм получения общей зерновой продуктивности.

Таблица. Характеристика образцов люпина узколистного с разным уровнем ограничения бокового ветвления по основным элементам структуры урожая (2011–2012 гг.)

Образцы	Растение						Масса 1000 семян, г	
	Число бобов, шт.		Число семян, шт.		Масса семян, г		2011	2012
	2011	2012	2011	2012	2011	2012		
1. 'Милад' - д.	8,5	11,4	28,9	40,8	3,1	4,5	106,7	110,9
2. 'Першацвет' - д.	4,5	10,5	15,7	40,8	1,6	4,2	102,8	103,5
3. 'Денлад' - д.	3,5	10,2	11,8	37,6	1,3	3,4	109,2	97,00
4. 'Куршавель' - д.	6,6	18,7	23,7	68,5	3,3	6,8	139,8	102,4
5. 'Митан' - в. - ст.	5,0	7,9	17,6	31,3	1,8	3,5	103,0	108,3
6. 'Руслан' - в.	5,3	5,7	19,5	24,1	3,0	3,2	151,5	135,6
7. 'Прибавны' - в.	6,2	11,5	21,1	37,1	2,9	4,7	139,3	134,5
8. 'ТСХА 253' - ф.	5,6	13,1	17,7	47,3	2,3	6,2	129,2	136,9
НСР ₀₅	3,1	3,8	4,9	15,5	1,5	1,7	1,4	13,1

д. – детерминантный, в. – ветвистый, ф. – фасциированный, ст. – стандарт

У ветвистых сортов ее формирование идет как на центральной кисти, так и на боковых ветвях, в свою очередь у детерминантных сортов урожай в большей степени закладывается на главной кисти. У фасциированных форм бобы образуют своеобразную корзинку в верхней части стебля (Агеева, 2018). В таблице приведены данные структурного анализа растений с различной степенью ограничения бокового ветвления. Целью настоящих опытов была оценка

перспективы использования фасциированных форм в селекционном процессе для создания сортов люпина узколистного с высокими показателями зерновой части урожая, поэтому при составлении данной таблицы уделялось большое внимание сравнению групп образцов с одинаковым ветвлением между собой. За 2011–2012 годы самым большим числом бобов с растения обладал детерминантный образец ‘Куршавель’ (18,7) и фасциированный образец ‘ТСХА 253’ (13,1), также у них наблюдалось наибольшее количество семян с растения (68,5 и 47,3) и масса семян с растения (6,8 и 6,2) соответственно. По массе 1000 семян наибольшие значения отмечены у ветвистого сорта ‘Прибавны’ в 2011 году (151,5 г). У фасциированной линии ‘ТСХА 253’ данный показатель был относительно высоким на фоне исследуемых образцов: 2011 год (129 г) и 2012 год (136,9 г) соответственно.

По массе 1000 семян наибольшие значения отмечены у ветвистого сорт ‘Прибавны’ в 2011 году (151,5 г). У фасциированной линии ‘ТСХА 253’ данный показатель был относительно высоким на фоне исследуемых образцов: 2011 год (129 г) и 2012 год (136,9 г). Сравнивая 2011 и 2012 годы по основным элементам структуры урожая необходимо отметить, что в 2012 году они имеют более высокие значения по большинству показателей. Это связано с наиболее благоприятными условиями роста и развития люпина узколистного в 2012 году. Многими исследованиями подтвержден факт влияния погодных условий на продуктивность растений у люпина узколистного (Персикова, 2006).

Заключение. Предварительная оценка результатов полевых исследований 2011–2012 гг. по основным элементам структуры урожая с разным уровнем ограничения бокового ветвления позволяет говорить о хороших перспективах фасциированной формы ‘ТСХА 253’ в селекции высокоурожайных сортов люпина узколистного.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках исследований по теме «Гибридизация растений как основа эволюционных процессов и источник новых форм для практики», № госрегистрации № 126012215936-0.

Библиографический список

1. Агеева П.А., Матюхина М.В., Почутина Н.А. Селекция узколистного люпина в центральном регионе Нечернозёмной зоны России // Фундаментальные основы управления продукционным процессом для повышения экономической и энергетической эффективности АПК: материалы конф. (Орел, 5–6 декабря 2018 года). Орел: ФГБНУ ФНЦ ЗБК, 2019. С. 5–8.
2. Анохина В.С., Дебелый Г.А., Конорев П.М. Люпин: селекция, генетика, эволюция. Минск: БГУ, 2012. 271 с.
3. Воронова З.П., Дебелый Г.А. Особенности формирования вегетативной и генеративной сфер у различных форм кормового узколистного люпина в связи с селекцией на скороспелость // Сельскохозяйственная биология. 1995. № 6. С. 112–118.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Изд. 4-е, пер. и доп. – М. : Колос, 1985. – 416 с.
5. Емелев С.А., Лыбенко Е.С., Курбанов Р.Ф. Использование сортов люпина узколистного для регенерации (восстановления) почвы в условиях Кировской области // Проблемы плодородия почв в современном земледелии. Красноярск, 2024. С. 191–194.
6. Персикова Т.Ф., Цыганов А.Р., Какшинцев А.В. Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси. Минск: ИВЦ Минфина, 2006. 176 с.
7. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: учебное пособие. / Пыльнев В.В., Коновалов Ю.Б., Хупацария Т.И. и др. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 448 с.
8. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при М-ве сел.хоз-ва СССР. Вып. 1. Москва, 1985. 267 с.

ВЛИЯНИЕ ИНБРИДИНГА НА УРОВЕНЬ ПЕРВИЧНОЙ ХАЗМОГАМИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ

Коробкова В.А.², Котенко Ю.Н., Рубец В.С.^{1,2*}

¹ Главный Ботанический Сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия,

² Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Москва, Россия, *valentina.rubets50@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты изучения типа цветения пяти возделываемых сортов озимой гексаплоидной тритикале и их инбредных поколений после нескольких циклов самоопыления (I₁-I₄) в условиях Центрального района Нечерноземной зоны (ЦРНЗ). Цель работы – оценить влияние однократного и многократного инбридинга на биологию цветения озимой тритикале в условиях ЦРНЗ. Все изученные сорта озимой тритикале характеризовались очень высоким уровнем первичного хазмогамного цветения – 93–99 %. Самый высокий уровень обнаружен у первых и вторых цветков в колосках (почти 100 %). У третьих цветков процент хазмогамного цветения составлял 68–99 %, у четвертых – 52–92 %. Сорта тритикале по-разному реагировали на увеличение гомозиготности при самоопылении. Не выявлено достоверного влияния инбридинга на биологию цветения у сортов ‘Валентин’, ‘Дон’ и ‘Тимирязевская 150’. Для сортов ‘Гермес’ и ‘Немчиновский 56’ показано усиление открытого цветения вторых, третьих и четвертых цветков у поколений от второго и третьего самоопылений, что говорит о возможной депрессии ржаного генома и некоторой степени инбредной депрессии. Однако при высоком уровне открытого цветения в целом, некоторое усиление его при инбридинге представляется незначительным.

Ключевые слова: тритикале, инбридинг, инбредная депрессия, первичное цветение, хазмогамия

INFLUENCE OF INBREEDING ON THE LEVEL OF PRIMARY CHASMOGAMY IN WINTER TRITICALE IN THE CRNZ

Korobkova V.A.², Kotenko Yu.N., Rubets V.S.^{1,2*}

¹ Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow, Russia
*valentina.rubets50@gmail.com

Abstract. The results of a study of the flowering type of five cultivated hexaploid winter triticales varieties and their inbred generations after several self-pollination cycles (I₁-I₄) in the conditions of the Central region of the Non-Black Earth Zone (CRNZ) are presented. The aim of this study was to evaluate the effect of single and multiple inbreeding on flowering biology of winter triticales under the conditions of the Central Russian Region. All winter triticales varieties studied were characterized by a very high level of primary chasmogamous flowering – 93–99 %. The highest level was found in the first and second flowers in spikelets (almost 100 %). In third flowers, the percentage of chasmogamous flowering was 68–99 %, and in fourth flowers, 52–92 %. Triticales varieties responded differently to the increase in homozygosity during self-pollination. No significant effect of inbreeding on flowering biology was detected in the ‘Valentin’, ‘Don’ and ‘Timiryazevskaya 150’ varieties. For the ‘Hermes’ and ‘Nemchinovsky 56’ varieties, increased open flowering of second, third, and quadruple flowers was observed in the generations from the second and third self-pollinations, indicating possible rye genome depression and some degree of inbreeding depression. However, given the high level of open flowering in general, some increase in it with inbreeding appears to be insignificant.

Keywords: triticales, inbreeding, inbreeding depression, primary flowering, chasmogamy

Введение. Первичным способом опыления у цветковых растений считается перекрестное опыление (Первухина, 1979; Симинел, Кильчская, 1984; Лотова, 2001), поскольку оно приводит к постоянному рекомбинированию генов, повышению генетического

разнообразия, увеличению возможности отбора растений с наиболее совершенным сочетанием генов, способствующих выживанию в конкретных условиях обитания. Перекрестное опыление способствует сохранению в популяции рецессивных мутаций, оказывающих негативное воздействие на жизнеспособность. При самоопылении может наблюдаться явление инбредной депрессии вследствие перехода летальных и сублетальных рецессивных в гомозиготное состояние. Одним из проявления инбредной депрессии может быть изменение биологии цветения в сторону увеличения хазмогамного (открытого) цветения (Дударева, 2005).

Тритикале в целом является самоопыляющейся культурой, однако она склонна к небольшому факультативному перекрестному опылению, что снижает сортовые качества семян семеноводческих посевов. Создание линейных сортов этой культуры напрямую связано с ясным ответом на вопрос – имеется ли инбредная депрессия у нее или нет. Среди исследователей этого явления нет единого мнения по этому вопросу (Максимова и др., 1980; Карпачев, Шевченко, 1985; Дударева, 2005). Возможно, различия связаны с влиянием природно-климатических условий места выполнения работы, поскольку степень спонтанного перекрестного опыления у различных культур (в т.ч. и тритикале) сильно модифицируется условиями вегетации.

Цель работы – оценить влияние однократного и многократного инбридинга на биологию цветения озимой тритикале в условиях ЦРНЗ.

Материал и методы. Материалом для исследований служили пять сортов озимой гексаплоидной тритикале: ‘Валентин’, ‘Тимирязевская 150’, созданные в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева, ‘Немчиновский 56’ и ‘Гермес’ селекции ФИЦ «Немчиновка» и ‘Дон’ селекции Федерального Ростовского аграрного научного Центра.

Методы. Инбредные поколения получали путем последовательной изоляции в течение 4 лет 20 типичных для сорта колосьев индивидуальными пергаментными изоляторами в фазу колошения. По окончании фазы цветения изоляторы снимали, предварительно маркировав самоопыленные соцветия, чтобы не создавались нетипичные условия для формирования зерна. В целом по опыту было изолировано свыше 1000 колосьев.

Сравнение исходных сортов и их инбредных линий проводили в условиях полевого опыта. Для посева использовали семена, полученные непосредственно путем искусственного самоопыления, наряду с семенами исходных сортов, которые никогда не подвергались инбридингу. Площадь делянки 1 м², норма высева семян 300 шт./м², повторность трехкратная, размещение систематическое.

Тип цветения определяли методом А.П. Горина (1950) для пшеницы. Он заключается в подсчете числа пыльников в цветках только что отцветших колосьев. Наличие в цветке всех трех пыльников означает закрытый тип цветения (клейстогамный), отсутствие хотя бы одного – открытый (хазмогамный). Описанным выше способом было проанализировано по 5 колосьев на всех 50-ти делянках.

Результаты и обсуждение. Одним из проявлений инбредной депрессии считают повышение уровня первичной хазмогамии у потомств от самоопыления. Полагают, что это приводит к большей вероятности попадания чужой пыльцы и повышения гетерозиготности потомства (Дударева, 2005). Известно также, что в колоске не все цветки раскрываются одинаково. Самый высокий уровень хазмогамии отмечают у первых и вторых цветков колоска, несколько ниже – у третьих, и самый низкий – у четвертых и пятых цветков колоска (Горин, 1950; Максимов, 1966; Латыпов, 1971; Дорофеев, 1990).

В наших опытах все сорта тритикале показали очень высокий уровень первичной хазмогамии, как в контроле, так и у инбредных потомств (Рис. 1–5). Так, свыше 95 % первых и вторых цветков в колоске цвели открыто. Самый низкий уровень отмечен у четвертых цветков, но и он составлял 65–75 %.

У разных сортов уровень первичной хазмогамии по отдельным цветкам колоска различался. У сорта ‘Гермес’ почти все первые цветки в колоске цвели одинаково хазмогамно независимо от инбридинга (Рис. 1). Первичная хазмогамия наблюдалась более, чем у 95 % вторых цветков в колоске. Однако у инбредных потомств процент хазмогамного цветения второго и, особенно, третьего и четвертого цветков достоверно выше, чем в контроле. В целом по колосу различий не наблюдалось.

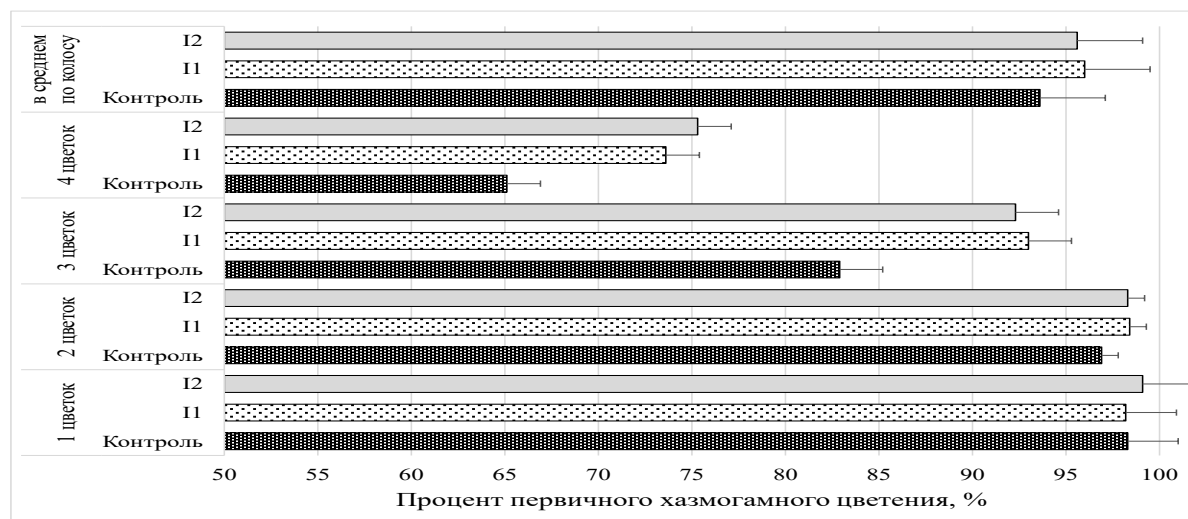


Рисунок 1. Процент первичного хазмогамного цветения сорта ‘Гермес’: Контроль – исходный сорт; I₁ – первое инбредное поколение; I₂ – второе инбредное поколение (Планки погрешностей – это значения НСР₀₅ в пределах одноименных цветков)

У сорта ‘Валентин’ почти все первые и вторые цветки в колосках цветут одинаково хазмогамно независимо от поколения инбридинга (Рис. 2). У третьих и четвертых цветков первичная хазмогамия снизилась до 84–92 %. Инбредные линии не отличались от контроля. Только у второго инбредного поколения первично хазмогамное цветение усилилось в сравнении с контролем и первым инбредным поколением. В целом можно отметить отсутствие влияния инбридинга на биологию цветения сорта ‘Валентин’.

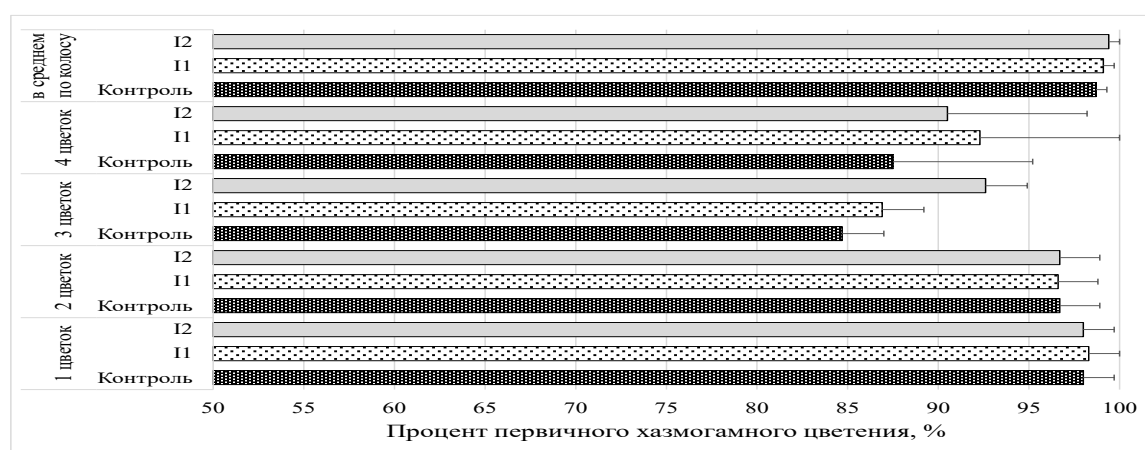


Рисунок 2. Процент первичного хазмогамного цветения сорта ‘Валентин’: Контроль – исходный сорт; I₁ – первое инбредное поколение; I₂ – второе инбредное поколение (Планки погрешностей – это значения НСР₀₅ в пределах одноименных цветков)

У сорта ‘Дон’ процент хазмогамного цветения первых цветков в колоске приближался к 100 (Рис. 3). Отмечено некоторое снижение доли открытого цветения у второго и третьего

инбредных поколений. Относительно остальных цветков трудно сделать однозначные выводы. Так, у первого и третьего поколений инбридинга отмечено достоверно меньше хазмогамных цветков, чем в контроле, а у второго поколения – достоверно больше. В целом не выявлено ясной картины влияния инбридинга на биологию цветения сорта ‘Дон’.

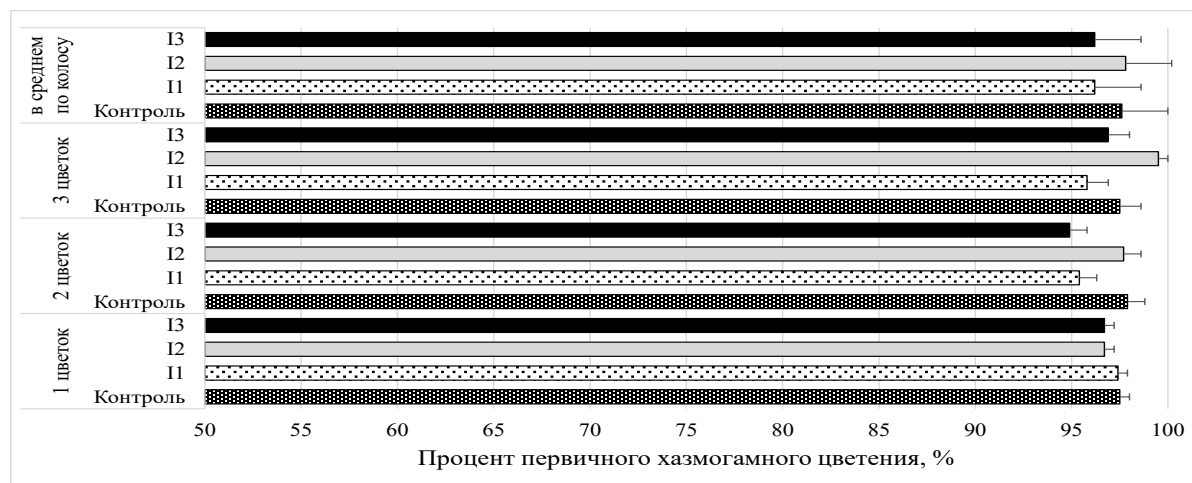


Рисунок 3. Процент первичного хазмогамного цветения сорта ‘Дон’: Контроль – исходный сорт; I₁ – первое инбредное поколение; I₂ – второе инбредное поколение; I₃ – третье инбредное поколение (Планки погрешностей – это значения НСР₀₅ в пределах одноименных цветков)

У сорта ‘Немчиновский 56’ почти все первые цветки в колоске цвели открыто независимо от поколения инбридинга (Рис. 4). Зато у поколений от второго и третьего самоопыления произошло усиление открытого цветения вторых и третьих цветков. В среднем по колосу не выявлено влияния самоопыления на биологию цветения сорта ‘Немчиновский 56’. Таким образом, у сорта ‘Немчиновский 56’ проявились некоторые признаки инбредной депрессии после второго и третьего самоопыления.



Рисунок 4. Процент первичного хазмогамного цветения сорта ‘Немчиновский 56’: Контроль – исходный сорт; I₁ – первое инбредное поколение; I₂ – второе инбредное поколение; I₃ – третье инбредное поколение (Планки погрешностей – это значения НСР₀₅ в пределах одноименных цветков)

У сорта ‘Тимирязевская 150’ не выявлено достоверного усиления хазмогамного цветения при инбридинге (Рис. 5). Это свидетельствует в пользу утверждения об отсутствии инбредной депрессии у тритикале.



Рисунок 5. Процент первичного хазмогамного цветения сорта ‘Тимирязевская 150’: Контроль – исходный сорт; I₁ – первое инбредное поколение; I₄ – четвертое инбредное поколение (Планки погрешностей – это значения НСР₀₅ в пределах одноименных цветков)

Заключение. Все изученные сорта озимой тритикале характеризовались очень высоким уровнем первичного хазмогамного цветения – 93–99 %. Сильнее всего раскрывались первые и вторые цветки в колосках. У третьих цветков процент хазмогамного цветения составлял 68–99 %, у четвертых – 52–92 %. Не выявлено достоверного влияния инбридинга на биологию цветения у сортов ‘Валентин’, ‘Дон’ и ‘Тимирязевская 150’. Для сортов ‘Гермес’ и ‘Немчиновский 56’ показано усиление открытого цветения вторых, третьих и четвертых цветков у поколений от второго и третьего самоопылений, что говорит о возможной депрессии ржаного генома и некоторой степени инбредной депрессии.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках Госзадания ГБС РАН «Теория и принципы разработки высокопродуктивных, экологически безопасных поливидовых агрофитоценозов, в том числе с использованием новых видов культурных растений, полученных методом отдаленной гибридизации» (№ 126012715971-6)

Библиографический список

1. Горин, А. П. Биология цветения и естественной гибридизации у пшеницы: дисс. ... докт. с.-х. наук. – М., 1950. – 295 с.
2. Дорофеев, В. Ф. Цветение, опыление и гибридизация растений / В. Ф. Дорофеев, Ю. П. Лаптев, Н. М. Чекалин. – М.: Агропромиздат, 1990. – 144 с.
3. Дударева, О. В. Биологические особенности репродуктивной системы тритикале и их использование в селекции на озерненность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. / Оксана Вячеславовна Дударева. – Брянск, 2005. – 18 с.
4. Карпачев, В. В. Биология цветения и инкухт-толерантность тритикале / В. В. Карпачев, В. Е. Шевченко // Научные основы селекции сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ. – Каменная Степь, 1985. – С. 38–51.
5. Латыпов, А. З. Биология цветения видов рода *Triticum* / А. З. Латыпов, В. И. Апель // Биология цветения, опыления и оплодотворения видов пшениц: сб. науч. трудов. – Т. 75. – Горки, 1971. – С. 3–20.

6. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
7. Максимов, И. Л. Цветение и опыление твердой, мягкой и некоторых других видов озимой пшеницы в Подмосковье: дис. ... канд. биол. наук / И. Л. Максимов. – М., 1966. – 187 с.
8. Максимова, В. И. Влияние способов опыления на озерненность гексаплоидных тритикале / В. И. Максимова, Г. Н. Максимов, А. Ф. Шулындин // Научно-технич. бюл. ВСГИ. – Одесса, 1980. – Вып. 44. – С. 38–42.
9. Первухина, Н. В. Околоцветник покрытосеменных / Н. В. Первухина. – Л.: Наука, 1979. – 110 с.
10. Симинел, В. Д. Особенности биологии цветения, опыления и оплодотворения тритикале / В. Д. Симинел, О. С. Кильчевская. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 152 с.

КИТАЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ БАНК ЗАРОДЫШЕВОЙ ПЛАЗМЫ РАСТЕНИЙ: КЛЮЧЕВОЙ МЕХАНИЗМ СОХРАНЕНИЯ *EX-SITU* В НАЦИОНАЛЬНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ КИТАЯ

Ли Айхуа

Китайский национальный ботанический сад (Северный сад), Пекин, Китай
liaihua@chnbg.cn

CHINA NATIONAL PLANT GERMPLASM BANK: A KEY LEVER FOR *EX SITU* CONSERVATION IN CHINA NATIONAL BOTANICAL GARDEN

Li Aihua

China National Botanical Garden (North Garden), Beijing, China,
liaihua@chnbg.cn

Abstract. To enhance coordination between *ex situ* and *in situ* plant conservation, the China National Botanical Garden (CNBG) was established in 2022. As a key instrument for *ex situ* conservation, the National Plant Germplasm Bank (NPGB) is built in the North Garden of CNBG in Beijing and is scheduled for completion and operation by the end of 2026. The NPGB will be equipped with multiple preservation units, including a seed bank, an *in vitro* tissue bank, a DNA bank, a cryopreservation bank, and a living collection nursery, ensuring comprehensive preservation of diverse plant germplasm. The bank aims to acquire 2 million accessions of global plant germplasm, representing 80% of China's higher plant species, thus guaranteeing the long-term secure preservation of China's threatened and endemic species, along with rare and endangered plant germplasm from around the world. The NPGB will feature five core functional sections: (i) plant collection and preservation; (ii) restoration programme; (iii) scientific research; (iv) public education; and (v) international collaboration and exchange. The bank will establish a scientific, efficient system for the *ex situ* conservation and utilization of plant germplasm and will thereby strengthen China's biodiversity conservation efforts.

Keywords: plant diversity, plant conservation, China National Botanical Garden, China National Plant Germplasm Bank, seed bank, threatened

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ РАЗНЫХ ЭТАПОВ СЕЛЕКЦИИ

Ляшков И.В., Крохмаль А.В., Балахонский М.А.

ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Ростовская область, Аксайский район, посёлок Рассвет, Россия, i.lyashkov@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследований продуктивности, элементов структуры урожая и показателей качества трёх групп сортов разных периодов селекции. Цель исследований – провести ретроспективную оценку сортов озимой тритикале различных периодов селекции в условиях северо-западной зоны Ростовской области. В ходе опыта установлена высокая потенциальная продуктивность новых сортов озимой тритикале ‘Ариэль 21’, ‘Кураж 88’, ‘Кларнет’, а также определены корреляционные связи урожайности зерна озимой тритикале с элементами продуктивности и показателями качества. Установлено в первой группе сортов сильная прямая сопряжённость урожайности с массой зерна с растения ($r = 0,93$). У второй группы сортов прямая сопряжённость урожайности была только с числом зёрен в колосе и колоске ($r = 0,77$). С массой 1000 зёрен у второй группы наблюдалась сильная обратная зависимость ($r = -0,73$). У третьей группы сортов сильная прямая сопряжённость урожайности была с массой зерна с колоса, с числом зёрен в колоске и с массой 1000 зёрен ($r = 0,81-0,95$).

Ключевые слова: озимая тритикале, сорт, ретроспективный анализ, урожайность

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF WINTER TRITICALE VARIETIES AT DIFFERENT STAGES OF BREEDING

Lyashkov I.V., Krokhmal A.V., Balakhonsky M.A.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Rostov Agrarian Scientific Center"

Rassvet Village, Aksaysky District, Rostov Region, Russia, i.lyashkov@yandex.ru

Abstract. This article examines the results of studies on productivity, yield structure elements, and quality indicators of three groups of varieties from different stages of breeding. The objective of this study was to retrospectively evaluate winter triticale varieties from different breeding periods in the northwestern Rostov Region. The high productivity potential of the new winter triticale varieties Ariel 21, Courage 88, and Clarinet was established. Correlations between winter triticale grain yield, productivity factors, and quality indicators were also determined. A strong direct correlation between yield and grain weight per plant ($r = 0.93$) was found in the first group of varieties. For the second group of varieties, yield was only directly correlated with the number of grains per ear and spikelet ($r = 0.77$). A strong inverse correlation was observed with 1,000-grain weight in the second group ($r = -0.73$). The third group of varieties showed a strong direct correlation between yield and grain weight per spike, number of grains per spike, and 1,000-grain weight ($r=0.81-0.95$).

Keywords: winter triticale, variety, retrospective analysis, yield

Введение. Создание тритикале – крупный экспериментальный формо- и видообразовательный процесс в эволюции хлебных злаков. Молодая культура, в сравнении с традиционными культурами, тритикале, обладая рядом ценных качеств, с каждым годом привлекает всё большее внимание как селекционеров и генетиков, так и специалистов агропроизводства (Пономарёв, 2020).

Всесторонним изучением и селекцией озимой тритикале занимаются научные учреждения как в России, так и в зарубежных странах. Значение для селекции и необходимость проведения ретроспективного анализа сортов подчёркивают многие учёные (Потапова, 2022).

Цель исследований – провести ретроспективную оценку сортов озимой тритикале селекции разных этапов, определить вектор изменения параметров урожайности, обуславливающих продуктивность сорта.

Материалы и методы исследования. Исследования были выполнены в отделе селекции и семеноводства пшеницы и тритикале ФГБНУ ФРАНЦ в 2023–2025 гг. (селекционный севооборот близ посёлка Донская Нива Тарасовского района Ростовской области). Почва опытного участка представлена чернозёмом южным карбонатным среднесильным. Мощность гумусового горизонта 60–70 см. Количество гумуса в пахотном слое находится в пределах 3 %. Количество подвижных форм макроэлементов в пахотном слое почвы было следующим: общий азот ($N-NO_3 + N-NH_4$) – 30 мг/кг почвы, фосфор (P_2O_5) – 18 мг/кг, калий (K_2O) – 320 мг/кг. Величина pH в гумусовом горизонте была на уровне 7,0–7,8.

Продолжительность вегетационного периода (периода с температурами выше +5 °C) в среднем составляет 200 дней. Период активной вегетации (температуры выше +10 °C) равен 158–170 дней. Продолжительность безморозного периода составляет 160–175 дней. Первые осенние заморозки начинаются обычно в октябре. Весенние заморозки продолжаются до конца апреля, а в отдельные годы – до второй декады мая (Бирюков, 2021). Для данного региона характерна сумма активных температур в пределах 3000–3200 °C и среднегодовое количество осадков 451 мм.

Предшественник – чёрный пар. Срок посева оптимальный (середина сентября) с нормой высева 4 млн./га. Глубина заделки семян 4–5 см. Площадь делянки – 5,25 м², повторность опыта трёхкратная. Стандарт – сорт ‘Венец’. Основное удобрение (аммофос, $N_{12}P_{52}$) вносили осенью под основную обработку почвы (вспашка на глубину 20 см) в количестве 200 кг/га. Ранневесеннюю подкормку проводили аммиачной селитрой 150 кг/га (52 кг/га д.в.) прикорневым способом при физической спелости почвы в фазе кущения тритикале.

Учёт урожая тритикале вели поделочно, прямым комбайнированием в фазе полной спелости зерна комбайном Сампо 130.

В течение 2022–2023 сельскохозяйственного года в период с сентября по июнь выпало 594 мм осадков, а в 2023–2024 – 502 мм. Весной 2024 года наблюдалась засуха с возвратными заморозками в конце апреля – начале мая до -8 °C, а также засуха была в течение всего 2024 года до конца вегетации.

Объект исследований – сорта озимой тритикале селекции ФГБНУ ФРАНЦ. Было выделено три группы сортов.

Первая группа (сорта, внесённые в Госреестр РФ в 1995–2006 гг.): ‘ТИ-17’, ‘Каприз’, ‘Кентавр’, ‘Дон’, ‘Корнет’.

Вторая группа (2015–2018 гг.): ‘Донслав’, ‘Сколот’, ‘Атаман Платов’, ‘Пилигрим’, ‘Рамзай’.

Третья группа (2019–2024 год): ‘Аргус’, ‘Арион’, ‘Ариэль 21’, ‘Кураж 88’, ‘Кларнет’.

Краткая характеристика изученных сортов.

‘ТИ 17’. Сорт среднерослый, устойчив к полеганию. Предназначен для возделывания по средним агрофонам. Можно использовать в хлебопечении и кондитерском производстве. Сорт ультраскороспелый.

‘Каприз’. Высота соломины 95–110 см. Характеризуется высокой морозо- и зимостойкостью, выдерживает -21 °C на глубине узла кущения. Пригоден для использования в хлебопечении и в комбикормовом производстве. Сорт ультраскороспелый.

‘Кентавр’. Сорт низкорослый, имеет прочную соломинку, не полегает. Сочетает высокую зимостойкость с жаро- и засухоустойчивостью. Отзывчив на повышение плодородия почвы.

‘Дон’. Сорт низкорослый, устойчивость к полеганию составляет 9 баллов. Имеет хорошо выполненное зерно средней величины, используемое в хлебопекарном и кондитерском производстве, а также для приготовления комбикормов.

‘Корнет’. Высота соломины 90–125 см, потенциал продуктивности сорта – более 10 т/га. Предназначен для возделывания по интенсивным технологиям. Может использоваться в бродильном производстве и для приготовления комбикормов.

‘Донслав’. Высота соломины 93–110 см. Потенциал продуктивности более 10 т/га. Имеет высокий уровень морозозимостойкости, устойчив к майским заморозкам.

‘Сколот’. Высота соломины 103–114 см. Сорт имеет среднее содержание белка в зерне. Может быть использован как в кондитерской, комбикормовой, хлебопекарной и бродильной промышленности. Характеризуется высоким уровнем морозостойкости, устойчив к майским заморозкам.

‘Атаман Платов’. Высота соломины 70–90 см. Устойчивость к полеганию высокая. Потенциал продуктивности более 10 т/га. Может быть использован в хлебопекарной и комбикормовой промышленности. Не повреждается ледяными корками толщиной 2–3 см, а также возвратными заморозками в мае.

‘Пилигрим’. Высота соломина 90–100 см. Устойчивость к полеганию высокая. Потенциал продуктивности сорта более 10 т/га. Высокую продуктивность сорт формирует за счёт высоких показателей продуктивности колоса. Сорт может быть использован в кондитерской, бродильной промышленности, а также для получения крахмалопродуктов.

‘Рамзай’. Высота соломины 70–95 см. Потенциал продуктивности сорта более 10 т/га. Сорт имеет высокое содержание белка в зерне до 15,3 %, а также высокое содержание каротиноидов. Может быть использован как в производстве крупы и макарон, так и в комбикормовой, кондитерской и хлебопекарной промышленности при добавлении пшеничной муки.

‘Аргус’. Высота соломины 95–120 см. Устойчивость к полеганию высокая. Потенциал продуктивности более 10 т/га зерна. Может быть использован как в хлебопекарной, так и в кондитерской, комбикормовой промышленности и в производстве крахмалопродуктов.

‘Арион’. Высота соломины 90–120 см. В среднем за 2018–2020 гг. урожайность составила 9 т/га. Может быть использован в хлебопекарной, кондитерской, комбикормовой промышленности и в производстве крахмалопродуктов. Отзывчив на внесение всех видов удобрений.

‘Ариэль 21’. Высота соломины 80–105 см. В среднем за 2019–2021 гг. урожайность составила 9,32 т/га. Может быть использован в кондитерской, комбикормовой, хлебопекарной промышленности, а также в производстве крахмалопродуктов. Отзывчив на внесение всех видов удобрений.

‘Кураж 88’. Высота соломины 90–115 см. Устойчивость к полеганию высокая. В среднем за 2019–2021 гг. урожайность составила 9,25 т/га. Может быть использован в хлебопекарной, кондитерской, комбикормовой промышленности, а также в производстве крахмалопродуктов. Имеет преимущество при поздних сроках посева.

‘Кларнет’. Высота соломины 83–104 см. В среднем за 2020–2022 гг. урожайность составила 10,26 т/га. Сорт характеризуется очень высокой морозостойкостью. Может быть использован в хлебопекарной промышленности при добавлении пшеничной муки, в кондитерской, комбикормовой промышленности, а также в производстве крахмалопродуктов. Выделяется высокой отзывчивостью на внесение всех видов удобрений. Имеет преимущество при поздних сроках посева (Клименко, 2024).

Результаты исследований. В результате проведённых исследований было установлено, что средняя урожайность сортов первой группы составила 5,51 т/га, второй группы – 6,22 т/га и третьей группы – 7,19 т/га. Достоверная прибавка урожая к стандарту в 2023 г. была только у сортов из третьей группы и составила 1,78–3,36 т/га. В 2024 г. прибавка урожая в первой группе получена только у сортов ‘Кентавр’, ‘Дон’ и ‘Корнет’ (2,06–2,48 т/га), у второй группы прибавка отмечалась по всем сортам (1,96–3,69 т/га), а в третьей группе – у сортов ‘Ариэль 21’, ‘Кураж 88’ и ‘Кларнет’ (2,35–2,99 т/га). В 2025 г. прибавка урожая была только у второй (‘Донслав’ и ‘Сколот’ с прибавками 1,51 и 1,42 т/га) и третьей группы (1,73–2,21). Следует отметить, что сорт ‘Кларнет’ из третьей группы сформировал наибольший урожай в среднем за годы изучения во всём опыте – 7,63 т/га. Наиболее перспективными сортами следует считать сорта из третьей группы, как самые высокоурожайные (Табл. 1).

Таблица 1. Урожайность озимой тритикале трёх групп сортов разных периодов селекции (2023-2025 гг.)

Сорт (А)	Год исследований (В)				Прибавка к стандарту			
	2023	2024	2025	Хср.	2023	2024	2025	Хср.
‘Венец’, St	7,06	3,48	4,45	5,00	-	-	-	-
‘ТИ-17’	6,04	3,68	4,71	4,81	-1,02	0,20	0,26	-0,19
‘Каприз’	6,83	3,33	5,12	5,09	-0,23	-0,15	0,67	0,10
‘Кентавр’	7,02	5,90	5,15	6,02	-0,04	2,42*	0,70	1,03
‘Дон’	7,00	5,96	5,74	6,23	-0,06	2,48*	1,29	1,24
‘Корнет’	7,46	5,54	4,64	5,88	0,40	2,06*	0,19	0,88
Среднее 1 гр.	6,90	4,65	4,97	5,51	-0,19	1,40*	0,62	0,61
‘Донслав’	7,48	7,17	5,96	6,87	0,42	3,69*	1,51*	1,87*
‘Сколот’	6,82	5,54	5,87	6,08	-0,24	2,06*	1,42*	1,08
‘Атаман Платов’	7,52	5,68	5,61	6,27	0,46	2,20*	1,16	1,27
‘Пилигрим’	7,25	5,68	5,65	6,19	0,19	2,20*	1,20	1,20
‘Рамзай’	6,23	5,44	5,35	5,67	-0,83	1,96*	0,90	0,68
Среднее 2 гр.	7,06	5,90	5,69	6,22	0	2,42*	1,24	1,22
‘Аргус’	8,84	4,30	6,48	6,54	1,78*	0,82	2,03*	1,54*
‘Арион’	10,42	4,50	6,18	7,03	3,36*	1,02	1,73*	2,04*
‘Ариэль 21’	9,43	5,83	6,32	7,19	2,37*	2,35*	1,87*	2,20*
‘Кураж 88’	9,72	6,29	6,66	7,56	2,66*	2,81*	2,21*	2,56*
‘Кларнет’	9,84	6,47	6,57	7,63	2,78*	2,99*	2,12*	2,63*
Среднее 3 гр.	9,65	5,48	6,44	7,19	2,59*	2,00*	1,99*	2,19*

Примечание. НСР₀₅ (А) = 1,40, НСР₀₅ (В) = 0,61, влияние фактора А = 29,3 %, влияние фактора В = 52,0 %, взаимодействие факторов = 18,6 %, * – достоверная прибавка урожайности.

Средняя высота растений всех трёх групп сортов была примерно на одном уровне (94 см). Но, некоторые сорта (‘ТИ-17,’ ‘Корнет’, ‘Сколот’ и ‘Арион’) превысили стандарт на 8–18 см. Длина колоса в среднем была от 9,0 до 11,8 см, превышение стандарта было по всем сортам кроме сортов ‘ТИ-17’ и ‘Каприз’. По количеству колосков в колосе превышение стандарта было по всем сортам кроме ‘ТИ-17’ и ‘Каприз’ (Табл. 2).

Продуктивная кустистость всех сортов была примерно на одном уровне и составила 3,0. Наибольшая масса зерна с растения (3,7–3,8 г) наблюдалась у сортов ‘Дон’ и ‘Кентавр’. В целом озернённость колоска у всех сортов была низкой. Масса зерна с колоса и число зёрен в колосе с каждым поколением возрастало в среднем от 1,18 г до 1,61 г по первому признаку и от 25,4 до 32,5 по второму признаку. Число зёрен в колоске также увеличивалось с каждым поколением от 1,01 до 1,10. Повышение озернённости колоса в целом и колоска в частности у вновь создаваемых сортов – это тот резерв, за счёт которого можно повысить продуктивность. Масса 1000 семян у всех сортов была примерно на одном уровне, за исключением сорта ‘Донслав’ с наименьшим значением в 39,4 г и сорта ‘Кураж 88’ с максимальным весом 51,1 г (табл. 3).

Характеризуя группы в целом, можно отметить, что в процессе селекции выросла масса зерна с колоса, увеличилось количество зёрен в колосе и в колоске. Таким образом установлено, что сорта первой группы формируют урожай за счёт массы зерна с растения. Сорта второй и третьей группы формируют урожай за счёт массы зерна и озернённости колоса и колоска.

Таблица 2. Элементы структуры урожая озимой тритикале трёх групп сортов разных периодов селекции (2023-2025 гг.)

Сорт	Высота растений, см	$\pm$ к St	Длина колоса, см	$\pm$ к St	Число колосков в колосе, шт.	$\pm$ к St
‘Венец’, St	90	-	9,0	-	23	-
‘ТИ-17’	108	18	9,5	0,5	24	1
‘Каприз’	95	5	9,0	0	23	0
‘Кентавр’	87	-3	11,2	2,2	26	3
‘Дон’	84	-6	10,1	1,1	27	4
‘Корнет’	98	8	10,5	1,5	27	4
Среднее 1 гр.	94	4	10,1	1,1	25	2
‘Донслав’	92	2	10,3	1,3	28	5
‘Сколот’	98	8	11,4	2,4	28	5
‘Атаман Платов’	90	0	11,3	2,3	30	7
‘Пилигрим’	89	-1	10,8	1,8	28	5
‘Рамзай’	95	5	11,0	2,0	28	5
Среднее 2 гр.	93	3	11,0	2,0	28	5
‘Аргус’	93	3	11,5	2,5	28	5
‘Арион’	101	11	11,8	2,8	31	8
‘Ариэль 21’	92	2	11,3	2,3	28	5
‘Кураж 88’	96	6	11,1	2,1	27	4
‘Кларнет’	86	-4	11,4	2,4	26	3
Среднее 3 гр.	94	4	11,4	2,4	28	5
НСР ₀₅	8		0,9		2	

Таблица 3. Элементы продуктивности трёх групп сортов (2023-2025)

Сорт	ПС	ПК	МЗР, г	МЗК, г	ЧЗК	ЧЗк	М ₁₀₀₀ , г
‘ТИ-17’	356	2,9	3,2	1,14	24,9	1,04	45,9
‘Каприз’	522	3,2	3,2	1,02	22,8	1,01	45,0
‘Кентавр’	489	2,8	3,8	1,38	29,2	1,12	47,4
‘Дон’	467	3,2	3,7	1,17	26,5	1,00	44,2
‘Корнет’	497	3,0	3,5	1,17	23,7	0,86	49,1
Среднее 1 группы	466	3,0	3,5	1,18	25,4	1,01	46,3
‘Донслав’	501	3,2	3,2	1,43	36,4	1,32	39,4
‘Сколот’	491	3,0	3,0	1,30	30,5	1,08	42,3
‘Атаман Платов’	440	2,8	2,8	1,43	30,6	1,04	46,8
‘Пилигрим’	375	2,4	2,4	1,21	25,7	0,93	47,6
‘Рамзай’	438	2,6	2,6	1,34	28,0	1,01	47,7
Среднее 2 группы	449	2,8	2,8	1,34	30,2	1,08	44,8
‘Аргус’	479	3,0	3,0	1,36	28,8	1,05	47,3
‘Арион’	503	2,9	2,9	1,54	32,0	1,01	48,3
‘Ариэль 21’	303	3,0	3,0	1,65	32,8	0,79	50,3
‘Кураж 88’	468	2,9	2,9	1,62	31,8	1,19	51,1
‘Кларнет’	491	3,1	3,1	1,88	37,2	1,48	50,8
Среднее 3 группы	449	3,0	3,0	1,61	32,5	1,10	49,6
НСР ₀₅	117	0,7	1,2	0,39	7,6	0,35	5,7

Примечание. ПС – продуктивный стеблестой, ПК – продуктивная кустистость, МЗР – масса зерна с растения, г МЗК – масса зерна с колоса, г ЧЗК – число зёрен в колосе, ЧЗк – число зёрен в колоске, М₁₀₀₀ – масса 1000 зёрен, г.

Также провели анализ взаимосвязи элементов продуктивности путём определения корреляционных связей с урожайностью. У первой группы сортов наиболее сильная зависимость урожайности наблюдалось с массой зерна с растения ($r = 0,93$). У второй группы сортов – с числом зёрен в колосе и в колоске ($r = 0,77$), а у третьей группы – с массой зерна с колоса, с числом зёрен в колосе и с массой 1000 ($r = 0,81–0,95$). Причём у второй группы отмечалась сильная обратная корреляция урожайности с массой 1000 зёрен которая составила $-0,73$ (Рис.).

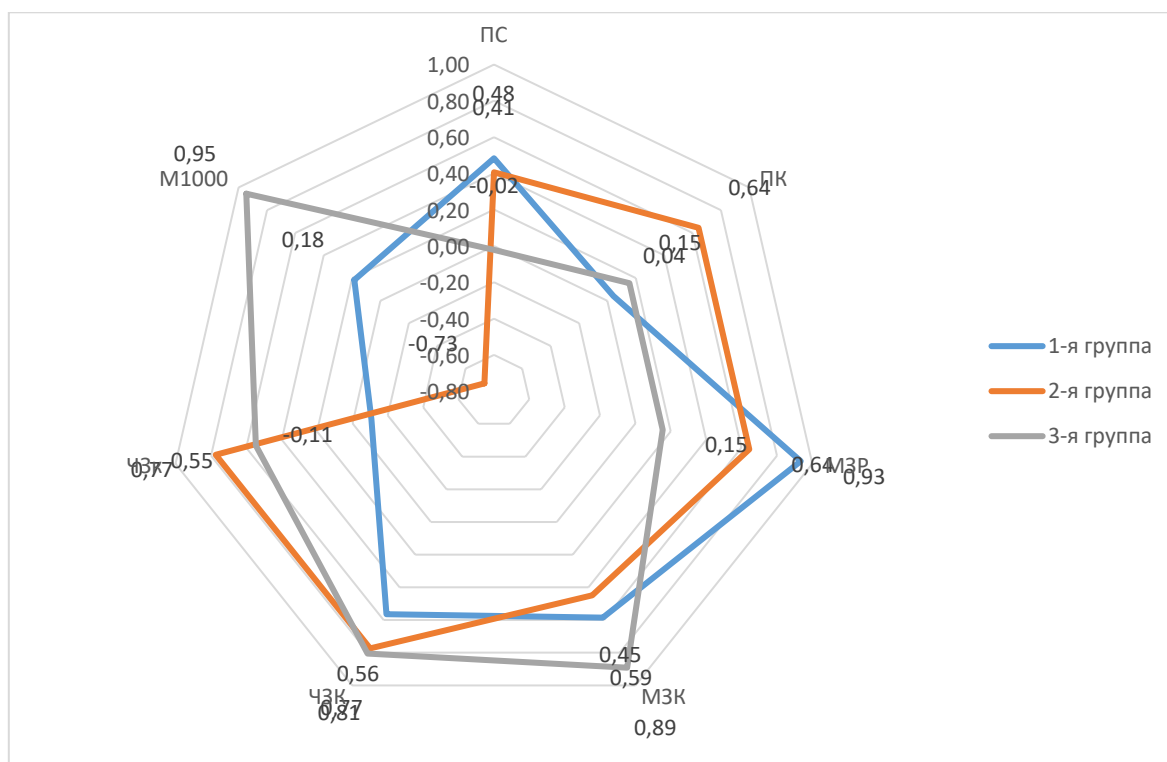


Рисунок. Коэффициенты корреляции элементов продуктивности трёх групп сортов озимой тритикале с урожайностью, 2023–2025 гг.

Анализируя взаимосвязи между самими элементами продуктивности, можно отметить, что у сортов первой группы установлена сильная отрицательная зависимость между продуктивной кустистостью и массой зерна с колоса и массой 1000 зёрен ($r = -0,74$ и $r = -0,84$), то есть при повышении кустистости у этих сортов мельчает колос и снижается крупность зерна. У сортов второй группы продуктивная кустистость также отрицательно коррелировала с массой 1000 зёрен, а масса 1000 зёрен – с озернённостью колоса и колоска. По мнению Хангильдина и Бирюкова (1984), это означает, что между этими признаками существует конкуренция за ресурс. То есть повышение озернённости у сортов первой и второй группы ведёт к формированию более мелкого зерна.

У сортов третьей группы сильных отрицательных взаимосвязей между компонентами продуктивности не выявлено. То есть у этих сортов компенсационная нагрузка равномерно распределяется на все компоненты продуктивности.

Выводы. Таким образом, можно заключить, что в процессе селекции выросла продуктивность сортов. Увеличился показатель – масса зерна с колоса. Значительно увеличилась озернённость колоса при сравнении первой и второй и третьей группами. В первой

группе установлена сильная сопряжённость продуктивности с массой зерна с растения ($r = 0,93$). Во второй группе влияние отдельных элементов урожайности на урожай перераспределились. Тесная взаимосвязь у сортов второй группы установлена с числом зёрен в колосе и колоске ($r = 0,77$). Продуктивность сортов третьей группы сильно коррелировала с массой зерна с колоса, с числом зёрен в колосе и с массой 1000 зёрен ($r = 0,81-0,95$). Причём у второй группы отмечалась сильная обратная корреляция урожайности с массой 1000 зёрен которая составила $-0,73$.

Наибольший интерес для селекции представляет сорт 'Пилигрим' (короткостебельный) и сорт 'Кларнет' (высокоурожайный).

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематического плана ФГБНУ ФРАНЦ № FNFZ-2022-0002.

Библиографический список

1. Бирюков К.Н., Фоменко М.А., Бирюкова О.В., Ляшков И.В. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность новых сортов озимой пшеницы при усилении флуктуации климата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. №3 (89). С. 47-52. DOI: [10.37670/2073-0853-2021-89-3-47-52](https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-89-3-47-52). (eLIBRARY ID: 46363695).
2. Клименко А.И., Гринько А.В., Фоменко М.А., Крохмаль А.В., Кадушкина В.П., Коробова Н.А. Сорта полевых культур (каталог). – Ростов-на-Дону: «Издательство Юг», 2024. – 204 с. DOI: [10.34924/FRARC.2024.46.88.001](https://doi.org/10.34924/FRARC.2024.46.88.001)
3. Пономарёв С.Н., Пономарёва М.Л., Фомин С.И., Маннапова Г.С., Гильмуллина Л.Ф. Изменчивость высоты растений и урожайность зерна коллекционных образцов озимой тритикале // Вестник Казанского ГАУ. – 2020. – № 2(58). – С. 42-48. DOI: [10.12737/2073-0462-2020-42-48](https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-42-48)
4. Потапова Г.Н., Зобнина Н.Л., Безгодов А.В., Иванова М.С. Перспективный исходный материал для селекции озимой тритикале в условиях Среднего Урала // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – № 183(4). – С. 88-96. DOI: [10.30901/2227-8834-2022-4-88-96](https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-4-88-96)
5. Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. — Одесса: ВСГИ, 1984. — № 1. — С. 67–76

НАУЧНАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ СОХРАНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ, ПРИНАДЛЕЖАЩИХ К ПОДСЕМЕЙСТВУ *VALERIANOIDEAE* RAF. В НАХИЧЕВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Мамедова У.¹, Талибов Т.², Мовсумова Н.¹

¹ Биологический факультет Института ботаники Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан, ulkar20@gmail.com, movsumovanuri@yahoo.com;

² Биологический факультет Нахичеванского государственного университета, Институт биоресурсов, Нахичевань, Азербайджан, t_talibov@mail.ru

Аннотация. В статье представлено исследование, посвященное изучению современного статуса видов, принадлежащих к подсемейству *Valerianoideae* Raf. в природе на фоне глобального изменения климата в последние годы, проводится мониторинг процессов цветения и плодоношения видов с акцентом на петрофитные виды, в биотопах, и выявляется, что некоторые виды находятся в критическом состоянии. Метеорологические данные за последние 5 лет получены от Министерства экологии и природных ресурсов Нахичеванской Автономной Республики, отобраны изучаемые виды, определены маршруты и проведены наблюдения за ранними весенними видами. В контексте глобального изменения климата виды в скалистых биотопах понесли наибольший ущерб в природе. Были отобраны виды *Valeriana erotica* Christenh. & Byng, *Valeriana sisymbriifolia* Vahl из рода *Valeriana* L. и *Valerianella lasiocarpa* Steven ex Betcke и *Valerianella dentata* (L.) Pollich из рода *Valerianella* Mill., и их текущее состояние в природе контролировалось в течение последних трех лет. Было рекомендовано, чтобы материал всех четырех видов был собран, сохранен в генбанках, выращен и сохранен в Ботаническом саду Института биоресурсов.

Ключевые слова: глобальное изменение климата, *Valerianoideae* Raf., *Valeriana* L., *Valerianella* Mill., флора Нахичевани

SCIENTIFIC ASSESSMENT OF CONSERVATION PROSPECTS OF CERTAIN SPECIES BELONGING TO THE SUBFAMILY *VALERIANOIDEAE* RAF. IN THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC UNDER CONDITIONS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

Mammadova U.¹, Talibov T.², Movsumova N.¹

¹ Biology Department, Institute of Botany Public Legal Entity Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, ulkar20@gmail.com, movsumovanuri@yahoo.com;

² Biology Department, Nakhchivan State University, Institute of Bioresources, Nakhchivan, Azerbaijan, t_talibov@mail.ru

Abstract. The article presents a study that examines the current status of species belonging to the subfamily *Valerianoideae* Raf. in nature against the backdrop of global climate change in recent years, monitoring the flowering and fruiting processes of species, with an emphasis on petrophyte species, in biotopes, and reveals that some species are in a critical state. Meteorological data for the last 5 years has been obtained from the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Nakhchivan Autonomous Republic, species to be studied have been selected, routes determined, and observations made on the early spring species. In the context of global climate change, species in rocky biotopes have suffered the greatest damage in nature. The species *Valeriana erotica* Christenh. & Byng, *Valeriana sisymbriifolia* Vahl from the genus *Valeriana* L. and the species *Valerianella lasiocarpa* Steven ex Betcke and *Valerianella dentata* (L.) Pollich from the genus *Valerianella* Mill. have been selected and their current status in nature has been monitored for the last three years. It was recommended that seed material from all four species be collected, conserved in genebanks, and cultivated and preserved in the Botanical Garden of the Institute of Bioresources.

Keywords: Global climate change, *Valerianoideae* Raf., *Valeriana* L., *Valerianella* Mill., Flora of Nakhchivan

Introduction. Global climate changes observed on Earth in recent years primarily affect the plant world, as plants, due to their limited mobility, are able to access water only within their growth habitats (Terence, 2011; Dullingeret, 2012). From this perspective, the impact of moisture deficiency on annual plants is particularly pronounced: insufficient moisture can prevent normal flowering, inhibit seed formation, and cause the plants to disappear from the same area the following year (Ibadullayeva, 2011). Meteorological data for the past five years were obtained from the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Nakhchivan Autonomous Republic (National Atlas..., 2014). The species to be studied were selected, study routes established, and observations conducted on early spring species. Our research revealed that in the study area, the species such as *Valeriana leucophaea* DC., *Valeriana alliariifolia* Vahl, *Valeriana alpestris* Steven, *Valeriana sisymbriifolia* Vahl, *Valeriana officinalis* L. and *Valeriana erotica* Christenh. & Byng which belong to the genus *Valeriana* L. are hemicryptophytes or shrubs in terms of life forms and mesophytes in terms of ecological groups, with only the species *Valeriana erotica* – cryptophytes and shrubs (Talibov, 2017, 2017a; 2023). Among these species, *Valeriana erotica* is included in the Red Books of Azerbaijan and the Nakhchivan Autonomous Republic due to their small population and limited distribution. The species *Valeriana erotica* is included in the Red Book of the Nakhchivan Autonomous Republic (Talibov, 2010) with the status Vulnerable – VU A3bc, and in the Red Book of the Republic of Azerbaijan, III edition (2023) with the status of national assessment - EN B1ab(i,ii,iii)+ 2ab(i,ii,iii) in accordance with the categories and criteria of the IUCN.

Material and methods. Field research was conducted, taking into account the diversity of distribution zones of representatives of the subfamily *Valerianoideae*. When selecting the survey routes, vegetation zonation within the study area, as well as its botanical and geographical characteristics, were taken into account. Taking into account the objectives set during the implementation of the work, the division of genera and species belonging to the subfamily *Valerianoideae* Raf. according to floristic types, biomorphological and geobotanical characteristics were studied and chemical research methods were applied (Talibov, 2021).

Discussion of research results. The bioecological characteristics of species belonging to the subfamily *Valerianoideae* were monitored in the areas within the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic. The results revealed that, in recent years, the flowering and fruiting processes of these species – particularly petrophilous ones – has undergone significant changes, and that several species are currently in a critical state in the nature. In the context of global climate change, species in rocky biotopes have suffered the greatest damage in nature. The species *Valeriana erotica*, *Valeriana sisymbriifolia* Vahl. from the genus *Valeriana* L. and the species *Valerianella lasiocarpa* (Steven) Betcke and *Valerianella dentata* (L.) Pollich from the genus *Valerianella* Mill. have been selected and their current status in nature has been monitored for the last three years (Talibov, 2017, 2017a). It was recommended that seed material from all four species be collected, conserved in genebanks, and cultivated and preserved in the Botanical Garden of the Institute of Bioresources.

So, 11 species from the genus *Valerianella* are found in the study area: *Valerianella uncinata* (M.Bieb.) Dufr., *Valerianella oxyrhyncha* Fisch. & C.A. Mey., *Valerianella sclerocarpa* Fisch. & C.A. Mey., *Valerianella cymbocarpa* C.A. Mey., *Valerianella plagiostephana* Fisch. & C.A. Mey., *Valerianella szovitsiana* Fisch. & C.A. Mey., *Valerianella dentata*, *Valerianella amblyotis* Fisch. & C.A. Mey. ex Hohen., *Valerianella coronata* (L.) DC., *Valerianella lasiocarpa*, *Valerianella leiocarpa* (K.Koch) Kuntze. Most of these species are therophytes, annual plants, and are mesoxerophytes by ecological group (Talibov, 2018). Most of these species are distributed in the phrygana and garigue biotopes of the Nakhchivan mountainous botanical-geographical zone, with small number distributed in the subalpine zone.

In the phrygana vegetation around Aylis, Ganza, and especially Kilit villages of Ordubad district, the species such as *Valerianella uncinata*, *Valerianella oxyrhyncha*, *Valerianella plagiostephana*, *Valerianella szovitsiana*, *Valerianella amblyotis*, *Valerianella coronata* are found. Severe drought during the vegetation period inhibited normal flowering, and by August, only 4–5 normal seeds could be found on the dried plants.

Thus, the seeds of species belonging to the genus *Valerianella*, which are annual plants, should be collected and conserved in gene banks, cultivated in the “Rare Plants Collection” at the Botanical Garden of the Institute of Bioresources, and reintroduced into suitable habitats in the future.

Among the species belonging to the genus *Valeriana*, the ones in critical condition are Christenh. & Byng, *Valeriana officinalis* and *Valeriana sisymbriifolia*. The species *Valeriana erotica* is commonly found on dry calcareous-clayey slopes, whereas *Valeriana officinalis* and *Valeriana sisymbriifolia* typically on rocky habitats. The normal development of these species is largely dependent on climatic factors, particularly snow and rainfall. In their absence, the bushes and shrubs exhibit stunted growth, weak flowering, and significantly reduced seed production.

Species of the genus *Valeriana* are perennial plants, with *Valeriana officinalis* being the most widely used species for medicinal purposes. “Valerian” is derived from the Latin word “valere” and means “be healthy”. The term was first used by the Italian botanist Matteo Silvatico (1285-1342). 40% of the species of the genus and the diversity of their life forms are most commonly observed in the Andes Mountains of South America. There are eight species distributed across most regions of Azerbaijan, from the lower mountain belt to the alpine belt, in rock crevices, mountain meadows, moist river banks, forests and bushes (Talibov, 2014).



Figure 1. *Valerianella szovitsiana* Fisch.et C. A. Mey.; *V. dentata* (L.) Pollich



Figure 2. *Valerianella lasiocarpa* (Steven) Betcke



Figure 3. *Valeriana erotica* Christenh. & Byng, and *V. sisymbriifolia* Vahl.

Among these species, the most widely used for medicinal purposes is *Valeriana officinalis* – medicinal valerian. The stem of this species is erect, furrowed, ordinary, with more or less short and hairy on the lower part. It reaches a height of (45) 60–120 (160) cm. Long, unpaired, feathery rosette leaves emerge from the root collar. Its natural reserved are limited.

Valeriana erotica is an ornamental shrub and can be successfully used in ornamental gardening. *Valeriana sisymbriifolia* is a perennial bare plant found at altitudes of 1700-2500 m above sea level.

The nodule is thick, develops vertically, becomes cylindrical, and has thick, comb-like, tying-like roots emerging from the bottom. The stem emerging from the root collar has a regular shape, is densely located, flat-cylindrical, often bluish, (15) 30–50 (70) cm in height. It grows in rocky habitats and rock crevices, where low levels of precipitation and humidity hinder the normal development of the species.

Conclusion. Thus, against the backdrop of recent global climate change, critical processes occurring in nature have had a significant impact on floristic biodiversity. In the flora of the Nakhchivan AR, the species of the subfamily *Valerianoideae* were studied, particularly focusing on the effects of severe climatic stress. The flowering and fruiting processes of petrophilous species in the biotopes were monitored, and it was determined that some species are currently in a critical state in the nature. Meteorological data for the last five years were obtained and analyzed from the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Nakhchivan AR. Based on the results obtained, species that may fall into a critical situation were selected, appropriate routes were determined, and observations were conducted on early spring species. Against the backdrop of global climate change, species in rocky biotopes, garigue and phrygana have suffered the most damage in nature. The species *Valeriana erotica*, *Valeriana sisymbriifolia* from the genus *Valeriana* and the species *Valerianella lasiocarpa* and *Valerianella dentata* from the genus *Valerianella* have been selected and their current status in nature has been monitored for the last three years. It is recommended that seed materials from all four species be collected and conserved in genebanks, and cultivated and preserved in the Botanical Garden of the Institute of Bioresources, and reintroduced in appropriate biotopes in the future.

References

1. Dullinger S., Gattringer A., Thuiller W., Hülber K. (2012). Extinction debt of high-mountain plants under twenty-first-century climate change. *Nature Climate Change*, 2: 619–622, Doi.org/10.1038/nclimate1514
2. Ibadullayeva S.J. (2011). On the vegetation of Azerbaijan. *Collection of scientific works of the Institute of Botany of ANAS*, 30: 4–13.
3. Red Book of the Republic of Azerbaijan (2023). Ed. Hey. Baku: “Imak”, v. 3. 507 p.
4. National Atlas of the Republic of Azerbaijan. (2014). Baku Cartography Factory, Baku, 84 p.

5. Talibov T.H., Ibrahimov A.Sh., Ibrahimov A.M. (2021). Taxonomic spectrum of the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic (Higher spore, gymnosperm and angiosperm plants). Baku: Shirvanneshr, 426 p.
6. Talibov T.H., Ibrahimov A.Sh., Ibrahimov A.M. et al. (2014). Medicinal plants of the Nakhchivan Autonomous Republic. Nakhchivan: Ajami, 432 p.
7. Talibov, T.H., Ibrahimov A.Sh. (2010). Red Book of the Nakhchivan Autonomous Republic (on higher spore, gymnosperm and angiosperm plants). Nakhchivan: Ajami, Volume II, 678 p.
8. Talibov, T.H., Mahmudova, U.M. (2023). Distribution patterns, life forms and bioecological characteristics of species belonging to the subfamily *Valerianodeae* Raf. in the Nakhchivan AR along vertical belts. Azerbaijan Botany Journal, 2(2):3–8.
9. Talibov, T.H., Mahmudova, U.M. (2017). Systematic composition of the family *Valerianaceae* Batsch, nom.cons. distributed in the Nakhchivan Autonomous Republic. Division of Biological and Medical Sciences, Institute of Dendrology of ANAS. Collection of the International Scientific Conference on the topic “The impact of climate change on plant biodiversity”, Baku: September 9-21, p. 315–323.
10. Talibov, T.H., Mahmudova, U.M. (2017a). Bioecological characteristics of species belonging to the genus *Valeriana* L. distributed in the Nakhchivan Autonomous Republic. Scientific proceedings of Nakhchivan State University. (Natural sciences and medicine series), 7(88):40–46.
11. Talibov, T.H., Mahmudova, U.M., Gurbanov, E.M. (2018). Bioecological characteristics of species belonging to the genus *Valerianella* Mill. distributed in the Nakhchivan Autonomous Republic. Baku State University News, Natural Sciences Series. 1: 78–86.
12. Terence P.D., Stephen T.J., Joanna I.H., Iain C.P., and Georgina M.M. (2011). Beyond Predictions: Biodiversity Conservation in a Changing Climate, 332(6025):53-58, Doi.org/10.1126/science.1200303

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПОКОЯ СЕМЯН У ОСОБИ *VIBURNUM LANTANA* L.

Михеева С.В. *, Яценко И.О.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия

*mikheeva.mbg.ras@gmail.com

Аннотация. Современное изменение климата и аридизация отдельных регионов угрожают семенному возобновлению видов с морфофизиологическим покоем (МФП) семян и его разновидностями. К ним относятся представители рода *Viburnum* L. Данные об изменчивости и глубине этого типа покоя у разных видов древесных растений недостаточны. На примере семян (97 шт.) экземпляра *Viburnum lantana* L., собранных в дендрарии ГБС РАН, показана широкая вариативность реакции семян на одинаковые условия инкубации в тепле. Проведено 4 проверки с взрезанием семян (3 промежуточных и 1 итоговый). К 7 неделе инкубации проросло 6 семян. Большая часть жизнеспособных семян (30) проросла к 11 неделе. Всего к окончанию наблюдений (через 16 недель) проросло 44 семени (68,75 % от жизнеспособных). Подтверждено отсутствие эпикотильного МФП, характерного для многих видов рода *Viburnum*. Выявлена вариативность глубины покоя в пределах потомства одного растения: часть семян характеризовалась неглубоким МФП, близким к морфологическому покою (зародыш увеличивался и прорастал в течение нескольких недель), другая – более глубоким уровнем – зародыш оставался недоразвитым, сохраняя жизнеспособность. Такая вариативность расширяет адаптивные возможности вида в нестабильных условиях, но в условиях интродукции значительно усложняет протоколы проращивания, а также может служить ранним индикатором инвазионного потенциала.

Ключевые слова: древесные растения, покой семян, изменчивость, семенное размножение, проращивание

HETEROGENEITY OF SEED DORMANCY IN *VIBURNUM LANTANA* L. SPECIMEN

Mikheeva S. V., Yatsenko I. O.

Tsitsin Main Botanical Garden, RAS, Moscow, Russia

*mikheeva.mbg.ras@gmail.com

Abstract. Modern climate change and ongoing aridization in some regions threaten seed regeneration in species with subtypes of morphophysiological dormancy (MPD), including *Viburnum* L. Seed dormancy level and variability in woody plants remain poorly understood. Using progeny of *Viburnum lantana* L. (97 seeds) collected in the arboretum of the Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, we demonstrated a broad variation in seed response to identical incubation conditions during warm stratification. Four inspections with seed dissection were conducted, including three intermediate and one final assessment. By week 7 of incubation, 6 seeds had germinated. Most viable seeds germinated by week 11 (30 seeds), and by the end of the experiment (16 weeks) 44 seeds had germinated, corresponding to 68.75 % of viable seeds. The absence of epicotyl MPD, which is typical of many *Viburnum* species, was confirmed. Within the progeny of a single maternal plant, dormancy depth was variable: some seeds showed shallow MPD, close to morphological dormancy, with embryo growth and germination within a few weeks, whereas others exhibited a deeper level of MPD, with the embryo remaining underdeveloped but viable. This variability increases the adaptive potential of the species in an unstable environment, but it calls for more complexity in germination protocols and may also serve as an early indicator of invasive potential.

Keywords: woody plants, seed dormancy, variation, seed propagation, germination

Введение. *Viburnum lantana* L. – популярный в озеленении крупный (до 5 м) листопадный кустарник, естественным образом произрастающий почти по всей территории Европы, на Кавказе и в Средиземноморье (Деревья и кустарники..., 1962). Растёт преимущественно в

подлеске широколиственных лесов, однако, в отличие от многих других видов рода, несколько более светолюбив, засухоустойчив, а также может успешно произрастать на почвах с повышенным pH (Clapham et al., 1952). Плод – костянка, косточка сплюснутая, содержит 1 семя с обильным эндоспермом и маленьким недоразвитым зародышем. В ГБС этот вид присутствовал с момента его основания и многократно поступал в коллекцию дендрария, при этом все 13 имеющихся в настоящее время образцов происходят из культуры.

Для семян рода *Viburnum* характерно сочетание морфологического (относительно маленький недоразвитый зародыш) и физиологического (торможение ростовых процессов фитогормонами, пониженной газопроницаемостью и др.) типов покоя (Baskin et al., 2009). Растения с разными уровнями и разновидностями морфофизиологического типа покоя (МФП) чаще встречаются в гумидных местообитаниях умеренного и субтропического климата (Rosbakh et al., 2023), так как для роста зародыша и преодоления физиологического механизма торможения прорастания семя не должно пересыхать. При современном изменении климата и дестабилизации режимов осадков во многих регионах планеты (Konarala et al., 2020) виды с МФП семян, особенно глубоким, вероятно, будут испытывать трудности с семенным возобновлением и могут оказаться под угрозой ускоренного сокращения ареалов. В частности, практически весь естественный ареал *V. lantana* на данный момент затронут аридизацией (The Global Threat..., 2024).

Морфофизиологический тип покоя семян в настоящее время недостаточно изучен, особенно у древесных видов, по сравнению с травянистыми (Baskin & Baskin, 2014). Он нуждается как в углублении в физиологию, так и в увеличении охвата исследованиями как можно более различных видов, родов и семейств. Покой семян *V. lantana* уже был детально исследован на материале популяции в центральной Испании (Santiago et al., 2014), однако, учитывая внутривидовую изменчивость, этих данных недостаточно для того, чтобы понимать и прогнозировать репродуктивное поведение вида в других частях его ареала, а уж тем более в условиях интродукции.

Цель данной работы: дополнить известные литературные данные о вариативности покоя семян представителей рода *Viburnum*, и в частности, *Viburnum lantana*. Для этого были сформулированы следующие задачи: 1) получить максимально однородные семена с единичного экземпляра; 2) провести тестирование семян на наличие и глубину покоя; 3) получить данные о морфологических изменениях зародышей на разных этапах и сроках прорастания.

Материалы и методы. В дендрарии ГБС РАН 24 октября 2025 г. нами был собран посевной материал с образца *Viburnum lantana* из Лесостепной опытно-селекционной станции, поступившего в 1951 г. и представленного одним экземпляром. Плоды были собраны с одной ветви (всего около 100 шт.). Очищенные и высушенные семена хранились в холодильнике (+3 °C) до начала инкубации. Перед началом инкубации семена (97 шт.) были замочены на сутки для набухания в фильтрованной воде комнатной температуры. Косточки с них не снимали. Инкубация проводилась при комнатной температуре (+18–22 °C) во влажном бумажном полотенце (тёплая стратификация) в прозрачном не герметичном пластиковом контейнере без обработки фунгицидами. Семена проверяли раз в 10 дней, при необходимости увлажняли и заменяли полотенце. На 7 и 11 и 16 неделе инкубации проводили выборочное взрезание и фотосъёмку зародышей в продольном разрезе, а также удаляли очевидно нежизнеспособные семена (полное поражение плесенью, мягкость и выделение жидкости при сдавливании). После окончания наблюдений на 16 неделе (4 месяца) было проведено взрезание всех оставшихся косточек и конечное определение соотношения проросших, живых не проросших и мёртвых семян.

Результаты и обсуждение. Через 7 недель после начала инкубации было зафиксировано прорастание 6 семян (Табл.). Взрезание не наклюнувшихся показало, что у части из них зародыш увеличился в 2–5 раз, однако в других зародыши не демонстрировали роста.

Через 1 месяц (на 11 неделе инкубации) повторный осмотр и взрезание показали, что проросла примерно половина оставшихся семян без признаков поражения (30 из 66). Прорастание было полным, включающим изгиб гипокотилия и освобождение семядолей. В некоторых семенах зародыши по-прежнему не демонстрировали роста.

К 16 неделе проросло ещё 8 семян. После окончания наблюдений оставшиеся 15 не проросших были взрезаны – 3 семени показали отсутствие роста зародыша при сохранении жизнеспособности, остальные 12 оказались мёртвыми.

Таблица. Количество семян по категориям состояния в конце 7, 11 и 16 недели тёплой стратификации, итоговое распределение и итоговые процентные соотношения категорий состояния семян

Категория \ Время на ТС	7 нед.	11 нед.	16 нед.	ИТОГ	% от жизнеспособных	% от общего числа семян
Проросли	6	30	8	44	68,75%	45,36%
Не проросли	83	34	15	0	-	-
Жизнеспособны – выбыли при взрезании	5	7	5	20	31,25%	20,62%
Нежизнеспособны	3	12	6	33	-	34,02%
Общее число семян*	97	83	34	97		
*из них жизнеспособных				64		

Таким образом, на примере потомства данного экземпляра калины гордовины показано отсутствие эпикотильного покоя, типичного для калин, что подтверждает данные Santiago et al. (2014) для этого вида (Рис.). Трёх промежуточных оценок прорастания оказалось достаточно, чтобы зафиксировать заметную вариабельность в преодолении покоя, несмотря на одинаковые условия прорастания и происхождение от одного материнского растения. Согласно Baskin & Baskin (2014), покой семян характеризуется как морфологический в случае наличия недоразвитого зародыша, его развития и прорастания на 80–100% в течение 4 недель. Если полное прорастание задерживается дольше этого срока, то семена характеризуются как обладающие морфофизиологическим покоем разной степени глубины. Однако эта граница достаточно произвольна и примерна. Так, сами авторы присваивают два возможных типа покоя (МП и МФП) двум видам калины – *Viburnum nudum* L. и *Viburnum scabrellum* (Torr. & A.Gray) Chapm. – на основании данных о прорастании в течение периода от 1 до 1,5 месяцев, то есть от 4 до 6 недель. *V. lantana* и вышеупомянутые виды принадлежат к разным секциям: *V. lantana* – sect. *Lantana*, *V. scabrellum* – sect. *Oreinodontotinus*, *V. nudum* – sect. *Lentago* (Clement et al., 2014). Это может служить доводом в пользу гипотезы о преимущественном влиянии климатических условий над филогенетическим родством в отношении типа покоя семян.

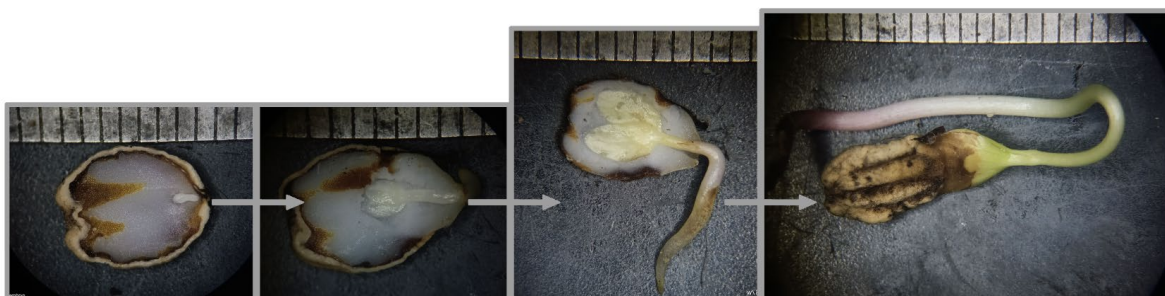


Рисунок. Изменение морфологии зародыша при инкубации и прорастании

Обращает на себя внимание резко различающаяся реакция зародышей к 11 неделе инкубации – примерно у 2/3 семян (68,75 %) показан неглубокий МФП, близкий к МП, а у трети (31,25 %) – более глубокий уровень или другая категория МФП. Это согласуется с данными Baskin & Baskin (2014) о широкой вариативности глубины покоя семян, полученных как с разных соцветий одного растения, так и из одного и того же соцветия. Однако этот феномен был изучен в основном в контексте морфологической гетерогенности семян, преимущественно у малолетних, часто сорных травянистых растений из семейств Asteraceae, Chenopodiaceae, Brassicaceae и др. (Matilla et al., 2005). Также он был обнаружен нами у *Liriodendron tulipifera* L. (Яценко и др., 2022). Он указывает на известные ограничения типологической концепции вида в отношении присвоения ему определённого типа покоя и требует более широкого изучения у семян разных групп растений. Типологический подход упрощает классификации и обращение с коллекциями таксонов, но избыточное упрощение может приводить к крупным ошибкам, неверным интерпретациям и невозможности применения полученных данных на практике. К примеру, при мероприятиях по сохранению *ex situ* или реинтродукции похожего вида с недостаточным для полноценного тестирования покоя количеством семян использование стандартного для глубокого МФП протокола проращивания может привести к несвоевременным всходам и массовой гибели сеянцев.

Помимо обеспечения материала для совершенствования методик сохранения видов *ex situ*, детальная документация поведения растений на уровне одной особи может быть инструментом для раннего выявления рисков инвазии интродуцируемого вида. Закладывание разных типов покоя в семенах увеличивает шансы на ускоренное приспособление потомства растения к новым условиям обитания по принципу "bet hedging" – «хеджирования ставок» (Abley et al., 2024), а значит, увеличивает шансы преодолеть репродуктивный барьер при натурализации. *Viburnum lantana* уже имеет 3 категорию инвазионного статуса – активно возобновляется на экспозиции и вокруг неё (Виноградова и др., 2020).

Выводы. Наше исследование подтвердило, что *Viburnum lantana*, как и несколько других видов калин, не обладает эпикотильным морфофизиологическим покоем. При этом, как и у этих видов, её МФП простой неглубокий, а часть семян может характеризоваться как обладающая только морфологическим покоем. Такая вариабельность покоя может закладываться в потомстве одного растения и даже в рамках одного соплодия или расположения на одном побеге. Это расширяет диапазон адаптивных возможностей вида в нестабильных климатических условиях, а также является поводом пересмотреть протоколы проращивания семян видов из соответствующих секций и сходных местообитаний. Необходимы дальнейшие испытания видов калин из разных секций для выявления амплитуды вариабельности и наличия разных уровней МФП. Детализация данных о сборах семян в ботанических садах также могла бы помочь масштабировать сбор данных об адаптивных возможностях интродуцированных растений. Задокументированные подробным образом данные можно также использовать для раннего выявления инвазивного потенциала.

Библиографический список

1. Виноградова, Ю.К. Спонтанная флора территории Главного ботанического сада как отражение внедрения чужеродных видов растений в естественные экосистемы / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, И.О. Яценко. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 385 с.
2. Деревья и кустарники СССР : дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 6. / под ред. С. Я. Соколова. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1962. – 379 с.
3. Яценко, И.О. Опыт проращивания семян *Liriodendron tulipifera* L. (Magnoliaceae) для проведения интродукционных испытаний в лаборатории дендрологии ГБС РАН / И. О. Яценко, О.В. Яценко, С.В. Михеева // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 212–218.
4. Abley, K. Bet-hedging and variability in plant development: seed germination and beyond / K. Abley, R. Goswami, J. C. W. Locke // Philosophical Transactions of the Royal Society B. – 2024. – Vol. 379: 20230048. – DOI: 10.1098/rstb.2023.0048.
5. Baskin, C.C. Overview of seed dormancy in *Viburnum* (Caprifoliaceae) / C. C. Baskin, S. Y. Chen, C. T. Chien, J. M. Baskin // Propagation of Ornamental Plants. – 2009. – Vol. 9. – P. 115–121.
6. Baskin, C.C. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination / C. C. Baskin, J. M. Baskin. – 2nd edn. – San Diego, CA, USA : Academic/Elsevier, 2014. – 1600 p. – DOI: 10.1016/C2013-0-00597-X.
7. Clement, W. L. A chloroplast tree for *Viburnum* (Adoxaceae) and its implications for phylogenetic classification and character evolution / W. L. Clement, M. Arakaki, P. W. Sweeney [et al.] // American Journal of Botany. – 2014. – Vol. 101. – P. 1029–1049. – DOI: 10.3732/ajb.1400015.
8. Clapham, A. R. Flora of the British Isles / A. R. Clapham, T. G. Tutin, E. F. Warburg. – Cambridge : University Press, 1952. – 1591 p.
9. Konapala, G. Climate change will affect global water availability through compounding changes in seasonal precipitation and evaporation / G. Konapala, A. K. Mishra, Y. Wada [et al.] // Nature Communications. – 2020. – Vol. 11: 3044. – DOI: 10.1038/s41467-020-16757-w.
10. Matilla, A. Structural, physiological and molecular aspects of heterogeneity in seeds: a review / A. Matilla, M. Gallardo, M. I. Puga-Hermida // Seed Science Research. – 2005. – Vol. 15. – P. 63–76. – DOI: 10.1079/SSR2005203.
11. Rosbakh, S. Global seed dormancy patterns are driven by macroclimate but not fire regime / S. Rosbakh, A. Carta, E. Fernández-Pascual [et al.] // The New Phytologist. – 2023. – Vol. 240, № 2. – P. 555–564. – DOI: 10.1111/nph.19173.
12. Santiago, A. Non-deep simple morphophysiological dormancy in seeds of *Viburnum lantana* (Caprifoliaceae), a new dormancy level in the genus *Viburnum* / A. Santiago, P. Ferrandis, J. M. Herranz // Seed Science Research. – 2015. – Vol. 25(1). – P. 46–56. – DOI: 10.1017/S0960258514000373.
13. The Global Threat of Drying Lands: Regional and global aridity trends and future projections : A Report of the Science-Policy Interface / S. M. Vicente-Serrano, N. G. Pricope, A. Toreti [et al.] ; United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). – Bonn, Germany, 2024. – 151 p. – URL: <https://www.unccd.int/resources/reports/global-threat-drying-lands-regional-and-global-aridity-trends-and-future> (дата обращения: 14.04.2026).

IN VITRO СОХРАНЕНИЕ И ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ *PTELEA TRIFOLIATA* L. (RUTACEAE JUSS.): БИОАКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КОЛЛЕКЦИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА

**Мустафина Ф.У.*, Жураева Х.К., Хазратов А.Т.,
Иноятова М.Х., Абдиназаров С.Х.**

*Ташкентский ботанический сад им. акад. Ф.Н. Русанова, Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, *mustafinaferuza@yahoo.com*

Аннотация. Рост распространённости нейродегенеративных заболеваний, особенно болезни Альцгеймера, обуславливает повышенный интерес к поиску растительных ингибиторов ацетилхолинэстеразы. В данной работе *Ptelea trifoliata* L. (Rutaceae) рассматривается как потенциальный источник хинолинового алкалоида кокусагинина с использованием систем культуры *in vitro*. Целью исследования являлась разработка эффективных протоколов микроклонального размножения и оценка накопления биологически активных соединений в различных типах растительного материала, включая каллусные культуры, растения-регенеранты *in vitro* и образцы из коллекций ботанического сада.

Микроклональное размножение проводили на питательных средах Мурасиге и Скуга (MS) и Woody Plant Medium (WPM) с добавлением различных комбинаций фитогормонов. Индукцию каллусообразования осуществляли с использованием 2,4-D в сочетании с цитокининами, тогда как органогенез и ризогенез регулировались БАП, НУК и ИМК. Фитохимический анализ показал значительные различия в накоплении кокусагинина в исследуемых образцах. Наибольшее содержание (до 1,12 % сухой массы) выявлено в каллусных культурах, тогда как образцы из ботанического сада характеризовались умеренными значениями (0,54–0,78 %). В то же время в растениях-регенерантах *in vitro* кокусагинин не обнаружен.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что каллусные культуры являются наиболее эффективной системой для получения кокусагинина и подчёркивают важную роль гормональной регуляции в биосинтезе вторичных метаболитов. Разработанный подход может служить основой для устойчивого биотехнологического получения фармакологически ценных соединений.

Ключевые слова: *Ptelea trifoliata*, кокусагинин, микроклональное размножение, культура *in vitro*, каллусная культура, ингибиторы ацетилхолинэстеразы, вторичные метаболиты

IN VITRO CONSERVATION AND PHYTOCHEMICAL STUDY OF *PTELEA TRIFOLIATA* L. (RUTACEAE JUSS.): BIOACTIVE POTENTIAL OF BOTANICAL GARDEN COLLECTIONS

**Mustafina F.U.*, Juraeva¹Kh.K., Khazratov A.T.,
Inoyatova M.H., Abdinazarov S.Kh.**

*Tashkent Botanical Garden named after F.N. Rusanov, Institute of Botany, Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, * mustafinaferuza@yahoo.com*

Abstract. The growing prevalence of neurodegenerative diseases, particularly Alzheimer's disease, has increased the demand for plant-derived acetylcholinesterase inhibitors. This study evaluates *Ptelea trifoliata* L. (Rutaceae) as a potential source of the quinoline alkaloid kokusaginine using *in vitro* culture systems. The objective was to develop efficient micropropagation protocols and assess the accumulation of bioactive compounds in different biological materials, including callus cultures, *in vitro* regenerated plants, and specimens from botanical garden collections.

Micropropagation was performed on Murashige and Skoog (MS) and Woody Plant Medium (WPM) supplemented with various phytohormone combinations. Callus induction was achieved using 2,4-D in combination with cytokinins, while organogenesis and rooting were regulated by BAP, NAA, and IBA. Phytochemical analysis revealed significant variation in kokusaginine accumulation among the studied materials. The highest content (up to 1.12 % dry weight) was observed in callus cultures, whereas botanical garden samples showed moderate levels (0.54–0.78 %). In contrast, kokusaginine was not detected in *in vitro* regenerated plants.

These results demonstrate that callus cultures are the most effective system for kokusaginine production and highlight the importance of hormonal regulation in secondary metabolite biosynthesis. The developed approach provides a foundation for sustainable biotechnological production of pharmacologically valuable compounds.

Keywords: *Ptelea trifoliata*, kokusaginine, micropropagation, *in vitro* culture, callus culture, acetylcholinesterase inhibitors, secondary metabolites

Introduction. The global prevalence of neurodegenerative diseases is rapidly increasing, posing serious challenges for healthcare systems worldwide. According to the World Health Organization, by 2025 nearly 75 % of the population aged 60 and older will reside in developing countries (Rizzi et al., 2014), while the number of dementia patients is expected to rise from 42 million in 2020 to 81 million by 2040 (Ferri et al., 2005). Alzheimer's disease accounts for approximately 60 % of dementia cases, followed by vascular dementia and dementia with Lewy bodies (Overshot & Burns, 2005).

A key biochemical mechanism underlying these disorders is the disruption of cholinergic neurotransmission. Cholinesterases catalyze the hydrolysis of acetylcholine, thereby terminating synaptic signaling (Colovic et al., 2013). Inhibition of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase is therefore widely used as a therapeutic strategy aimed at enhancing cholinergic activity (Pohanka, 2011).

Plant-derived alkaloids represent an important class of natural acetylcholinesterase inhibitors. Numerous compounds isolated from different plant families, including Rutaceae, Lycopodiaceae and Amaryllidaceae, have demonstrated significant biological activity (Ahmed et al., 2013; Murray et al., 2013). Among them, kokusaginine, a quinoline alkaloid found in Rutaceae species such as *Ptelea trifoliata*, has attracted attention due to its pharmacological potential in neurodegenerative disorders (Mulvey & Zalewski, 1969; Molnar et al., 2013).

However, the natural availability of such bioactive compounds is limited by ecological constraints, low metabolite content, and seasonal variability. These limitations have stimulated the development of alternative production strategies based on plant biotechnology. *In vitro* culture systems, including callus and organ cultures, are increasingly recognized as sustainable platforms for the production of secondary metabolites (Verpoorte et al., 2002). In particular, species of the Rutaceae family have shown promising potential for alkaloid biosynthesis under controlled conditions.

Material and methods. *Ptelea trifoliata* L. (Rutaceae) is a small tree or shrub reaching 6–8 m in height, characterized by a broad crown, glossy leaves, and distinctive samara-type fruits. One-year-old shoots and leaves were used as explants. Sterilization included washing, treatment with detergent, fungicide (difenoconazole), sodium hypochlorite solution with Tween 20, and ethanol, followed by rinsing with sterile distilled water (Fig. 1).

Cultivation was carried out on MS and WPM media (Murashige & Skoog, 1962; Lloyd & McCown, 1980). Callus induction was achieved using 2,4-D (0.5 mg/L) combined with BAP or kinetin (0.5 mg/L). Organogenesis was induced on media containing BAP (0.1–0.2 mg/L) with NAA (0.05 mg/L), while rooting was stimulated using IBA (0.5 mg/L) (Fig. 2).

Results and their discussion. Kokusaginine content in botanical garden samples ranged from 0.54 % to 0.78 % dry weight, indicating moderate but stable accumulation. In contrast, callus cultures demonstrated a significantly wider range (0.11–1.12 %), with the highest levels observed under

specific hormonal treatments (2,4-D + kinetin), highlighting the strong influence of growth regulators on secondary metabolism (Mustafina et al., 2024).

Notably, kokusaginine was not detected in *in vitro* regenerated plants, suggesting that biosynthesis of this compound is either suppressed or not induced under the tested regeneration conditions. This indicates that differentiated plantlets are less effective producers compared to undifferentiated callus tissues.



Figure 1. *Ptelea trifoliata*. Specimen from the Tashkent Botanical Garden, Tashkent. Photo by A.T. Khazratov, taken on 23 August 2024

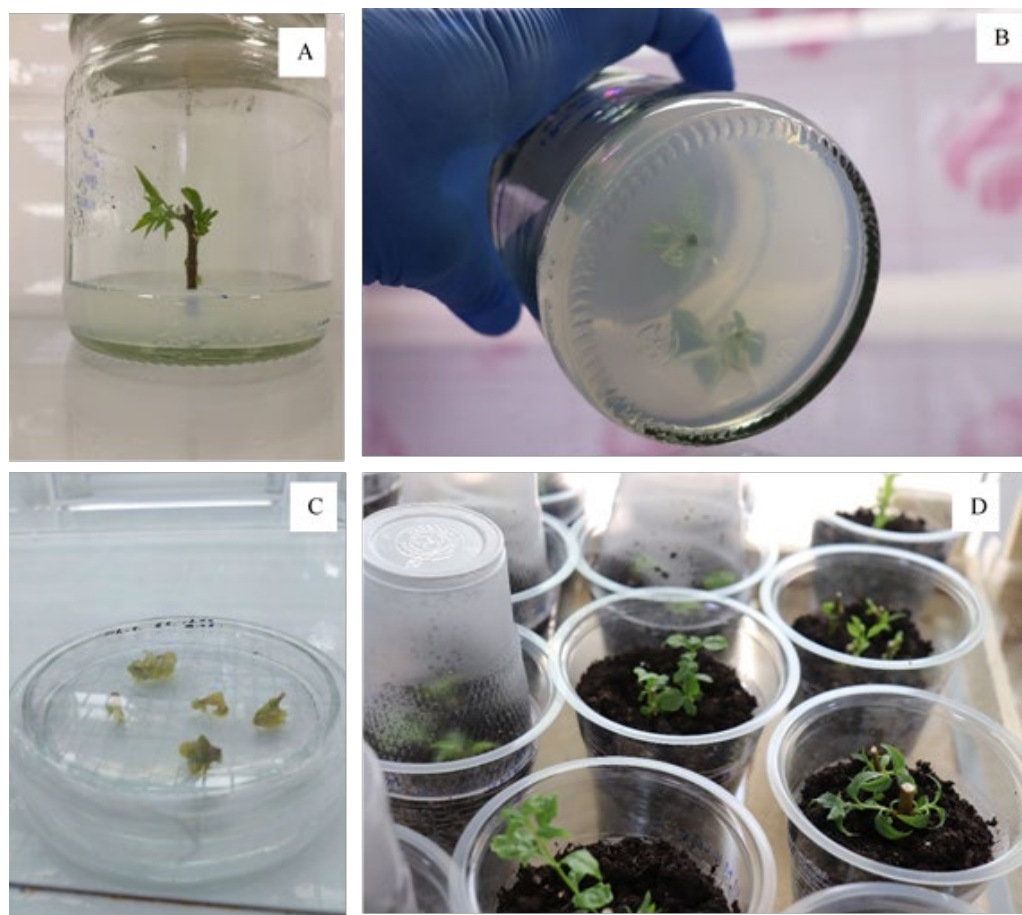


Figure 2. *Ptelea trifoliata*. A. Explant introduced to *in vitro* culture. B. Rhizogenesis. C. Callusogenesis. D. Adaptation to soil

Overall, callus cultures proved to be the most efficient system for kokusaginine production, while natural plant material exhibited moderate levels, and regenerated plants showed no accumulation. These findings confirm that in vitro systems can significantly enhance secondary metabolite biosynthesis when appropriate hormonal and environmental conditions are applied.

Conclusion. Callus cultures represent the most promising source of kokusaginine, demonstrating higher production levels compared to both natural and regenerated plant materials. Optimization of hormonal composition and culture conditions is essential for maximizing metabolite yield. These results highlight the potential of plant biotechnology for sustainable production of pharmacologically important compounds and support further development of in vitro systems for industrial applications.

References

1. Ahmed F., Ghalib R.M., Sasikala P., Ahmed M.K. Cholinesterase inhibitors from botanicals. *Pharmacogn. Rev.*, 2013, 7(14):121–130. DOI: 10.4103/0973-7847.120511
2. Colovic M.B., Krstic D.Z., Lazarevic-Pasti T.D., Bondzic A.M., Vasic V.M. Acetylcholinesterase inhibitors: pharmacology and toxicology. *Curr. Neuropharmacol.*, 2013, 11(3):315–335. DOI: 10.2174/1570159X11311030006
3. Ferri C.P., Prince M., Brayne C., Brodaty H., Fratiglioni L., Ganguli M., Hall K., Hasegawa K., Hendrie H., Huang Y., Jorm A., Mathers C., Menezes P.R., Rimmer E., Scazufca M. Global prevalence of dementia: a Delphi consensus study. *Lancet*, 2005, 366(9503):2112–2117. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)67889-0
4. Lloyd G., McCown B.H. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel by use of shoot-tip culture. *Int. Plant Propagators' Soc. Proc.*, 1980, 30:421–427
5. Molnar J., Ocsosvski I., Puskas L., Ghane T., Hohmann J., Zupko I. Investigation of the antiproliferative action of quinoline alkaloids kokusaginine and skimmianine on human cell lines. *Curr. Signal Transduct. Ther.*, 2013, 8(2):148–155. DOI: 10.2174/15743624113086660006
6. Mulvey R.K., Zalewski C.J. Kokusaginine: plant sources and its isolation from *Ptelea trifoliata* root bark. *Econ. Bot.*, 1969, 23(1):75–81. DOI: 10.1007/BF02862974
7. Murray A.P., Faraoni M.B., Castro M.J., Alza N.P., Cavallaro V. Natural AChE inhibitors from plants and their contribution to Alzheimer's disease therapy. *Curr. Neuropharmacol.*, 2013, 11(4):388–413. DOI: 10.2174/1570159X11311040004
8. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.*, 1962, 15:473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x
9. Mustafina F.U., Juraeva H.K.k., Jamalova D.N.k., Hazratov A.T.o., Janabaeva A.J., Kim H.J., Na C.S., Lee M.S., Oh Y.J., Tojibaev K.S. et al. Conservation Potential Through In Vitro Regeneration of Two Threatened Medicinal Plants *Ungernia sewertzowii* and *U. victoris*. *Plants* 2024, 13, 1966. <https://doi.org/10.3390/plants13141966>
10. Overshott R., Burns A. Treatment of dementia. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 2005, Suppl. 5: v53–v59. DOI: 10.1136/jnnp.2005.082537
11. Pohanka M. Cholinesterases: a target of pharmacology and toxicology. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub.*, 2011, 155(3):219–230. DOI: 10.5507/bp.2011.036
12. Rizzi L., Rosset I., Roriz-Cruz M. Global epidemiology of dementia: Alzheimer's and vascular types. *Biomed. Res. Int.*, 2014, 2014:908915. DOI: 10.1155/2014/908915
13. Verpoorte R., Contin A., Memelink J. Biotechnology for the production of plant secondary metabolites. *Phytochem. Rev.*, 2002, 1(1):13–25. DOI: 10.1023/A:1015871916833

КОЭВОЛЮЦИОННАЯ АДАПТАЦИЯ ДЕНДРОБИОНТНЫХ ГРИБОВ И ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ

Некляев С.Э.^{1,2,3*}, Ткаченко О.Б.¹

¹ *Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, г. Пушкин*

³ *ВНИИ фитопатологии, Московская область, р.п. Большие Вязёмы*
*slava9167748107@yandex.ru

Аннотация. В результате современных исследований установлено, что при взаимном сосуществовании дендробионтных грибов и древесных пород их устойчивость зависит от точки равновесия трофической активности грибов и механизмов защиты деревьев. Авторами на широком полевом и литературном материале проведено исследование особенностей взаимосуществования деревьев и дендробионтных грибов в хвойно-широколиственных лесах бореальной зоны Евразии. Результаты исследований состава дендробионтных микоассоциаций с представителями родов основных лесообразующих древесных пород позволяют выдвинуть гипотезу о том, что распространение и обособление этих ассоциаций по территории Евразии связаны с движением континентов. Формирование континента Лавразия 175–60 млн лет назад и последующее распространение современных семейств древесных растений по его территории способствовали развитию дендробионтного микокомплекса.

Ключевые слова: коэволюция, древесные растения, дендробионтные грибы

COEVOLUTIONARY ADAPTATION OF DENDROBIONT FUNGI AND TREE SPECIES IN CONIFEROUS-DECIDUOUS FORESTS OF THE BOREAL ZONE

Neklyayev S.E.^{1,2,3*}, Tkachenko O.B.¹

¹ *Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

² *All-Russian Research Institute of Forestry and Forestry Mechanization, Pushkino*

³ *All-Russian Research Institute of Phytopathology, Bol'shiye Vyazyomy, Moscow Region*

*slava9167748107@yandex.ru

Abstract. As a result of modern research, it has been established that in the case of mutual coexistence of dendrobiont fungi and tree species, their stability depends on the equilibrium point of the trophic activity of fungi and the protection mechanisms of trees. The authors conducted a study of the features of the mutual existence of trees and dendrobiont fungi in coniferous and broad-leaved forests of the boreal zone of Eurasia based on a wide range of field and literary material. The results of studies of the composition of dendrobiont mycoassociations with representatives of the genera of the main forest-forming tree species allow us to hypothesize that the spread and isolation of these associations across Eurasia are associated with the movement of continents. The formation of the Laurasia continent 175–60 million years ago and the subsequent spread of modern families of woody plants across its territory contributed to the development of the dendrobiont mycocomplex.

Key words: coevolution, woody plants, dendrobiont fungi

Исследования вопросов происхождения грибов как отдельного царства ведутся исследователями уже более ста лет (Каратыгин, 1993; Taylor et al., 2015). При этом вопросы их сосуществования с их трофическими растениями остаются мало исследованными (Маслова и др., 2021). Феномен эволюционного равновесия между организмами указывает на достижение точки равновесия при условии сохранения всех видов, участвующих в трофическом взаимодействии (Каратыгин, 1993; Walters, 2011). В тоже время достигаемая точка равновесия является крайне хрупкой под действием естественных механизмов генетической мутации при развитии защитных реакций растения и механизмов преодоления защиты грибом (Walters, 2011). Вместе с этим динамизм генетических мутаций культурных растений обусловлен вмешательством человека – помещением участвующих в процессе организмов в условия отсутствия биоразнообразия (Дьяков, 1998; Boddy et al., 2007). Схожие процессы можно наблюдать в монопородных лесных культурах в управляемых лесах (Некляев и др., 2026). В ряде исследований указывается, что наличие пространственно распределенного биоразнообразия в фитоценозах снижает уровень заселения деревьев дендробионтными грибами, но при этом грибы сохраняются в насаждении (Kerruish et al., 2010).

Цель работы – провести исследования особенностей взаимосуществования деревьев и дендробионтных грибов в хвойно-широколиственных лесах бореальной зоны Евразии.

В ходе исследования нами были проанализированы аннотированные списки дендробионтных грибов Испании, центральной и северной Германии, южной Норвегии, Швеции, южной Финляндии, Европейской части, Западной Сибири, Дальнего Востока, Северного Китая и острова Хоккайдо Японии. В рамках исследования мы сосредоточились на основных видах ксилотрофных базидиомицетов родов *Fomitopsis*, *Fomes*, *Ganoderma*, *Phellinus* и сапроксилотрофного аскомицета *Chlorociboria aeruginascens* (Nyl.) Kanouse, т.к. они присутствуют во всех микокомплексах. Для изучения их активности в древесине были сопоставлены данные полевых исследований на территориях Ленинградской, Тверской, Владимирской, Рязанской, Московской областей с литературными данными по республике Карелия, Пермскому краю, Новосибирской, Оренбургской и Иркутской областям, Еврейской автономной области, Хабаровскому и Приморскому краю, со справочной литературой по грибам Испании, центральной и северной Германии, Норвегии, Швеции, южной Финляндии, японского острова Хоккайдо (Любарский и др., 1975; Шубин и др., 1979; Dörflet et al., 1989; Takahashi, 1991; Петров, 1998; Сафронов, 2000; Петрова и др., 2001; Lozano, 2001; Косолапов, 2008; Niemelä, 2016; Læssøe et al., 2019; Большаков и др., 2022).

Анализ видовых списков дендробионтных грибов на трансекте от Испании до Японии показывает удивительное сходство составов микокомплексов дендробионтных грибов (коэффициент Жаккара 0,57). Исследование показало, что в различных частях Евразии один и тот же гриб ассоциирован с разными видами одного и того же рода древесных растений или группы родов для политрофов и олиготрофов.

Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst. Во всех регионах исследований является широким политрофом, ассоциированным с семействами Березовые, Ивовые, Сосновые, с сапротрофным типом питания. При этом он способен поселяться на ослабленных и усыхающих деревьях в зонах механического повреждения древесины. *Fomes fomentarius* (L.) Fr. приурочен к семейству Березовые, проявляя себя как факультативный ксилотроф. Гриб сохраняется в древесине вплоть до полного разрушения лигнина и завершает свое развитие на крупных древесных остатках (КДО). Последующие поселения на модифицированной им древесине связаны с заселением агариковых гумификаторов родов *Coprinellus*, *Hypholoma*, *Mycena*, *Pholiota*, *Coprinus*, также регистрирующихся во всех микокомплексах. Представители рода *Ganoderma*

(*Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. и *G. lucidum* (Curtis) P. Karst.) отмечены на всех территориях исследования в качестве корневых и комлевых паразитов широкого набора семейств Березовые, Ивовые, Сосновые, схожих с ассоциированными породами *F. pinicola*, способных заканчивать свое развитие на КДО. При этом представители рода *Ganoderma* способны сосуществовать на одном и том же субстрате как с ксилотрофами, так и сапроксилотрофами. Высокий уровень мутационной активности *Phellinus igniarius* (L.) Quél. позволяет ему поселяться не только на древесине основных пород, но и осваивать представителей семейств Кипарисовые и Розоцветные. Будучи ксилотрофом, способным заселять живые деревья, он развивает мицелий в зоне ядровой древесины, что позволяет сосуществовать с деревом на всем периоде его жизни.

Исследование физиологической активности *Chlorociboria aeruginascens* показало его политрофный подход при развитии на КДО представителей семейств Березовые и Ивовые. Будучи облигатным сапротрофом, он способен конкурировать за субстрат с ксилотрофными базидиомицетами, занимая зону заболонной древесины.

Данные грибы не меняли своего поведения в различных точках исследований, сопоставление полевых данных и литературных источников не выявило аномалий трофического питания и набора ассоциированных древесных пород. Изучение поведения других дендробионтных грибов, входящих в микокомплекс, требует дополнительного исследования.

Результаты исследований составов дендробионтных микоассоциаций с представителями родов основных лесообразующих древесных пород позволяют выдвинуть гипотезу о том, что распространение и обособление микоассоциаций по территории Евразии связано с движением континентов и формированием 175–60 млн. лет назад континента Лавразия, а также с распространением по его территории современных семейств древесных растений.

Источники финансирования. Исследование проведено в рамках государственных заданий ГБС РАН по теме № 126020916823-0 и № 124030100058-4.

Библиографический список

1. Большаков С.Ю., Волобуев С.В., Ежов О.Н., Паломожных Е.А., Потапов К.О. Афиллофороидные грибы европейской части России: аннотированный список видов. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2022. 578 с.
2. Дьяков Ю.Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов. М.: Муравей, 1998. 381 с.
3. Каратыгин И.В. Коэволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 118 с.
4. Косолапов Д.А. Афиллофоровые грибы Европейского северо-востока России. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 232 с.
5. Любарский Л.В., Васильева Л.Н. Дереворазрушающие грибы Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1975. 320 с.
6. Маслова Н.П., Тобиас А.В., Кодрул Т.М. Современные исследования коэволюционных связей ископаемых растений и грибов: успехи, проблемы, перспективы. Палеонтологический журнал. 2021. № 1. С. 3–21. DOI: 10.31857/S0031031X21010086
7. Некляев С.Э., Гниненко Ю.И., Рысин С.Л., Ткаченко О.Б. Влияние состава микокомплекса лесных культур сосны при патологических сукцессионных изменениях. Лесохозяйственная информация. 2026. № 2. С. 104–115. DOI 10.24419/LHI.2304-083.2026.2.10.
8. Петров А.Н. Конспект флоры макромицетов Прибайкалья. Новосибирск: Издательство СО РАН: 1998. 81 с.
9. Петрова Н.В., Горбунова Н.А. Макромицеты юга Западной Сибири. Новосибирск: Издательство СО РАН: 2001. 128 с.

10. Сафронов М.А. Трутовые грибы Оренбургской области. Оренбург: Издательство ОГПУ, 2000. 152 с.
11. Шубин В.И., Крутов В.И. Грибы Карелии и Мурманской области. Л.: Наука, 1979. 105 с.
12. Boddy L., Frankland J., Van West P. Ecology of Saprotrophic Basidiomycetes. Oxford: Elsevier, 2007. 386 p.
13. Dörflet H., Görnen H. Die Welt der Pilze. Leipzig: Urania-Verlag, 1989. 262 p.
14. Kerruish R. M., Unger P. W. Plant Protection. Pests, Diseases and Weeds. Vol.1. Hughes, Australia: RootRot Press ACT. 2010. 504 p.
15. Læssøe T., Petersen J. H. Fungi of Temperate Europe Princeton: Princeton University Press, 2019. 1708 p.
16. Lozano F.P. Setas para Todos. Pireneos. Huesca: Peninsula iberica. Editorial PIRINEO, 2001. 655 p.
17. Niemelä T. Suomen käävät – The polypores of Finland // Norrlinia. 2016. Vol. 31. P. 1–430.
18. Takahashi I. Fungi of Hokkaido. Саппоро Sapporo: Aorano, 1991. 184 p.
19. Taylor T.N., Krings M., Taylor E.L. Fossil Fungi. L.: Acad. Press, 2015. 382 p.
20. Walters D.R. Plant Defense: Warding off Attack by Pathogens, Herbivores, and Parasitic Plants. Oxford: Wiley & Sons, Ltd. 2011. 246 p.

ЗНАЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ВИДОВ РОДА *LONICERA* L. В ТАШКЕНТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Носиров С.С.

Ташкентский ботанический сад имени Ф.Н. Русанова при Институте ботаники Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, nsobitjon@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по созданию коллекции представителей рода *Lonicera* в Ташкентском ботаническом саду, а также рассмотрены некоторые биоэкологические особенности видов рода *Lonicera* в условиях интродукции. Установлено, что оптимальная температура прорастания семян составляет +20...+22 °С при всхожести 54–91 %. Основными экологическими факторами являются температура (+20...+25 °С), влажность (50–55 %) и освещённость (16000–19000 лк). Объекты исследования в условиях Ташкентского Ботанического сада хорошо растут и развиваются, характеризуются высокой семенной продуктивностью (85,2–91,4 %). Показатели качества семян также высокие, повреждений насекомыми не выявлено. Это свидетельствует о хорошей адаптации видов к условиям интродукции и имеет важное значение при их рекомендации для озеленения и благоустройства. Доказано, что растения, размноженные вегетативным способом, начиная с четвёртого года при переходе в фазу цветения, могут использоваться в озеленении в качестве растений второго яруса.

Ключевые слова: *Lonicera*, интродукция, коллекция, семенная продуктивность, вегетативное размножение, озеленение, Ташкентский ботанический сад

SIGNIFICANCE OF THE COLLECTION OF SPECIES OF THE GENUS *LONICERA* L. IN THE TASHKENT BOTANICAL GARDEN

Nosirov S.S.

Tashkent Botanical Garden named after F.N. Rusanov, Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, nsobitjon@mail.ru

Annotation. The article presents the results of research on the establishment of a collection of representatives of the genus *Lonicera* in the Tashkent Botanical Garden, and also examines certain bioecological characteristics of *Lonicera* species under introduction conditions. It was determined that the optimal seed germination temperature is +20...+22 °C, with germination rates ranging from 54 to 91 %. The main environmental factors are temperature (+20...+25 °C), humidity (50–55 %), and illumination (16,000–19,000 lx). Under the conditions of the Tashkent Botanical Garden, the studied plants grow and develop well and are characterized by high seed productivity (85.2–91.4 %). Seed quality indicators are also high, and no damage caused by insects has been observed. This indicates good adaptation of the species to introduction conditions and is of significant importance for their recommendation in landscaping and urban greening. It has been proven that plants propagated vegetatively, starting from the fourth year and entering the flowering phase, can be used in landscaping as second-tier plants.

Keywords: *Lonicera*, introduction, collection, seed productivity, vegetative propagation, landscaping, Tashkent Botanical Garden

В настоящее время в условиях глобального изменения климата, ускорения процессов урбанизации и деградации природных экосистем проблема сохранения биоразнообразия становится одной из наиболее актуальных экологических задач человечества. В частности, сохранение генетических ресурсов растений, их адаптация к новым условиям и рациональное использование являются приоритетными направлениями современной ботанической науки. В этом аспекте ботанические сады выполняют важную научно-практическую функцию, обеспечивая интродукцию, акклиматизацию растений и формирование коллекций редких и

хозяйственно ценных видов. Мировой опыт показывает, что системное создание коллекций растений служит не только основой для научных исследований, но и способствует улучшению городской экологии, обогащению ландшафтного дизайна и повышению экологической культуры населения. Род *Lonicera* (Caprifoliaceae) включает более 180 видов, распространённых преимущественно в умеренных районах Северного полушария. Представители рода представлены кустарниковыми и лиановидными формами, отличающимися ароматными цветками, декоративными плодами и высокой декоративностью. Некоторые виды обладают лекарственным и пищевым значением. Так, *Lonicera japonica* используется в фитомелиорации, а плоды *L. caerulea* богаты антиоксидантами и применяются в пищевой и фармацевтической промышленности. В условиях Узбекистана жаркое и засушливое лето и относительно холодная зима являются стрессовыми факторами для интродуцированных растений. В связи с этим важное значение имеет изучение биоэкологических особенностей растений, определение их адаптационного потенциала и отбор перспективных видов. Ташкентский ботанический сад является одним из ведущих научных центров республики, где проводятся испытания интродуцированных растений и формируются коллекции. Создание научно обоснованной коллекции рода *Lonicera* позволяет изучать их рост, развитие, фенологию и декоративные качества. Семейство Caprifoliaceae включает 33–42 рода и около 860 видов. Род *Lonicera* по современным данным насчитывает 158 видов (POWO, 2023). В Центральной Азии распространено 24 вида (Пратов, 1987), из которых 10 встречаются в Узбекистане (Сенников, 2019). Исследования проводились с 2018 года по настоящее время в условиях Ташкентского ботанического сада, расположенного в северо-восточной части города на высоте 473,3 м над уровнем моря. В настоящее время в саду создана коллекция из видов *Lonicera*, включающая 7 местных (*L. bracteolaris*, *L. paradoxa*, *L. caerulea*, *L. microphylla*, *L. nummulariifolia*, *L. altmannii*, *L. korolkowii*) и 10 интродуцированных (*L. webbiana*, *L. pileata*, *L. maackii*, *L. maximowiczii*, *L. ruprechtiana*, *L. notha*, *L. japonica*, *L. tatarica*, *L. caprifolium*, *L. brownii*) (Рис. 1).



Рисунок 1. Коллекция рода *Lonicera* в Ташкентском Ботаническом саду

В настоящее время проводятся исследования роста и развития растений, динамики цветения, семенной продуктивности и способов размножения. Для изучения всхожести семян использованы методики И.И. Кокоревой (2016) и М.Г. Николаевой (1985). Исследования проводились при трёх температурных режимах (+20...+22 °С, +24...+26 °С, +28...+30 °С) (Рис. 2).

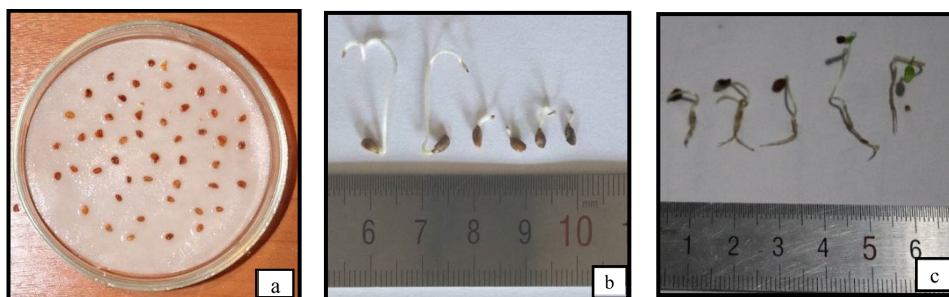


Рисунок 2. Семена *Lonicera tatarica*: а – общий вид; b, c – проростки

Установлено, что всхожесть семян составляет 54–91%, при этом оптимальной температурой является +20 +22 °С.

В полевых условиях семена высевались на глубину 1–1,5 см с междурядьями 5–7 см. Для сохранения влаги применялось мульчирование. К концу вегетационного периода сохранялось 55–58 % растений, высота которых достигала 40–90 см (Рис. 3).



Рисунок 3. Однолетние сеянцы *Lonicera*

Фенологические наблюдения проводились по методикам Н.Е. Булыгина (1970), Г.Э. Шульца (1981), А.М. Мингажевой (2017) и включали все стадии развития растений (Рис. 4).

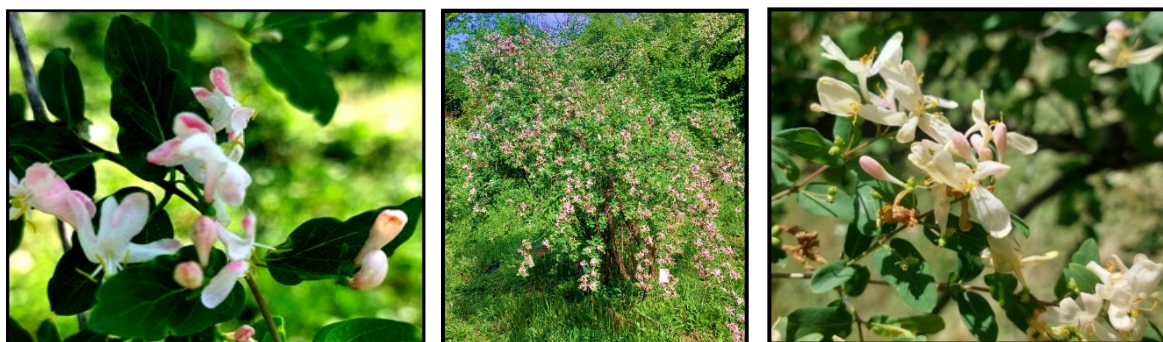


Рисунок 4. Сезонная динамика цветения видов *Lonicera*

Установлено, что продолжительность цветения зависит от температуры и влажности воздуха: при высокой температуре и низкой влажности продолжительность цветения сокращается, при низкой температуре и высокой влажности – удлиняется. Семенная

продуктивность изученных видов определялась по методике О.А. Ашурметова и Х.К. Каршибоева (2008) (Рис. 5).



Рисунок 5. Созревание плодов видов *Lonicera*

Исследования показали, что семенная продуктивность составляет 85,2–91,4 %, что свидетельствует о хорошей адаптации растений к условиям интродукции.

Вегетативное размножение проводилось способом черенкования по методике З.Я. Ивановой (1982) (Рис. 6).



Рисунок 6. Образование корней и побегов у черенков видов *Lonicera*

Укореняемость видов достигла до 91 %. Растения вступают в фазу цветения на четвёртый год и могут использоваться в озеленении.

Таким образом, впервые в Ташкентском ботаническом саду создана коллекция рода *Lonicera*, включающая 17 видов и 2 формы. Установлено, что оптимальная температура прорастания семян составляет +20...+22 °С при всхожести 54–91 %. Основными экологическими факторами являются температура (+20...+25 °С), влажность (50–55 %) и освещённость (16000–19000 лк). Выявлено влияние температуры и влажности на продолжительность цветения. Изученные виды в условиях Ташкентского ботанического сада хорошо растут и развиваются, обладают высокой семенной продуктивностью (85,2–91,4 %). Показатели качества семян также высокие, повреждений насекомыми не выявлено. Это свидетельствует об их хорошей адаптации к условиям интродукции и имеет важное значение при рекомендации видов для озеленения и благоустройства. При вегетативном размножении укореняемость составила 91 %. Доказано, что растения, размноженные вегетативным

способом, начиная с четвёртого года, при переходе в фазу цветения, могут использоваться в озеленении в качестве растений второго яруса, а также при создании тугайных насаждений.

Библиографический список

1. Ashurmetov O.A., Qarshiboyev X.Q. O'simliklarda reproduksiya jarayonini o'rganishga oid metodik ko'rsatmalar. – Toshkent: Fan, 2008. – 22 b. (на узб.).
2. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. – Ленинград: Наука, 1970. – 351 с.
3. Иванова З.Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками. – Киев: Наукова думка, 1982. – 288 с.
4. Кокорева И.И., Отрадных И.Г., Съедина И.А. Высокогорные жимолости Северного Тянь-Шаня. – Т. 22 (1). – Алматы, 2016. – С. 54–64.
5. Мингажева А.М. Методическое пособие по интродукции древесно-кустарниковых пород. – Уфа, 2017. – 74 с.
6. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян – Л.: Наука, 1985. – 349 с.
7. Пратов У.П. Род *Lonicera* L. // Определитель растений Средней Азии. Т. 9. – Ташкент: Фан, 1987. – С. 328-338
8. Сенников А. Род *Lonicera* L. // Флора Узбекистана. – Ташкент, 2019. – Т. 3. – С. 48–64.
9. Шульц Г.Э. Общая фенология. – Л.: Наука, 1981. – 188 с.
10. Plants of the World Online. Доступ: <https://powo.science.kew.org/>

ДНК-ШТРИХКОДИРОВАНИЕ КРУГА РОДСТВА ЦАРИЦЫ НОЧИ (*SELENICEREUS GRANDIFLORUS*, CACTACEAE)

Носов Н.Н.¹, Гнутиков А.А.^{1,2}, Калугин Ю.Г.¹, Родионов А.В.¹

¹ФГБУН Ботанический институт им. В. Л. Комарова Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия

²ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия

nnosov2004@mail.ru, alexandr2911@yandex.ru, YKalugin@binran.ru, avrodionov@mail.ru

Аннотация. В ходе нашей работы были исследованы последовательности ITS1–5.8S рДНК–ITS2 у ряда видов *Selenicereus* и родственных таксонов – видов *Epiphyllum* и *Deamia*. Нами показана монофилетичность подтрибы Hylocereinae трибы Phyllocactaceae, к которой относятся виды *Selenicereus*. Три рода из подтрибы Echinocereinae образуют кладу, сестринскую к Echinocereinae, в то время как остальные роды Echinocereinae монофилетичны. Род *Deamia* на нашей схеме оказывается неродственным *Selenicereus*, в отличие от более ранних исследований. Виды р. *Escontria* занимают на древе неопределенное положение, а не с видами *Selenicereus*, как предполагалось ранее. Также неожиданное положение занимает р. *Pfeiffera*, который оказывается близок трибе Rhipsalideae, а не Phyllocactaceae, как по хлоропластным генам. Возможно, этот род имеет гибридное происхождение. Наконец, выявлено серьезное отличие последовательностей ITS, полученных в нашей работе, от результатов более ранних исследований. Возможно, это связано с тем, что прежние сиквенсы представляют собой псевдогены, либо с серьезным внутренним полиморфизмом рДНК видов *Selenicereus* и родственных родов.

Ключевые слова: гибридизация, кактусы, псевдогены, филогения, ITS

DNA BARCODING OF THE QUEEN OF THE NIGHT AFFINITY (*SELENICEREUS GRANDIFLORUS*, CACTACEAE)

Nosov N.N.¹, Gnutikov A.A.^{1,2}, Kalugin Y.G.¹, Rodionov A.V.¹

¹Komarov Botanical Institute, St. Petersburg, Russia.

²Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR),
St. Petersburg, Russia

nnosov2004@mail.ru, alexandr2911@yandex.ru, YKalugin@binran.ru, avrodionov@mail.ru

Abstract. In our study, we analyzed the ITS1–5.8S rDNA–ITS2 sequences in several *Selenicereus* species and related taxa – *Epiphyllum* and *Deamia* species. We demonstrated the monophyly of the Hylocereinae subtribe of the Phyllocactaceae tribe, which includes *Selenicereus* species. Three genera from the Echinocereinae subtribe form a clade sister to Echinocereinae, while the remaining Echinocereinae genera are monophyletic. The genus *Deamia* in our diagram appears to be unrelated to *Selenicereus*, in contrast to earlier studies. Species of the genus *Escontria* occupy an uncertain position on the tree, and not with *Selenicereus* species, as previously assumed. The genus *Pfeiffera* also occupies an unexpected position, being related to the tribe Rhipsalideae rather than Phyllocactaceae, based on its chloroplast genes. This genus may be of hybrid origin. Finally, a significant difference was found between the ITS sequences obtained in our study and the results of earlier studies. This may be due to the fact that the earlier sequences represent pseudogenes, or to significant internal rDNA polymorphisms in *Selenicereus* species and related genera.

Keywords: hybridization, cacti, pseudogenes, phylogeny, ITS

Семейство Кактусовые (Cactaceae) относится к довольно древнему порядку Гвоздичноцветные (Caryophyllales), отделившемуся в позднем эоцене. Оно очень разнообразно и насчитывает по последним данным 1851 вид (Korotkova et al., 2021). Несмотря на значительный видовой объем, в настоящее время молекулярно-филогенетическими методами оно исследовано лишь фрагментарно (Barcenas et al., 2011; Korotkova et al., 2021; Franco et al., 2022). В основном, исследование границ родов и триб проводилось только по хлоропластным маркерам. Однако, хлоропластные маркеры хоть и имеют важное преимущество из-за их унипарентального наследования, сами по себе достаточно эволюционно консервативны и потому могут давать довольно низкое разрешение на филогенетическом древе. К тому же, в мире кактусов известны случаи как межвидовой, так и межродовой гибридизации, которые могли играть существенную роль в процессах видообразования (Romeiro-Brito et al., 2023; Aoki-Gonçalves and Pena, 2025). Кроме того, таксономически значимые признаки некоторых кактусов относятся к цветкам и плодам, которые достаточно коротко существуют в жизненном цикле растения. Все это заставляет нас обращаться к методам ДНК-штрихкодирования: подбору некоторой последовательности ДНК, идентичной или почти идентичной у всех особей одного вида, но заметно различающейся у особей разных видов (Phillips et al., 2022). Для растений универсального ДНК-штрихкода не найдено, но наиболее популярными штрихкодами являются последовательности некоторых хлоропластных (Barcenas et al., 2011; Korotkova et al., 2021) и ядерных генов, например, участок ITS1–5.8S рДНК–ITS2 (Rodionov et al., 2018).

Объект нашего исследования – группа родства вида *Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose, включает кустарниковые, эпифитные или стелющиеся кактусы родов *Selenicereus* (A. Berger) Britton & Rose, *Hylocereus* (A. Berger) Britton & Rose, *Epiphyllum* Haw. (Korotkova et al., 2017). К этой трибе относятся такая сельскохозяйственная культура, как одомашненная еще в доколумбову эпоху питахайя (пищевые культивируемые виды р. *Selenicereus*) и декоративный кактус ‘Царица ночи’ (*S. grandiflorus* и другие эпифитные виды этого рода). Сравнительное исследование хлоропластных маркеров Cactaceae показало, что виды *Hylocereus* на филогенетическом древе почти всегда формируют особую кладу, сестринскую *Selenicereus*, но виды самого рода *Selenicereus* s. str. как правило не формируют хорошо поддержанную кладу (Plume et al., 2013). Из-за этого было предложено объединить виды родов *Hylocereus* и *Weberocereus* Britton & Rose в составе рода *Selenicereus* (Korotkova et al., 2017). Однако, это таксономическое предложение основано лишь на результатах анализа хлоропластных генов. Для прояснения филогенетической картины в подобной таксономически сложной группе и выявления возможных случаев гибридизации важно исследовать не только хлоропластные, но и ядерные маркеры, такие как район ITS1–5.8S рДНК–ITS2 и/или его участки ITS1 и ITS2.

Нами изучены последовательности участка ITS1–5.8S рДНК–ITS2 видов р. *Selenicereus*, кроме того, в анализ были взяты последовательности кактусов из других триб (данные базы Генбанк). Последовательность района ITS1–5.8S рДНК–ITS2 амплифицировалась с помощью праймеров ITS1P (Ridgway et al., 2003) и ITS4 (White et al., 1990). Секвенирование полученных последовательностей проводилось на секвенаторе ABI PRISM 3100 sequencer (Applied Biosystems, United States) в Центре Коллективного Пользования БИН РАН. Полученные сиквенсы были затем выровнены с помощью программы MEGA XI (Tamura et al., 2021). Филогенетическое древо было построено методами минимальной эволюции (ME) с помощью пакета программ MEGA XI (Tamura et al., 2021) и методом Байеса с помощью программы Mr. Bayes 3.2.2 (Ronquist et al., 2012). В первом случае использовалась модель Kimura-2, 1000 бутстрэп-репликаций. Во втором случае мы использовали эволюционную модель GTR+I+G, 5000000 итераций, 25 % первых деревьев было отброшено как burn-in.

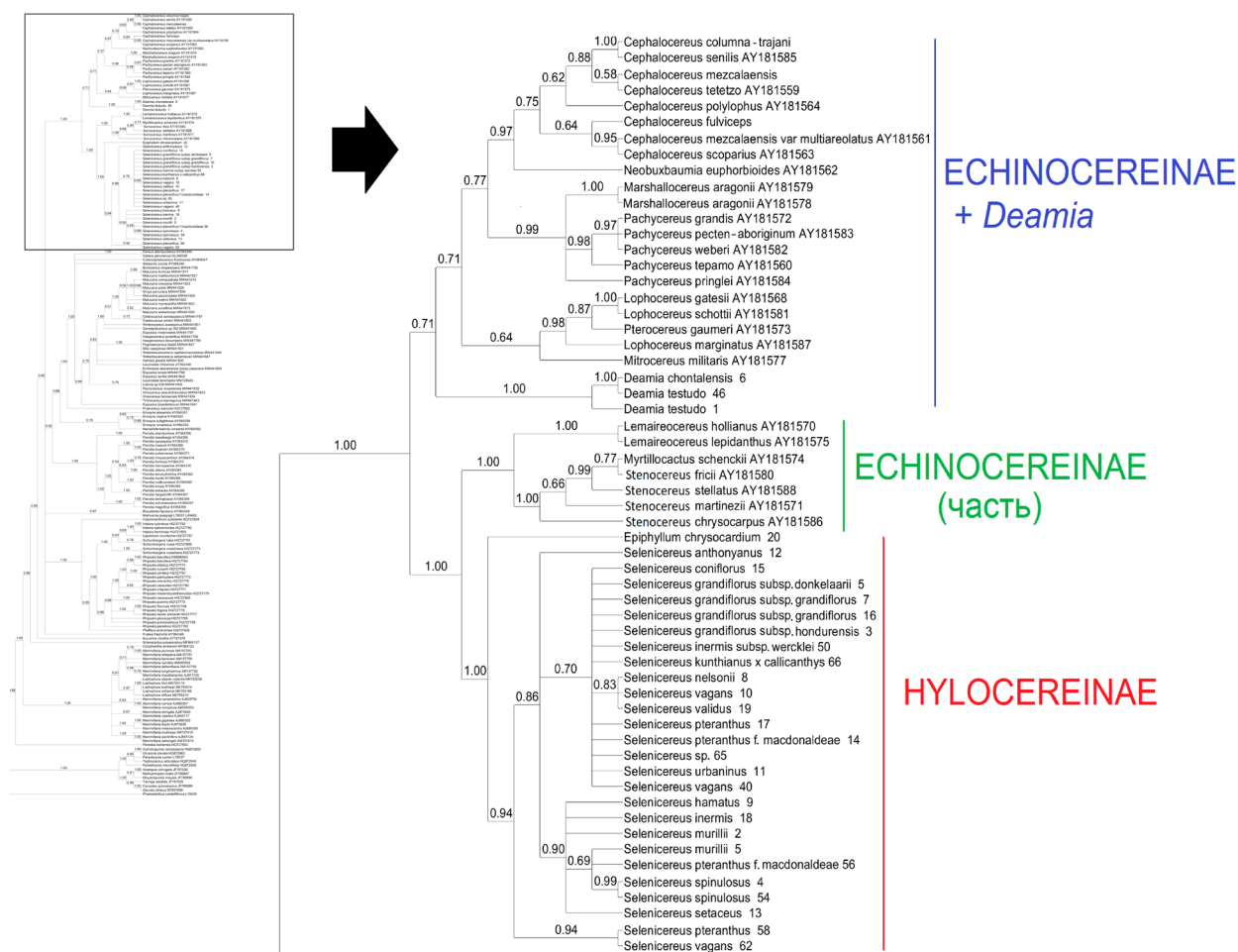


Рисунок. Положение исследованных видов трибы Phyllostaceae на филогенетическом древе семейства Cactaceae, построенном методом Байеса.

Общая длина района ITS1–5.8S рНК–ITS2 у исследованных видов составила 594–597 п. н. На древе, полученном методом Байеса, вся подтриба Hylocereinae трибы Phyllostaceae Salm-Dyck, в которую входят и виды *Selenicereus*, монофилетична (Рис.). Сестринское положение к видам *Selenicereus* занимает *Epiphyllum chrysocardium* Alexander. Три рода из подтрибы Echinocereinae Buxb. – *Lemaireocereus* Britton & Rose, *Stenocereus* (A.Berger) Riccob., *Mitrocereus* Backeb., в свою очередь, оказываются сестринскими к подтрибе Hylocereinae, образуя с ними общую кладу (Рис.). В то же время, остальные изученные роды подтрибы Echinocereinae формируют собственную кладу. Таким образом, подтриба Echinocereinae распадается на две сестринские группы. Род *Deamia* Britton & Rose на филогенетическом древе, построенном на основании анализа ITS1–5.8S рНК–ITS2, оказывается родственным видам подтрибы Echinocereinae, а не *Selenicereus* из подтрибы Hylocereinae (Рис.). Виды рода *Escontria* Rose занимают на нашем древе неопределенное положение, внешнее по отношению к группе триб, включающей Phyllostaceae, а не с видами *Selenicereus*, как предполагалось ранее (Nyffeler, Eggli, 2010). Возможно, отнесение р. *Escontria* к трибе Phyllostaceae ошибочно, тем более, что отмечено резкое отличие его ITS-сиквенсов от таковых у Phyllostaceae-Echinocereinae (Arias et al., 2003). Также изолированное положение на древе занимает монотипный род *Calymmanthium* F.Ritter, сестринский к видам трибы Rhypsalideae DC. (Рис.). Его отличают морфологические особенности цветка, вероятно, р. *Calymmanthium* входит в самостоятельную трибу Calymmantheae R.S.Wallace, как предполагалось ранее.

Неожиданное положение занимает типовой вид для рода *Pfeiffera* Salm-Dyck – *P. ianthothele* F.A.C. Weber in Bois (Рис.). На основании морфологических характеристик ранее род относили к трибе Rhipsalideae. По хлоропластным генам *Pfeiffera* оказалась близкой к видам триб Pachycereeae Buxb., Leptocereae Buxb. и Hylocereeae Buxb., теперь объединенным в трибу Phyllocactae (Korotkova et al., 2021). Однако, на наших деревьях *Pfeiffera ianthothele* находится в пределах трибы Rhipsalideae, как сестринский к остальным изученным видам. Это может быть связано с гибридным происхождением *Pfeiffera*, где материнским предком был вид из трибы Hylocereeae.

Виды трибы Notocactae Buxb. формируют отдельную кладу за исключением *Frailea* Britton & Rose (Рис.). Этот род ранее относился к трибе Notocactae по морфологическим критериям. Но по молекулярно-филогенетическим данным *Frailea* не входит в состав какой-либо трибы (Yu et al., 2023). Возможно, этот род образует собственную трибу.

В ходе исследования мы неожиданно обнаружили, что полученные нами ITS-последовательности видов *Selenicereus* и родственных родов оказались достаточно удаленными от сиквенсов, полученных в более ранних работах (Plume et al., 2013) и депонированных в базе данных Genbank. В связи с высокой концентрацией однонуклеотидных замен в консервативном районе гена 5.8S рРНК можно предположить, что эти варианты сиквенсов представляют собой псевдогены. С другой стороны, вполне возможна и избирательная амплификация разных вариантов ITS из общего пула геномной ДНК в связи с древней гибридизацией, когда-то произошедшей в эволюционной истории видов подтриб Hylocereinae и Echinocereinae.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность Елене Крапивской за секвенирование материала, сотруднику НОЦ растительных биоресурсных коллекций и современного растениеводства – Ботанического сада имени Петра I МГУ им. М.В. Ломоносова Ярославу Морозову и сотруднику Главного Ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН Михаилу Романову за предоставленные образцы живого материала из своих коллекций.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках Госзадания No 124020100136-0 «Молекулярно-филогенетические исследования и кариосистематика цветковых растений».

Библиографический список

1. Aoki-Gonçalves F., Pena J. C. Hybrids in Cactaceae: current distribution and potential range of hybrids compared with parental species // Plant Ecology & Diversity, 2025. – Vol. 17. – P. 1–15. <https://doi.org/10.1080/17550874.2025.2457158>.
2. Arias S., Terazas T., Cameron K. Phylogenetic analysis of *Pachycereus* (Cactaceae, Pachycereeae) based on chloroplast and nuclear DNA sequences // Systemic Botany, 2003. – Vol. 28. – P. 547–557. <https://doi.org/10.1043/02-17.1>.
3. Barcenas R. T., Yesson C., Hawkins, J. A. Molecular systematics of the Cactaceae // Cladistics, 2011. – Vol. 27. – P. 470–489. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2011.00350.x>.
4. Franco F. F., Amaral D. T., Bonatelli I. A. S., Romeiro-Brito M., Telhe M. C., Moraes E. M. Evolutionary genetics of cacti: Research biases, advances and prospects // Genes, 2022. – Vol. 13. – P. 452. <https://doi.org/10.3390/genes13030452>.
5. Korotkova N., Borsch T., Arias S., et al. A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera // Phytotaxa, 2017. – Vol. 327. – P. 1–46. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.1.1>.
6. Korotkova N., Aquino D., Arias S., et al. Cactaceae at Caryophyllales.org – a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family // Willdenowia, 2021. – Vol. 51. – P. 251–270. <https://doi.org/10.3372/wi.51.51208>.

7. Nyffeler R., Eggli U. A farewell to dated ideas and concepts: molecular phylogenetics and a revised suprageneric classification of the family Cactaceae // *Schumannia*, 2010. – Vol. 6. – P. 109–149. <https://doi.org/10.5167/uzh-43285>.
8. Phillips J. D., Gillis D. J., Hanner R. H. Lack of statistical rigor in DNA barcoding likely invalidates the presence of a true species' barcode gap // *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022. – Vol. 10. – P. 859099. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.859099>.
9. Plume O., Straub S. C., Tel-Zur N., et al. Testing a hypothesis of intergeneric allopolyploidy in vine cacti (Cactaceae: Hylocereeae) // *Systematic Botany*, 2013. – Vol. 38. – P. 737–751. <https://doi.org/10.1600/036364413X670421>.
10. Ridgway K. P., Duck J. M., Young J. P. W. Identification of roots from grass swards using PCR_RFLP and FFLP of the plastid trnL (UAA) intron // *BMC Ecology*, 2003. – Vol. 3. – P. 8. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-3-8>.
11. Rodionov A. V., Dobryakova K. S., Punina E. O. Polymorphic sites in ITS1-5.8S rDNA-ITS2 region in hybridogenic genus *× Elyhordeum* and putative interspecific hybrids *Elymus* (Poaceae: Triticeae) // *Russian Journal of Genetics*, 2018. – Vol. 54. – P. 1025–1039. <https://doi.org/10.1134/S1022795418090120>.
12. Romeiro-Brito M., Taylor N. P., Zappi D. C., et al. Unravelling phylogenetic relationships of the tribe Cereeae using target enrichment sequencing // *Annals of Botany*, 2023. – Vol. 132. – P. 989–1006. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad153>.
13. Ronquist F., Teslenko M., van der Mark P., et al. MrBayes 3.2: Efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space // *Systematic Biology*, 2012. – Vol. 61. – P. 539–542. <https://doi.org/10.1093/sysbio/sys029>.
14. Tamura K., Stecher G., Kumar S. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11 // *Molecular Biology & Evolution*, 2021. – Vol. 38. – P. 3022–3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>.
15. White T. J., Bruns T., Lee S., et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics // *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. – New York (USA): Academic Press, 1990. – P. 315–322.
16. Yu J., Li J., Zuo Y., et al. Plastome variations reveal the distinct evolutionary scenarios of plastomes in the subfamily Cereoideae (Cactaceae) // *BMC Plant Biology*, 2023. – Vol. 23. – P. 2–17. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04148-4>.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОЛЛЕКЦИИ РЕДКИХ СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ ГБС РАН

Озерова Л.В.

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия, lyozeroval@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время сохранение редких видов растений в культуре приобретает ключевое значение в природоохранной и научной деятельности ботанических садов. Основой коллекции редких растений Фондовой оранжереи ГБС РАН стала группа эндемиков, привезенных из природы Южной Африки, Намибии и Мадагаскара, которая содержит около 425 видов живых растений. Кроме научной ценности, коллекция имеет широкие образовательные возможности. На базе коллекции проходят лекции, экскурсии и исследования студентов и аспирантов вузов. Учебные экскурсии представляют собой форму организации процесса обучения, которая позволяет проводить наблюдения и закреплять полученные знания на лекциях. Ценность коллекции также в том, что она доступна круглый год.

Ключевые слова: коллекция, редкие виды растений, эндемики

THE EDUCATIONAL VALUE OF THE COLLECTION OF RARE SUBTROPICAL PLANTS OF THE GBS RAS

Ozerova L.V.

Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. Currently, the preservation of rare plant species in culture is of key importance in the conservation and scientific activities of botanical gardens. The basis of the collection of rare plants of the Stock Greenhouse of the GBS RAS was a group of endemic species brought from the nature of South Africa, Namibia and Madagascar thanks to participation in international botanical expeditions, where more than 425 species of living plants and seeds were collected. Our collection has been used for a number of educational and scientific projects, and it has great scientific and educational potential for the future.

Keywords: collection, rare plants, endemics

Нашей задачей было показать, как ботанические дисциплины кафедры высших растений биологического факультета МГУ можно наглядно продемонстрировать во время учебных экскурсий со студентами на базе коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН.

Фитогеография (бакалавриат, 3 курс). География растений (магистратура, 1 курс). Одно из центральных понятий биогеографии – эндемизм. Эндемики Южного полушария широко представлены в коллекции Фондовой оранжереи.

Мадагаскар был классифицирован международным Союзом охраны природы как горячая точка биоразнообразия. Значительной особенностью является высокая частота эндемизма, при этом приблизительно 83% эндемиков в регионе занимают весьма ограниченный ареал. Эндемики Мадагаскара в коллекции ГБС: *Senecio antandroi* Scott-Ellio, *S. crassissimus* Humber, *S. descoingsii* (Humbert) G.D.Rowley, *S. mesembryanthemoides* Bojer ex DC., *S. meuselii* Rauh, *S. leandrii* Humber, *S. neobakeri* Humber, *Aloe albiflora* Guillaumin, *A. perrieri* Reynolds, *Stapelanthus decaryi* Choux, *Pachypodium brevicaule* Baker.

Из природы ЮАР и Намибии представлен 41 вид редких суккулентных и луковичных растений в коллекции. Для выделения статуса редкости мы использовали базу данных The Red List of South African Plants. Это наиболее редкие виды, которые относятся к 4 категориям. Critically Endangered (CR) – под угрозой исчезновения с чрезвычайно высоким риском. Endangered (EN) – находящийся под угрозой исчезновения. Vulnerable (Vu) – уязвимый вид. Rare – редкий вид. Большинство видов являются узкоареальными эндемиками.

Перечень редких видов из коллекций ГБС, представлен в таблице.

Таблица. Редкие виды из коллекций Фондовой оранжереи ГБС РАН

Статус			
Critically (CR)	Endangered	Endangered (EN)	Vulnerable (VU)
		<i>Boophone disticha</i>	<i>Conophytum brunneum</i>
	<i>Corpuscularia lehmannii</i>	<i>Conophytum friedrichiae</i>	<i>Gibbaeum velutinum</i>
	<i>Gasteria armstrongii</i>	<i>Faucaria tigrina.</i>	<i>Glottiphyllum linguiforme</i>
		<i>Fenestraria rhopalophylla</i> <i>subsp. aurantiaca</i>	<i>Juttadinteria suavissima</i>
		<i>Glottiphyllum cruciatum</i>	<i>Phyllobolus tenuiflorus</i>
		<i>G. regium</i> N.E.Br.	<i>Brunsvigia josephinae</i>
		<i>Lampranthus explanatus</i>	<i>Clivia nobilis</i>
		<i>Lithops optica</i>	<i>C. robusta</i>
		<i>Haworthia bayeri</i>	<i>Clivia gardenii</i>
		<i>Adromischus mammillaris</i>	<i>Othonna armiana, O. herrei</i>
		<i>Moraea tulbaghensis</i>	<i>O. cacalioides, O. lepidocaulis</i>
			<i>Gasteria croucheri</i>
Rare			<i>Adromischus montium-klinghardtii</i>
	<i>Cyrtanthus falcatus</i>		<i>Cotyledon tomentosa</i>
	<i>Haemanthus pauculifolius</i>		<i>Tylecodon schaeferianus</i>
	<i>Nerine pudica</i>		<i>Erica brachialis</i>
			<i>Euphorbia kaokoensis</i>
			<i>Aristea platycaulis</i>
			<i>Strelitzia juncea</i>
			<i>Aloe brevifolia,</i>
			<i>A. microstigma, A. striata</i>
			<i>Cyrtanthus flavus</i>



Рисунок 1. Ареал *Othonna armiana* Van Jaarsv., растение в коллекции (справа)

Такой локальный эндемизм является наиболее заметным среди суккулентов семейств Aizaceae, Asteraceae.

Особенности Капской флоры обсуждают на лекциях по географии растений. В коллекции она представлена на примере уникальных растений из семейств Proteaceae, Restionaceae, Ericaceae. Виды из этих семейств составляют основу редкого растительного сообщества – финбос. В этом биоме широко представлены растения-пирофиты, экологическая группа растений, устойчивые к воздействию огня. На экскурсии можно увидеть *Protea cynaroides* L., *Leucadendron argenteum* (L.) R.Br.

Дизъюнкция ареала также рассматривается на примере этих семейств: Proteaceae, Restionaceae. В коллекции есть представители и из Австралии (*Hakea* Schrad, *Banksia* L.f.), и из Южной Африки (*Protea* L., *Leucodendron* R.Br.).

Аутэкология высших растений (бакалавриат, 2 курс). Экологическая анатомия растений (магистратура, 1 курс). Курсы изучают анатомию и морфологию экологических групп и метаморфизированных органов растений. В этом отношении для демонстрации особенно привлекательны суккуленты с их адаптациями к засушливому климату.

Большая группа суккулентных Senecioneae (Asteraceae) поражает многообразием жизненных форм и необычной морфологией. Согласно современной систематике, можно выделить несколько родов, содержащих суккулентные растения: *Senecio* L., *Curio* P.V. Heath, *Caputia* B. Nord. & Pelser., *Baculellum* L.V. Ozerova et A.C. Timonin, представители которых произрастают в разных растительных сообществах Южной Африки, Намибии и Мадагаскара.

Среди адаптаций растений к произрастанию в засушливом климате привлекает внимание необычная морфология листьев: вертикальные суккулентные листья, разворот их ребром к солнцу значительно снижает транспирацию в жаркой и сухой естественной среде обитания. Такой вид адаптаций встречается у мадагаскарских видов *S. crassissimus* Humber и *S. meuselii* Rauh. Развитие мечевидных листьев также наблюдается у *Curio ficoides* (L.) P.V. Heath. из ЮАР. Листья этих видов, уникальных по форме, различаются как по очертаниям листовой пластинки, так и по ее строению и способу уплощения в вертикальной плоскости. Листовая пластинка *C. ficoides* унифациальная и уплощается при адиаксиальном росте. Листовая пластинка *S. crassissimus* субунифациальная и уплощается при абаксиальном росте. Следовательно, эти листья эволюционировали конвергентно (Ozerova, Timonin, 2021).

Присущие некоторым Aizoaceae (*Fenestraria* N.E.Br., *Lithops* N.E.Br., *Conophytum* Heist.ex Fabr.) оконцевые листья представляют собой один из наиболее специфичных вариантов гелиоморфного синдрома. Такие листья почти целиком погружены в грунт, из которого слегка выдаются их уплощенные верхушки. Под эпидермой верхушки листа нет хлоренхимы, которая располагается лишь под эпидермой, погруженной в грунт, части листа. Центральную, большую часть листа занимает водоносная паренхима, простирающаяся до самой эпидермы верхушки листа. Эта ткань не только запасает воду, но и служит световодом, пропускающим свет к хлоренхиме. Массив водоносной паренхимы виден снаружи сквозь эпидерму верхушки листа как полупрозрачное «окно». Похожие полупрозрачные «окна» есть и в листьях некоторых видов *Curio*, однако они имеют вид продольной полоски, протягивающейся по всему листу, не имеющему уплощенной верхушки. Такие листья также интерпретировали как оконцевые.

«Окна» в листьях *Curio* ориентированы беспорядочно по отношению к падающему свету, а у *C. hallianus* G.D. Rowley & P.V. Heath, *C. herreanus* (Dinter) P.V. Heath и особенно у *C. rowleyanus* (H. Jacobsen) P.V. Heath весьма узки, что вызывает сомнения в их существенном значении как структур, снабжающих хлоренхиму светом, поэтому имеющие «окно» листья *Curio* едва ли представляют собой «оконцевые листья» в функциональном отношении. «Окна» в субунифациальных листьях *Curio* представляют собой скорее сохранение структурных особенностей черешка листа исходного типа, нежели результат выработки особого варианта гелиоморфного синдрома, и не имеют большого функционального значения (Ozerova, Timonin, 2013).



Рисунок 2. *Conophytum praeseckum* N.E.Br. (слева), *Conophytum subfenestratum* Schwantes

Метаморфозы в связи с экологией можно продемонстрировать на растениях, имеющих каудекс – видоизменённую прикорневую часть надземного побега. Орган, который служит основным резервуаром для хранения воды, что обеспечивает выживание растения в течение длительных периодов засухи. *Senecio neobakeri* Humbert, *S. mesembryanthemoides* Bojer ex DC., *S. leandrii* Humbert имеют клубневидный каудекс.

Морфология и анатомия растений (бакалавриат, 4 курс). Интересную морфологию луковичных растений демонстрируют на коллекции луковичных растений внесезонного климата, которая представлена 3 семействами: Amaryllidaceae – 40 видов, Asparagaceae – 31 вид, Iridaceae – 35 видов. Луковица – видоизменённый подземный побег растений, который служит для накопления питательных веществ, концентрирующихся в мясистых чешуях. Две большие группы: вечнозеленые луковичные растения (*Cyrtanthus* W. Aiton, *Tulbaghia* L., *Nerine* Herb.) и имеющие состояние покоя (*Brunsvigia* Heist., *Albuca* L.). Наиболее интересны для демонстрации виды, имеющие полупогруженную в почву луковицу.

Инвазионная морфология (магистратура, 2 курс). Очень интересны для примера инвазионные суккулентные растения из родов *Aptenia* N. E. Br., *Carpobrotus* N. E. Br., *Sesuvium* L. В естественном ареале в южной Африке *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. BR. (Aizoaceae) растет на прибрежных и внутренних склонах от Намакваленда в Северной Капской провинции и Западной Капской провинции до Восточной Капской провинции. Часто встречается как пионер на нарушенных участках.

C. edulis – стелющееся многолетнее травянистое суккулентное растение, укореняющееся в узлах и образующее плотные заросли. Листья сочные, длиной 60–130 × 10–12 мм, слегка сросшиеся у основания, в сечении треугольные, с восковым налетом, зеленые или слегка сизоватые, в более зрелом возрасте – красноватые; адаксиальная и боковые поверхности отчетливо вогнутые (Озерова, Виноградова, 2025).

В настоящее время вид встречается на побережьях во всех странах Европы с средиземноморским климатом. В Калифорнии *C. edulis* распространяется за пределы ландшафтных посадок и вторгается в прибрежные кустарниковые заросли, дюны, прибрежные утёсы, в приморские чапарали, дубовые леса. Его всходы легко приживаются после нарушения целостности почвы, их часто можно увидеть вдоль дорог, на тропах и в курганах сусликов, а также на участках с открытым песком и недавно выжженными территориями. Таким образом, *C. edulis* представляет серьезную угрозу для местной флоры и существенно влияет на почвенные условия и геохимические процессы, вызывая изменения pH почвы. Вид внесен в

списки инвазионных видов Франции, Португалии, Испании, США (Калифорния), Австралии и Новой Зеландии (Parker, 2025).

Лекарственные растения. Дисциплина «Основы фитотерапии» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальности «Фармация» в медвузах. Студенты часто приходят на экскурсии по данной тематике.

В коллекции представлены лекарственные растения: *Aloe ferox* Mill., *Bulbine frutescens* (L.) Willd. (Asphodelaceae), *Carpobrotus edulis* (L.) L. Bol. (Aizoaceae), *Cotyledon orbiculata* L. (Crassulaceae), *Euclea undulata* Thunb. (Ebenaceae), *Hypoxis hemerocallidea* Fisch. & C.A. Mey. (Hypoxidaceae), *Sceletium tortuosum* (L.) N.E. Brown (Aizoaceae).

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№ 122042700002-6).

Библиографический список

1. Ozerova L.V., Timonin A.C. Whether 'window leaves" in species of *Curio* P.V. Heath (Asteraceae: Senecioneae)? / Functional plant anatomy: Proceedings of the International conference, dedicated to 90th anniversary of Gorn B. Kedrov (Moscow, September 16-21, 2013) / ed. A.C. Timonin. Moscow: MAKSS Press. – 2013. – P. 138–142
2. Ozerova L.V., Timonin A.C. Development of ensiform leaves in *Senecio crassissimus* Humber and *Curio ficoides* (L.) P.V. Heath (Asteraceae: Senecioneae) // Wulfenia. – 2021. – Vol. 28. – P. 23–28.
3. Озерова Л.В., Виноградова Ю.К. Сравнительная характеристика устичного аппарата *Carpobrotus edulis* (L.) N.E. BR. (Aizoaceae) в некоторых популяциях вторичного ареала. // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология». 2025. № 1 (77). С. 89–98.
4. Parker Ch. *Carpobrotus edulis* (hottentot fig) // Электронный ресурс <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.10648>. 04.01.2024.
5. Red List of South African Plants version 2024.1. Downloaded from Redlist.sanbi.org on 2026/03/26.

РЕГЕНЕРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ *LONICERA CAERULEA* SUBSP. *KAMTSCHATICA* (SEVAST.) GLADKOVA ‘ГОЛУБОЕ ВЕРЕТЕНО’ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Приходько С.А., Гридько О.А., Тарасенко Э.В., Чохели В.А.

ФГБНУ «Донецкий ботанический сад», Донецк, ДНР, Россия, grydko@mail.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ влияния различных вариантов питательных сред и регуляторов роста на регенерационную способность и морфометрические показатели регенерантов *Lonicera caerulea* subsp. *kamtschatica* (Sevast.) Gladkova ‘Голубое веретено’ на этапе пролиферации побегов. Показана эффективность минерального состава питательной среды WPM с использованием цитокинина 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л для индукции каллуса, множественного побегообразования и формирования побегов с развитыми междоузлиями до 15 мм, что позволило значительно повысить коэффициент размножения до 10,2.

Ключевые слова: жимолость, клональное микроразмножение, морфогенез, биометрия

REGENERATIVE ABILITY OF *LONICERA CAERULEA* SUBSP. *KAMTSCHATICA* (SEVAST.) GLADKOVA ‘BLUE SPINDLE’ IN *IN VITRO* CONDITIONS

Prykhodko S.A., Hrydko O.A., Tarasenko E.V., Chokheli V.A.

FSBSI «Donetsk Botanical Garden», Donetsk, DPR, Russia, e-mail: grydko@mail.ru

Abstract. A comparative analysis of the effect of various nutrient medium options and growth regulators on the regenerative capacity and morphometric indicators of *Lonicera caerulea* subsp. *kamtschatica* (Sevast.) Gladkova ‘Blue Spindle’ regenerants at the stage of shoot proliferation was conducted. The effectiveness of the mineral composition of the WPM nutrient medium using 6-BAP cytokinin at a concentration of 0.5 mg/L for inducing callus, multiple shoot formation, and the formation of shoots with developed internodes up to 15 mm was demonstrated, which significantly increased the multiplication coefficient to 10.2.

Keywords: honeysuckle, micropropagation, morphogenesis, biometrics

В настоящее время отмечается значительный рост интереса к нетрадиционным плодово-ягодным культурам, в частности к сортам рода жимолость (*Lonicera* L.). Популярность жимолости обусловлена сверххранним сроком созревания ягод, которые в условиях степной зоны юга России готовы к употреблению в середине июня. Плоды жимолости являются источником природных антиоксидантов и биологически активных веществ, отличаются их высоким содержанием, проявляют антиоксидантную, иммуномодулирующую, антибактериальную, противовирусную, противогрибковую, антиаллергическую и другие виды активности, широко используются в медицине, косметологии, пищевой промышленности и сельском хозяйстве (Jurikova, 2012).

Вегетативное размножение сортовых жимолостей малоэффективно по причине сравнительно низкой укореняемости черенков, а также в связи с завышенными временными и трудовыми затратами. В связи с этим с целью получения высококачественного сертифицированного посадочного материала целесообразно использовать высокотехнологичные методы, в том числе и биотехнологические (Куликова, 2021).

ФГБНУ Донецкий ботанический сад (далее – ДБС) располагает современной материально-технической базой, позволяющей разрабатывать и внедрять технологии клонального микроразмножения растений. В лаборатории клонального микроразмножения созданы все необходимые условия для проведения полного цикла работ: от введения эксплантов в культуру *in vitro* до получения адаптированного посадочного материала. Современное оборудование

обеспечивает строгий контроль асептики, температурного и светового режимов, что гарантирует высокое качество растительного материала и минимизирует риски его гибели.

Среди всего многообразия сортов жимолости коллекции ДБС особого внимания заслуживает сорт 'Голубое веретено', выведенный в 1989 г. НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко (в наст. время – отдел ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий) (Приходько и др., 2025).

L. caerulea subsp. *kamtschatica* (Sevast.) Gladkova 'Голубое веретено' – среднерослый кустарник до 1 м, не склонный к загущению, с прямыми тонкими изогнутыми побегами, крупными заостренными листьями эллиптической формы. Цветки бледно-желтые, с пыльниками, далеко выступающими из венчика. Плоды сине-голубые от обильного воскового налета, удлинненно-веретеновидные с плоским основанием и заостренной верхушкой; мякоть нежная, вкус сладковато-кислый, с пикантной горчинкой. Длина плодов 1,9–2,5 см, средняя масса 0,9–1,1 г. Средняя урожайность – 1,5, а максимальная – 2,5 кг с одного куста. Отличается ранними сроками созревания (июнь), обладает высокой зимостойкостью (–50 °C) и скороспелостью (Куликова, 2021).

С целью сравнительной оценки влияния различных вариантов минерального состава питательных сред и концентрации регуляторов роста на регенерационную способность сорта жимолости 'Голубое веретено' проведен анализ морфометрических показателей регенерантов в условиях *in vitro*.

В процессе исследования применяли общепринятые приемы работы с культурами изолированных тканей и органов растений (Бутенко, 1999; Молканова, 2018).

Для культивирования регенерантов на этапе, собственно, микроразмножения использовали варианты питательных сред Мурасиге-Скуга (MS), Кворина-Лепорье (QL) и Woody Plant Medium (WPM) с добавлением 6-бензиламинопурина (6-БАП) в концентрации 0,25 и 0,5 мг/л. Через 45 суток культивирования была измерена высота и количество микропобегов, количество узлов, количество и длина междоузлий, длина и ширина листовой пластинки, коэффициент размножения.

Исследования проводили в трех повторностях, 10 эксплантов в каждом варианте. Культивирование микропобегов осуществляли в культуральных сосудах на стеллажах Стеллар-ФИТО-LINE P5-C со светодиодными лампами (3000 – 3600 лк) при температуре 24±2°C и продолжительностью освещения 16 ч. Статистическую обработку результатов эксперимента проводили с использованием стандартных пакетов программы Windows Excel 2010, параметрических критериев Стьюдента, а разделение средних проводили с помощью теста множественного ряда Дункана, с учетом уровня вероятности 0,05, с использованием программного обеспечения SPSS версии 27.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что минеральный состав питательных сред и концентрация регуляторов роста оказывает влияние на биометрические показатели регенерантов. В исследуемых вариантах средняя высота составила от 4,0±0,63 до 5,6±0,61 см. Наибольшее количество побегов (6,1±1,08 шт. на одно растение) сформировано при культивировании на питательной среде WPM с использованием 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л, превышая аналогичный показатель в 2,5–2,9 раз по сравнению с другими вариантами минерального состава питательных сред.

Коэффициент размножения зависит от количества и длины междоузлий на побегах. Количество междоузлий у регенерантов сорта 'Голубое веретено' варьировало в диапазоне от 3 до 7 (в среднем 4,9±0,51 шт.), при этом минеральный состав среды оказывал влияние на длину междоузлия, которая достигала от 21 до 25 мм при культивировании на питательных средах MS и QL с использованием 6-БАП в концентрации 0,25 мг/л. В связи с этим коэффициент размножения составил 5,9 и 3,9 шт./растение соответственно. Максимальный коэффициент размножения получен от регенерантов сорта с длиной междоузлий 4–15 мм при культивировании на питательной среде WPM с использованием 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л

и составил 10,2 шт/растение. Такие показатели, как длина и ширина листьев варьируют в широком диапазоне в зависимости от состава питательной среды и концентрации регуляторов роста. При культивировании на среде WPM с 6-БАП (0,5 мг/л) длина листьев составила 0,5–1,6 см (в среднем $0,9 \pm 0,14$ см), ширина – 0,2–0,7 см (в среднем $0,4 \pm 0,08$ см). На среде QL с 6-БАП (0,25 мг/л) длина изменялась в диапазоне 0,5–1,5 см (в среднем $1,0 \pm 0,07$ см), ширина – 0,2–0,7 см (в среднем $0,5 \pm 0,04$ см). На среде MS с 6-БАП (0,25 мг/л) длина варьировала от 0,7 до 1,9 см (в среднем $1,2 \pm 0,09$ см), ширина – от 0,3 до 0,8 см (в среднем $0,6 \pm 0,04$ см). Таким образом, наиболее благоприятной для увеличения размеров листовой пластинки оказалась среда MS с 6-БАП (0,25 мг/л), в то время как среда WPM с высокой концентрацией цитокинина 6-БАП (0,5 мг/л) ограничивала рост.

Кроме того, при культивировании на среде WPM длительностью 45 суток отмечено образование каллуса, обладающего способностью к фотосинтезу, а процент спонтанного корнеобразования составил в среднем 50 %.

При исследовании морфогенеза *L. caerulea* subsp. *kamtschatica* ‘Голубое веретено’ в условиях *in vitro* на этапе собственно микроразмножения показана эффективность минерального состава питательной среды по прописи WPM с использованием 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л для индукции каллуса, множественного побегообразования и формирования побегов с развитыми междоузлиями до 15 мм, что позволило значительно повысить коэффициент размножения до 10,2.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Донецкий ботанический сад» «Комплексное изучение биоресурсного потенциала растений мировой флоры для содействия экологической стабилизации и устойчивого развития Донбасса», рег. № 126020616725-0.

Библиографический список

1. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе: Учеб. пособие. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с. – Текст: непосредственный.
2. Куликова, Е.И. Особенности культивирования российских и зарубежных сортов жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz.) *in vitro* / Е. И. Куликова, С.С. Макаров, И.Б. Кузнецова, А.И. Чудецкий // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51. № 4. – С. 712–722. URL: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-712-722>.) (дата обращения 06.04.2026).
3. Молканова, О.И. Использование биотехнологических методов в сохранении и ускоренном размножении ягодных культур / О.И. Молканова, Д.А. Егорова, Е.А. Мелешук // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2018. – Т. 5. № 1. – С. 73–76. – Текст: непосредственный.
4. Приходько, С.А. Рекомендации по выращиванию жимолости голубой в степной зоне Юга России / С.А. Приходько, Л.В. Митина. – Воронеж, 2025. – 36 с. – Текст непосредственный.
5. Jurikova, T. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects / T. Jurikova, O. Rop, J. Mlcek, J. Sochor et al. // Molecules. – 2012 – Vol. 17(1). P. 61–79. <https://doi.org/10.3390/molecules17010061>) (дата обращения 08.04.2026).

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ АССОРТИМЕНТ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ САДОВ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Прохоров В.Н., Карасёва Е.Н., Коржова Д.С., Фролова Т.В.

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича Национальной академии наук
Беларуси, Минск, Беларусь, prohoroff1960@mail.ru*

Аннотация. Подчеркивается важность создания в техногенно нагруженной городской среде «садов биоразнообразия» и их значение в воспитании бережного отношения к естественной природе. Отмечается, что современные методы ландшафтного дизайна позволяют создавать огромное количество вариантов благоустройства общественных городских площадей. Среди них важное место занимают аборигенные виды растений, список которых может включать большое количество видов, адаптированных к местным условиям окружающей среды. Приводится перспективный ассортимент аборигенных видов флоры Беларуси для создания «садов биоразнообразия» в урбанизированной среде.

Ключевые слова: сады биоразнообразия, аборигенная флора, урбанизированная среда

A PROMISING ASSORTMENT OF NATIVE FLORA SPECIES OF BELARUS FOR CREATING BIODIVERSITY GARDENS IN AN URBAN ENVIRONMENT

Prohorov V.N., Karasiova A.N., Karzhova D.S., Frolova T.V.

*V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, prohoroff1960@mail.ru*

Abstract. The importance of creating "biodiversity gardens" in technologically-burdened urban environments and their significance in fostering a caring attitude toward nature are emphasized. It is noted that modern landscape design methods allow for the creation of a vast array of options for landscaping public urban spaces. Among these, indigenous plant species occupy an important place, and the list can include a large number of species adapted to local environmental conditions. A promising assortment of indigenous plant species of Belarus for creating "biodiversity gardens" in urban environments is presented.

Keywords: biodiversity gardens, native flora, urban environment

В последние годы в различных регионах мира уделяется значительное внимание созданию в агрессивной городской среде садов биоразнообразия, которые являются островками естественной природы. Создание небольших общедоступных для населения садов биоразнообразия в различных районах города будет прекрасной возможностью для соприкосновения с разнообразием растений, ознакомления с их свойствами, особенностями выращивания и применения, послужит хорошей рекламой использования полезных растительных ресурсов, поможет воспитывать бережное отношение к естественной природе.

Современные методы ландшафтного дизайна позволяют создавать огромное количество вариантов благоустройства общественных городских пространств. Среди них важное место занимают аборигенные виды растений, список которых может включать большое количество разнообразных видов, адаптированных к местным условиям окружающей среды. В настоящее время городские жители, к сожалению, лучше знают интродуцированные из других регионов мира виды растений, практически не обращая внимание на адаптированные к местным условиям аборигенные виды. В этой связи сады биоразнообразия, состоящие в основном из аборигенных видов растений, не только будут прививать чувство родной природы, но и послужат источником полезной информации о их хозяйственно-полезных свойствах.

При проектировании садов биоразнообразия могут использоваться различные компоненты, особенно основанные на местных традициях. Это внесет особую «изюминку»

в каждый из них и будет способствовать развитию данного направления. Каждый созданный сад биоразнообразия уникален и неповторим, и будет отличаться своей собственной микросредой и микроклиматом. Этому способствует и большой выбор аборигенных видов растений, которые можно использовать в создании различных композиций. Несомненно, конструирование садов биоразнообразия значительно сложнее создания современных классических садов, так как требуется наличие знаний и опыта в этой области. Однако очевидно, что дальнейший путь человечества будет направлен на более тесное общение с родной природой, чему и будут способствовать сады биоразнообразия.

Перспективный ассортимент аборигенных видов флоры Беларуси для создания садов биоразнообразия в урбанизированной среде включает более 100 аборигенных видов из 46 семейств, среди которых наибольшее количество видов (14,2 %) приходится на семейство Asteraceae. Он включает аборигенные виды растений из различных семейств, которые можно использовать в создании садов биоразнообразия, среди которых: арника горная (*Arnica montana* L.), астрагал солодколистный (*Astragalus glycyphyllos* L.), бедренец камнеломковый (*Pimpinella saxifraga* L.), бессмертник песчаный (*Helichrysum arenarium* L. Moench.), брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.), будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), бузина черная (*Sambucus nigra* L.), буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.), василек луговой (*Centaurea jacea* L.), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hill.), ветреница дубравная (*Anemone nemorosa* L.), ветреница лютиковая (*Anemone ranunculoides* L.), горец змеиный (*Polygonum bistorta* L.), горец перечный (*Polygonum hydropiper* L.), горец почечуйный (*Polygonum persicaria* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), гравилат городской (*Geum urbanum* L.), гравилат речной (*Geum rivale* L.), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), выюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), гвоздика – травянка (*Dianthus deltoides* L.), герань лесная (*Geranium silvaticum* L.), голубика болотная (*Vaccinium uliginosum* L.), грыжник голый (*Herniaria glabra* L.), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria* L.), донник белый (*Melilotus albus* Desr.), донник лекарственный (*Melilotus officinalis* L. Desr.), дрема белая (*Melandrium album* (Mill.) Garcke), дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), дымянка аптечная (*Fumaria officinalis* L.), дягель лекарственный (*Archangelica officinalis* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst. *Picea excelsa* Link.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L.), золототысячник зонтичный (*Centaureum umbellatum* Gilib.), зубровка душистая (*Hierochloa odorata* (L.) Wahlb.), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Moench.), икотник серо-зеленый (*Berteroa incana* (L.) DC.), истод обыкновенный (*Polygala vulgaris* L.), калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers.), колокольчик круглолистный (*Campanula rotundifolia* L.), костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.), купырь лесной (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), ландыш майский (*Convallaria majalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta* (L.) Natp.), лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.), ляденец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Smidt.), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.), марьяник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.), мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dumort.), мелколепестник едкий (*Erigeron acris* L.), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), мыльнянка обыкновенная (*Saponaria officinalis* L.), мята полевая (*Mentha arvensis* L.), недотрога обыкновенная (*Impatiens noli-tangere* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), окопник лекарственный

(*Symphytum officinale* L.), первоцвет лекарственный (*Primula officinalis* Jacq.), печеночница благородная (*Hepatica nobilis* Mill.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), пустырник пятилопастной (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.), репейничек аптечный (*Agrimonia eupatoria* L.), ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), сабельник болотный (*Comarum palustre* L.), синюха голубая (*Polemonium coeruleum* L.), смолка обыкновенная (*Viscaria vulgaris* Bernh.), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum* L.), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.), толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), фиалка трехцветная (*Viola tricolor* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), чистотел большой (*Chelidonium majus* L.), чистяк весенний (*Ficaria verna* Huds.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd.), язвенник многолистный (*Anthyllis polyphylla* W. et K.), яснотка белая (*Lamium album* L.).

Перспективный ассортимент аборигенных видов, включает 109 аборигенных видов, из 46 семейств, среди которых наибольшее количество видов (14,2 %) приходится на семейство Asteraceae. Ассортимент позволяет формировать состав и структуру большого спектра вариантов ландшафтных композиций, различающихся по срокам цветения, яркости, текстуре, цветовой гамме и др.

Источники финансирования. Работа выполнена Институтом экспериментальной ботаники НАН Беларуси исследований в рамках научно-исследовательской работы по заданию ЗТ.2.16 «Разработать принципы конструирования городских мини-садов биоразнообразия и внедрить технологию их создания в урбанизированной среде» (№ ГР 20250602) подпрограммы «Устойчивое природопользование и инновационные технологии переработки, охраны и воспроизводства природных ресурсов» ГНТП «Зеленые технологии ресурсопользования и экобезопасности», 2021-2025 гг.

БИОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛЕКЦИИ ЦВЕТОЧНО-ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ревунова Л.Г., Пуяткина Е.С.

*Ботанический сад Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева», Самара, Россия
putyatina602.e@yandex.ru; lubava.rev158@mail.ru*

Аннотация. В статье представлены итоги биолого-морфологического анализа растений коллекции цветочно-декоративных культур Ботанического сада Самарского университета. В коллекции насчитывается 1050 таксонов из 49 семейств. Наиболее широко представлены в коллекции семейства пионовые (164 таксона), ирисовые (144 таксонов), асфodelеевые (103 таксона, состоящее из одного рода – лилейник), сложноцветные (92 таксона), аспарагусовые (67 таксонов), амариллисовые (45 таксонов), камнеломковые (38 таксонов). Коллекция на период 2025 года включает редкие виды из Красных Книг Российской Федерации и Самарской области – 50 таксонов. Большинство растений коллекции является интродуцентами. Поэтому исследование биолого-морфологических особенностей растений коллекции цветочно-декоративных культур позволяет выявить и рекомендовать для городского озеленения виды и сорта, устойчивые и пластичные в изменяющихся климатических условиях.

Ключевые слова: интродукция, сорт, вид, декоративные качества цветка, окраска околоцветника, размер цветка, форма цветка, сроки цветения, продолжительность цветения, условия Среднего Поволжья

BIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE COLLECTION FLORAL AND ORNAMENTAL PLANTS OF THE BOTANICAL GARDEN OF SAMARA UNIVERSITY

Revunova L.G., Putyatina E.S.

*Botanical Garden of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Samara National Research University named after Academician S. P. Korolev, Samara, Russia
putyatina602.e@yandex.ru; lubava.rev158@mail.ru*

Annotation. The article presents the results of the biological and morphological analysis of plants from the collection of floral and ornamental crops of the Botanical Garden of Samara University. The collection contains 1,050 taxa from 49 families. The most widely represented families in the collection are Paeoniaceae (164 taxa), Iridaceae (144 taxa), Asphodelaceae (103 taxa, consisting of one genus – *Hemerocallis*), Compositaceae (92 taxa), Asparagaceae (67 taxa), Amaryllidaceae (45 taxa), Saxifragaceae (38 taxa). The collection for the period 2025 includes rare species from the Red Books of the Russian Federation and the Samara Region – 50 taxa. Most of the plants in the collection are introduced. Therefore, the study of the biological and morphological features of plants in the collection of flower and ornamental crops makes it possible to identify and recommend species and varieties that are stable and plastic in changing climatic conditions for urban landscaping.

Keywords: introduction, variety, species, decorative qualities of the flower, color of the perianth, flower size, flower shape, flowering time, duration of flowering, conditions of the Middle Volga region

Введение. Цветоводство – это одна из отраслей растениеводства, специализирующаяся на выращивании различных видов и сортов растений в декоративных целях: для создания зеленых

насаждений и композиций в открытом грунте с красивоцветущими, травянистыми и древесными растениями. Разнообразие цветов способствует формированию у населения психологического комфорта, помогает сблизиться с природой, в борьбе со стрессом и плохим настроением.

Многие цветочные культуры представлены большим количеством сортов и декоративных форм, которых насчитывается десятки и даже сотни тысяч наименований. Каждая цветочно-декоративная культура обладает определенными декоративными и хозяйственно-биологическими признаками, которые отличают ее от других представителей данной группы. Декоративные признаки цветочных культур проявляются через морфологические особенности растений: размеры; характер роста стеблей; окраску; величину; форму; количество и расположение цветков и соцветий; длину и прочность цветоносов; величину, окраску и форму плодов и др. Таким образом правильно подобранный сорт дает возможность получать требуемый декоративный эффект, специфический для каждого сорта.

В коллекции насчитывается 1050 таксонов из 49 семейств. Наиболее широко представлены в коллекции семейства пионовые (164 таксона), ирисовые (144 таксонов), асфodelеевые (103 таксона, состоящее из одного рода – лилейник), сложноцветные (92 таксона), аспарагусовые (67 таксонов), амариллисовые (45 таксонов), камнеломковые (38 таксонов). Коллекция на 2025 год включает редкие виды из Красных Книг Российской Федерации и Самарской области – 50 таксонов. В Ботаническом саду проходит изучение биолого-морфологических особенностей семейства Amaryllidaceae, которое представлено единственным таксоном – ликорисом чешуйчатым *Lycoris squamigera* Maxim.

Объекты исследования. Объектами исследований послужили сорта семейства ирисовые (144 таксона), а также ликорис чешуйчатый *Lycoris squamigera* Maxim., представитель семейства амариллисовых из коллекции Ботанического сада Самарского университета. Цветочные культуры поступали в виде живых растений и семян из разных ботанических садов России и зарубежья. Для изучения особенностей сезонных ритмов развития использовалась «Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (1972; 1975) 6, 7]. Для оценки хозяйственно-биологических свойств использовалась методика В.Н. Былова, Р.А. Карпионовой (Былов, 1978) [1]. Статистическая обработка проводилась по методике Г.Н. Зайцева (1990). Математическая обработка проводилась по Б.А. Доспехову (1985) [3] с использованием программы Excel.

Результаты и обсуждение

Климатические условия Самары формируются под влиянием воздушных масс суши и характеризуются как континентальный климат умеренных широт. Характерны жаркое лето (средняя температура июля +20,4 °C), холодная продолжительная зима (средняя температура января -13 °C), умеренное количество осадков. Каждый третий, а иногда и второй год, наблюдается летняя засуха (Рузаева, 2026) [2].

Растения из семейства Iridaceae Juss широко используются в городском озеленении и в садовом дизайне. В Ботаническом саду коллекция ирисовых включает 144 таксона. Большая часть этого семейства представлена родом *Iris* L. и насчитывает 144 таксона, из них 7 видов и 137 сортов. Названия сортов приведены согласно Международному реестру сортов для ириса гибридного (Ostin, 2005) [10].

В ходе нашей работы были подробно изучены биолого-морфологические свойства видов и сортов ириса: высота цветоносов, диаметра цветка; продолжительность цветения, зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям.

По высоте генеративного побега и по диаметру цветка (Родионенко, 1981) [5] в коллекции ирисов выделены 3 группы: MDB — миниатюрные карликовые бородатые, цветонос до 20 см, диаметр цветка – 6–10 см. Эта группа составляет 1% коллекции, сорт ‘Pappet Baby’. Группа SDB – стандартные карликовые бородатые, цветонос 20–40 см, диаметр цветка – 8–10 см. Эта группа составляет 19%. Сорта: ‘Button Box’, ‘Hottentot’, ‘Devoted’, ‘Latsio’, ‘Lumalite’. TB –

высокие бородатые, цветонос 70–100 см, диаметр цветка – 12–20 см. Эта группа составляет 80%. В коллекции преобладают высокие сорта ирисов. В эту группу входят сорта: ‘Apricot Glow’, ‘Copper Nugget’, ‘Immortality’, ‘May Magic’, ‘OntheGo’, ‘Ola Kala’, ‘Snow Mound’, ‘Stepping Out’, ‘Zitronen Fackel’ (Рис.1).

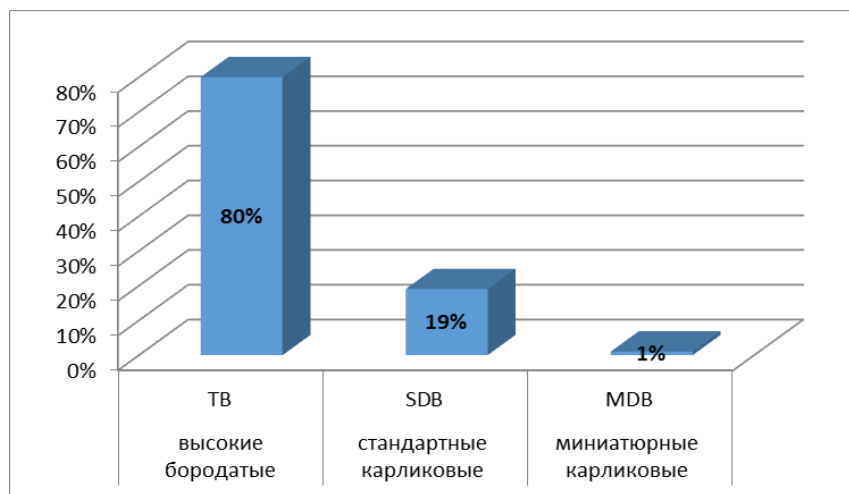


Рисунок 1. Распределение таксонов рода *Iris* L. в коллекции по высоте генеративного побега и по диаметру цветка

По срокам цветения коллекцию ирисов Ботанического сада можно разделить на три группы: ранние E (early), средние M (middle), позднецветущие (late) и ремонтантные (EML). Ранние сорта ирисов вступают в фазу цветения с 2.05 по 15.05. Эту группу составляют сорта ‘Bright Note’, ‘Hocus Pocus’, ‘Button Box’, ‘Hottentot’, ‘Pappet Baby’, ‘Onthe Go’, ‘Eleanor’s Pride’, ‘Heritage Lace’, ‘Blue Shimmer’, ‘Immortality’.

Основная часть коллекции имеет средние сроки цветения и охватывает период с 15.05 по 6.06. Сорта: ‘Immortality’, ‘Alcazar’, ‘Fatum’, ‘Ola Kala’, ‘Red Torch’, ‘Siva Siva’, ‘Zitronen Fackel’, ‘Siegfried’, ‘Acoma’, ‘Copatonic’, ‘Sapphire’, ‘Soul Music’. Группа позднецветущие (late) с 27.05 по 9.06. В эту группу входят 23 сорта, такие как ‘Swise Preincese’, ‘Copper Nugget’, ‘Leda’s Lover’, ‘Pennywhistle’, ‘Petite Posy’, ‘Tulip Festival’. Среди видовых ирисов к позднецветущим можно отнести *Iris domestica* (L.) Goldblatt&Mabb., период цветения 21.08 – 25.08.

Наиболее крупные цветки имеют сорта ирисов: ‘Master Touch’ (диаметр (D) 23 см), ‘Dark Triumph’ (D 22 см), ‘Supreme Sultan’ (D 22 см), ‘Spartacus’ (D 20 см). В 2024 году только один сорт имел диаметр более 20 см: ‘Master Touch’ (D 20,5 см). Основная масса коллекции ирисов имеет средний диаметр цветка 14–18 см.

Ирисы как видовые, так и сортовые обладают достаточной засухоустойчивостью, так как накапливают влагу в корнях и могут долго обходиться без полива. Зимостойкость выражается по-разному, видовые отличаются большей зимостойкостью, сортовые гибриды могут иметь разную степень подмерзания. Так, к примеру, сорта ирисов групп TB и BB в средней полосе России могут испытывать сложности с зимовкой, особенно во время поздневесенних заморозков. В коллекции ирисов Ботанического сада Самарского университета преобладают сорта группы TB, которые подмерзают во время весенних заморозков. Это наблюдается у 16 сортов коллекции: ‘Alcazar’, ‘Apricot Glow’, ‘Be A Dream’, ‘Bedford Lilas’, ‘Fatum’, ‘Hottentot’, ‘Immortality’, ‘Ola Cala’, ‘May Magic’, ‘Petite Posy’, ‘Red Majesty’, ‘Red Torch’, ‘Rikugi Sakura’, ‘Snow Mound’, ‘Zitronen Fackel’. Несмотря на это, основная часть коллекции ирисов, в том числе и вышеперечисленные, проходит все фазы роста и развития. В качестве примера можно привести сорт ‘Immortality’ у которого наблюдается подмерзание бутонов весной, а затем он прекрасно себя чувствует и вступает в фазу повторного цветения в период с 7.07 – 18.08 по 22.10 – 30.10.

В Ботаническом саду проходит изучение биолого-морфологических особенностей семейства Amaryllidaceae, которое представлено единственным таксоном – ликорисом чешуйчатым *Lycoris squamigera*. Во всем мире насчитывается 20 видов рода *Lycoris*. Родиной ликорисов является Юго-Восточная Азия: они произрастают по тенистые и влажным, часто нарушенным местам, вдоль долин, рядом с ручьями (Hsu, 1986; Zhang, 2015) [9, 12]. Около 10 видов широко используются в садоводстве и медицине (Wu, 2000) [8]. Ликорисы имеют разнообразную окраску цветков и цветут в середине лета или начале осени. Кроме того, эти растения устойчивы к засухе и дефициту питательных веществ, а также слабо чувствительны к вредителям и болезням. Таким образом, эти растения являются превосходным материалом для использования их в качестве декоративных садовых культур. Селекционная работа по выращиванию растений *Lycoris* началась в 1940-х годах в разных странах, первый гибрид *L. elegans* (*L. sprengeri* × *L. chinensis*) был получен в Китае в 1970-х годах (Hsu, 1986) [9]. В последние годы изучение ликорисов способствовало их производству и использованию в садоводстве.

Предполагалось, что ликорис чешуйчатый возник при скрещивании *Lycoris straminea* и *Lycoris incarnata*. Анализ ДНК показал, что в действительности предками ликориса чешуйчатого являются два других вида рода — *Lycoris sprengeri* и *Lycoris chinensis*.

Ликорис чешуйчатый – многолетнее луковичное растение. Луковица шаровидная, диаметром около 5 см. Листья ремневидные, прикорневые, вырастают рано весной, в середине лета отмирают. Через месяц образуется безлистная цветоносная стрелка высотой 60–70 см с шестью-восемью ароматными воронковидными розово-сиреневыми цветками. Цветет в августе, семян не образует. Размножается исключительно вегетативно – луковицами (*Lycoris* ...) [13]. В Ботаническом саду растет с 2000 г. – луковицы были привезены из ботанического сада Саратовского государственного университета Соболевой М.Н.

За период 2023-2025 гг. было установлено, что годовой цикл роста *L. squamigera* состоит из 7 стадий: отрастание листьев; розетки листьев; отмирание листьев; летний покой; бутонизация; цветение; зимний покой (Рис. 2).

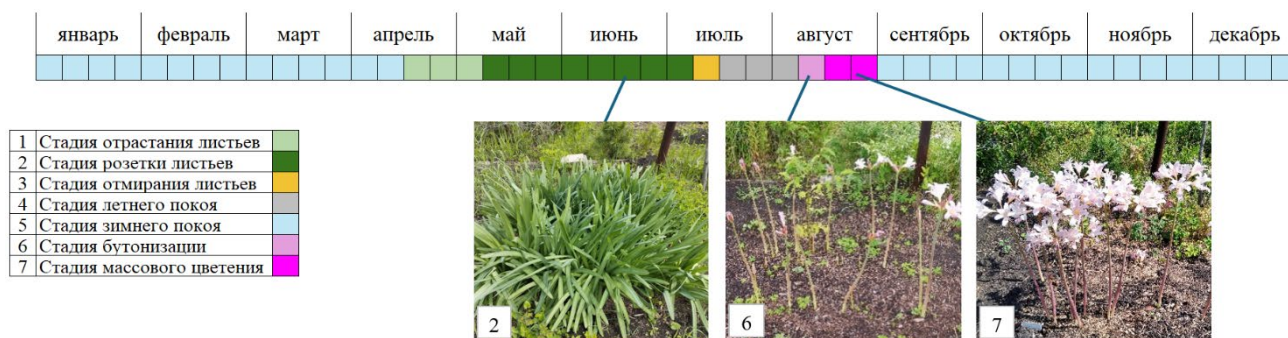


Рисунок 2. Фенологические фазы и стадии онтогенеза *L. squamigera* за 2023-2025 гг.

Весеннее отрастание листьев отмечается в конце марта ± 22 дня. Образующиеся розетки листьев быстро разрастаются, и уже в первой декаде мая показатели длины и ширины листовой пластинки достигают максимальных значений (47–43 см и 3,05 см соответственно) (Рис. 3). После полного формирования розетки растение находится в стадии вегетации 120 дней. Затем отмечается отмирание надземной фитомассы. Во второй декаде июля у растений полностью отмирают листья и начинается стадия летнего покоя, которая продолжается в среднем 14–22 дня.



Рисунок 3. *L. squamigera* в Ботаническом саду Самарского университета, слева – растение в стадии отрастания листьев (07.04.2025), справа – стадия розетки листьев (15.04.2025)

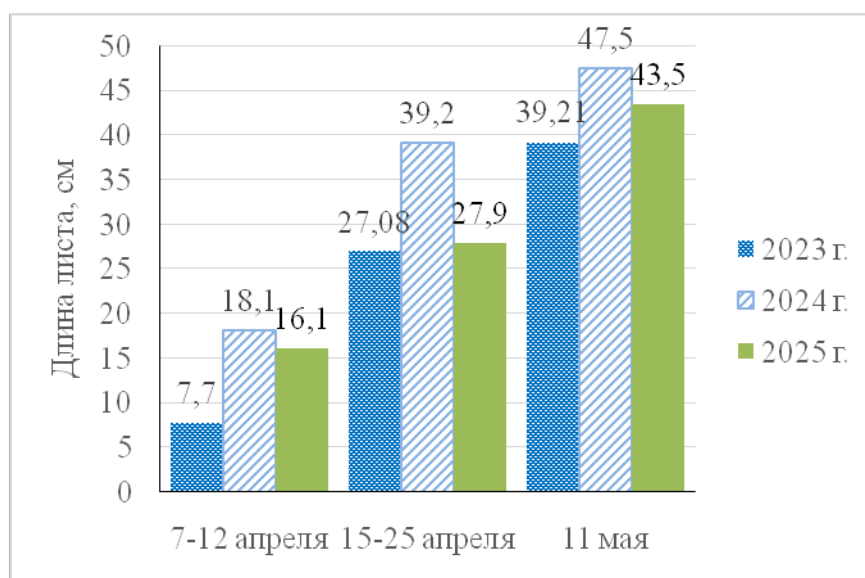


Рисунок 4. Динамика роста длины листовой пластинки *L. squamigera*, 2023-2025 гг.

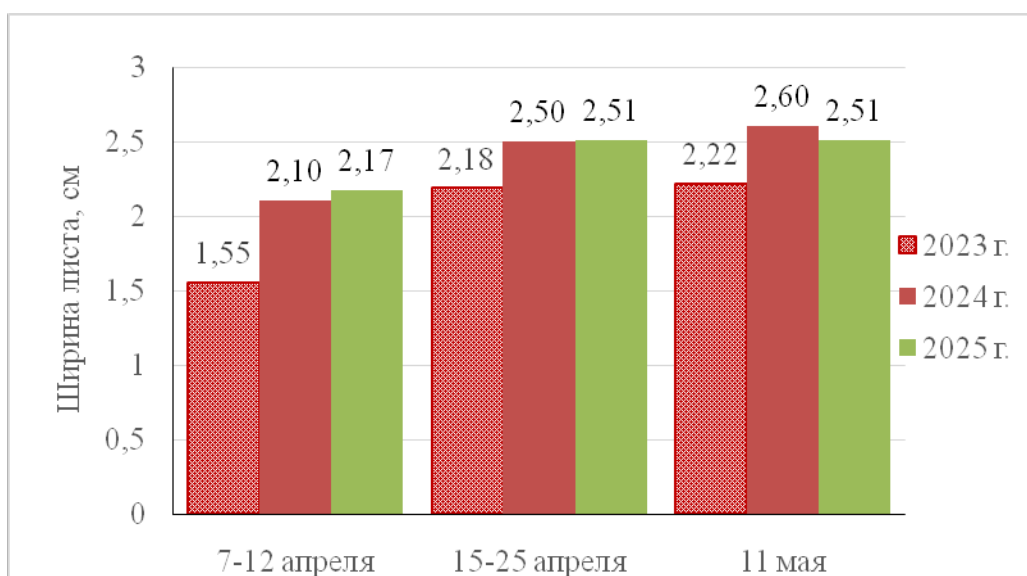


Рисунок 5. Показатели ширины листовой пластинки *L. squamigera*, 2023-2025 гг.

Начало бутонизации отмечается в начале августа ± 8 дней в зависимости от климатических особенностей года (Рис.6).



Рисунок 6. *L. squamigera* в Ботаническом саду Самарского университета, слева – растение в стадии массового цветения (15.08.2025 г.), справа – цветок.

Первые цветки распускаются в августе, а уже спустя 9 дней фиксируется массовое цветение всех растений. Цветочные стрелки достигают своей максимальной высоты 90 см. Соцветие состоит из 6–10 цветков, одновременно цветут 3–4. Воронковидные душистые цветки собраны в зонтиковидные соцветия по 5–6 штук, одновременно распустившихся цветков в соцветии – 1–3 штуки. Цветки крупные (средний диаметр 9,3 см, длина 10,8 см), нежно-розового оттенка с желтым центром. Каждый цветок держится около трех дней, продолжительность цветения составляет 15 дней.

Таблица. Морфологические показатели цветущих растений, 2023-2025 гг. (средние значения)

Показатели	Начало цветения				Массовое цветение			
	17.08.2023	08.08.2024	15.08.2025	CV,%	21.08.2023	14.08.2024	19.08.2025	CV,%
Длина цветка, см	10,2	10,1	8,7	0,84	10,9	10,8	10,3	0,32
Диаметр цветка, см	6,8	8,1	8,5	0,89	8,3	9,2	9,3	0,55
Диаметр цветоноса, см	1,2	1,3	1,25	0,05	1,2	1,3	1,7	0,26
Высота соцветия, см	58,1	72,1	82,6	12,29	69,6	80,3	90,4	10,40
Число бутонов, шт.	6	6	7,5	0,87	—	—	—	

Примечание: CV – коэффициент вариации

Высокой степенью видовой стабильности отмечаются такие показатели ликориса чешуйчатого, как длина, диаметр цветка и цветоноса. Более вариабельным показателем является высота соцветия.

Заключение

Проведение исследования биоморфологических особенностей 144 таксонов *Iris* L. позволило выделить группы растений по высоте, размеру и окраске цветка, что имеет важное значение при подборе ассортимента декоративных ирисов для озеленения.

В условиях Ботанического сада растения зимуют хорошо с легким укрытием опилками на зиму. За годы интродукции *L. squamigera* показал себя как холодостойкий, сохраняющий декоративность таксон, стабильный в своём онтогенетическом цикле. Вид может быть рекомендован в качестве перспективного компонента озеленения тенистых мест в условиях Среднего Поволжья.

Библиографический список

1. Былов, В.Н. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников / В.Н. Былов, Р.А. Карписонова // Бюл. Главн. бот. сада. – 1978. – Вып. 107. – С. 77–82.
2. Рузаева, И.В. Ботанический сад Самарского университета. Список семян спор растений, предлагаемых для обмена: INDEX SEMINUM №59 / И.В. Рузаева, Т.М. Жавкина, Л.Г. Ревунова, Н.О. Рогулева. – Самара: ООО «РА Альянс», 2026. – 31 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
4. Зайцев, Г.Н. Статистическая обработка данных: методика и практика / Г.Н. Зайцев. – М. : Наука, 1990. —150 с.
5. Родионенко Г.И., ред. Ирисы / под общей редакцией д.б.н. Родионенко Г.И. – Москва: Колос, 1981. – 156 с.
6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах / под ред. Л. И. Лапина. – М. : ГБС АН СССР, 1972 – 135 с.
7. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М., 1975. – 27 с.
8. Wu, Z.Y. Flora of China (Vol. 24). (Flagellariaceae through Marantaceae). / Z.Y. Wu, P.H. Raven. 2000. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
9. Hsu, B.S. Interspecific hybridization between *Lycoris sprengeri* and *L. chinensis* / B.S. Hsu, J.Z. Lin, Z.Z. Yu, S.F. Huang. Acta Hort. Sin. – 1986. – 13. – 280–281.
10. Austin, C. Irises: a gardeners encyclopedia / Claire Austin; foreword by James W. Waddick / Portland, OR: Timber Press, 2005. – 339 p.
11. The American Iris Society, online cultivar database [Электронный ресурс]. URL: <https://www.irises.org/>
12. Zhang P.C., Bao C.S., Jiang Y. Research advances on the biological characteristics of *Lycoris* and its cultivation techniques. Subtrop Plant Sci. 2015. 44 (2):168–174
13. Lycoris Pacific Bulb Society (excellent) *Lycoris squamigera* – Plant Finder – Missouri Botanical Garden (substitute species name to see all addressed in article) Easy-to-Grow Bulbs: *Lycoris* Planting Guide, Easy to Grow Bulbs [Электронный ресурс]. <https://www.pacificbulbsociety.org/pbswiki/index.php/lycoris>.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОХРАНЕНИЮ РАСТИТЕЛЬНОГО БИОРАЗНООБРАЗИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Ромаданова Н.В., Турдиев Т.Т., Земцова А.С., Алтаева Н.А.,
Толеген А.Б., Рымханова Н.К., Манапканова У.А., Артимович Н.А.,
Аралбаева М.М., Ковальчук И.Ю., Кушнаренко С.В.

*Институт Биологии и биотехнологии растений, Алматы, Республика Казахстан,
nata_romadanova@mail.ru*

Аннотация. Биоразнообразие обеспечивает важные экосистемные услуги и имеет высокую ценность, однако из-за антропогенного воздействия темпы вымирания видов растут. В Казахстане насчитывается более 5700 видов растений, многие из которых под угрозой. Для их сохранения применяются методы *in situ* и *ex situ*, включая криоконсервацию, генбанки и *in vitro* коллекции. Развитие этой системы ограничено ресурсами и требует усиления научной базы и международного сотрудничества.

Ключевые слова: сохранение биоразнообразия, культура *in vitro*, криогенная коллекция, оздоровленные саженцы, восстановление деградирующих популяций

BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO PLANT BIODIVERSITY PRESERVATION IN KAZAKHSTAN REPUBLIC

Romadanova N.V., Turdiyev T.T., Zemtsova A.S., Altayeva N.A.,
Tolegen A.B., Rymkhanova N.K., Manapkanova U.A., Artimovich N.A.,
Aralbayeva M.M., Kovalchuk I.Yu., Kushnarenko S.V.

*Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Republic of Kazakhstan,
nata_romadanova@mail.ru*

Abstract: Biodiversity provides essential ecosystem services and has high ecological value, but human activities are accelerating species extinction. Kazakhstan is home to over 5,700 plant species, many of which are threatened. Conservation methods include *in situ* and *ex situ* approaches, such as cryopreservation, gene banks, and *in vitro* collections. However, system development is limited by resources and requires stronger scientific capacity and international cooperation.

Keywords: biodiversity preservation, *in vitro* culture, cryogenic collection, disease-free seedlings and planting stocks, restoration of degraded populations

Биологическое разнообразие имеет генетическую, экономическую, научную, культурную, социальную и экологическую ценность. В последние десятилетия темпы вымирания видов превышают естественный уровень в 100-1000 раз и могут ещё возрасти (Pimm et al., 1995). Основные причины утраты биоразнообразия связаны с антропогенной деятельностью, эти факторы вызывают деградацию местообитаний и сокращение популяций (Afifi, 2023; Dzhangaliev, 2003; Petruzzello, 2024; Romadanova, 2023; 2025).

В Казахстане 387 видов растений из 5754 включены в Красную книгу (Red Data Book..., 2014). При этом данный список не является окончательным, готовится его обновление. В условиях глобального кризиса возрастают роль научных подходов к сохранению растений (Reed, 2002; Romadanova, 2023). Развиваются биотехнологии: генетические банки семян, ДНК и клеточных культур, включая *in vitro* и криоколлекции (Romadanova, 2016b; Romadanova, 2023; 2025). В Институте биологии и биотехнологии растений (ИББР) создан генбанк, позволяющий обеспечивать долговременное сохранение генетического материала без потери его жизнеспособности (Romadanova, 2023). Криогенный банк ДНК ИББР состоит из 10 видов краснокнижных растений – 702 образца (Romadanova, 2025). Коллекция растений лаборатории криосохранения гермоплазмы ИББР, сохраненная при разных температурных режимах представлена в таблице.

Таблица. Коллекция растений лаборатории криосохранения гермоплазмы ИББР, сохраненная при разных температурных режимах

Наименование образца	Коллекция семян и зародышевых осей Количество образцов, шт.			Коллекция клеточных культур. Количество образцов, шт.				Коллекция ДНК. Количество образцов, шт.
	Температурный режим хранения							
	4°C	−19 ± 1°C	−196°C	24 ± 1°C	4°C	10 ± 2°C	−196°C	−196°C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Berberis amurensis</i> Rupr.	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Berberis heteropoda</i> Schrenk	18	15	26	9	9	-	-	-
<i>Berberis iliensis</i> M. Pop.	3	11	7	3	3	-	-	-
<i>Berberis integerrima</i> Bunge	5	17	27	10	10	-	-	-
<i>Berberis oblonga</i> (Regel) C.K.Schneid.	-	-	-	2	2	-	1	-
<i>Berberis sibirica</i> Pall.	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>Clematis</i> ‘Kakio’	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Corylus avellana</i> L.	20	—	-	24	12	-	-	-
<i>Cotoneaster</i> <i>karatavicus</i> Pojark.	36	-	-	-	-	-	-	108
<i>Crataegus ambigua</i> C.A.Mey. ex A.K.Becker	40	40	120	15	5	5	-	120
<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier	-	-	-	3	-	-	11	-
<i>Heuchera villosa</i> Michx.	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Hydrangea</i> <i>paniculata</i> ‘Skyfall’	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Gentiana makinoi</i> ‘White Magic’	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	8	-	2	-	-	-	-	-
<i>Juglans regia</i> L.	-	-	73	11	-	-	6	-
<i>Lonicera altaica</i> Pall.	1	1	-	3	3	-	3	-
<i>Lonicera caerulea</i> L.	-	-	-	-	-	-	3	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Lonicera iliensis</i> Pojark.	3	3	-	2	2	-	2	-
<i>Lonicera stenantha</i> Pojark.	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Lonicera tatarica</i> L.	3	6	-	-	-	-	-	-
<i>Malus domestica</i> Borkh.	-	-	-	32	25	-	60	-
<i>Malus niedzwetzkyana</i> Dieck ex Koehne	-	2	9	1	1	-	-	9
<i>Malus sieversii</i> (Ledeb.) M. Roem	-	95	181	18	18	-	37	132
<i>Oryza sativa</i> L.	80	-	84	-	-	-	-	-
<i>Populus diversifolia</i> Schrenk	-	-	19	16	-	-	-	-
<i>Populus pruinosa</i> Schrenk	-	-	45	12	-	-	-	-
<i>Prunus armeniaca</i> L.	9	12	63	32	8	-	1	81
<i>Prunus erythrocarpa</i> (Nevski) Gilli	11	-	-	2	-	-	-	-
<i>Prunus fruticosa</i> Pall.	3	-	-	3	-	-	-	-
<i>Prunus griffithii</i> var. <i>tianshanica</i> (Pojark.) Ingram	13	-	-	5	-	-	-	-
<i>Prunus tenella</i> Batsch	8	-	3	5	-	-	-	39
<i>Prunus ulmifolia</i> Franch.	-	-	-	5	2	-	-	9
<i>Prunus verrucosa</i> Franch.	46	-	-	2	-	-	-	-
<i>Pyrus communis</i> var. <i>pyraster</i> L.	-	-	-	8	17	-	17	-
<i>Pyrus pyraster</i> (L.) Burgsd.	2	-	2	2	2	-	-	-
<i>Pyrus regelii</i> Rehder	2	-	2	-	-	-	-	-
<i>Ribes nigrum</i> L.	-	-	-	-	-	-	23	-
<i>Rosa alberti</i> Regel	14	4	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa beggeriana</i> Schrenk.	12	4	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa corymbifera</i> Borkh.	4	1	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Rosa kokanica</i> (Regel) Regel ex Juz.	14	6	-	-	4	-	-	-
<i>Rosa laxa</i> Retz.	32	23	-	-	-	-	-	96
<i>Rosa platyacantha</i> Schrenk.	8	2	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa spinosissima</i> L.								
<i>Rubus caesius</i> L.	-	-	-	-	5	2	9	-
<i>Rubus idaeus</i> L.	-	-	-	13	12	-	29	-
<i>Sibiraea laevigata</i> (L.) Maxim.	30	9	51	3	-	-	-	90
<i>Syringa</i> × <i>chinensis</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Solanum tuberosum</i> L.	-	-	-	13	-	10	13	-
<i>Sorbus persica</i> Hedl.	3	-	-	3	-	-	-	75
<i>Spiraeanthus schrenckianus</i> Maxim.	13	20	60	6	-	-	-	39
<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	-	-	-	7	-	-	-	-
<i>Veronica spicata</i> 'Anniversary New Rose'	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Weigela florida</i> (Bge.) A. DC.	-	-	-	2	-	-	-	-

Особое место занимают коллекции клеточных культур *in vitro*, включающие широкий спектр растений – от дикорастущих и эндемичных до сельскохозяйственных и декоративных. В ИББР сформирована одна из крупнейших таких коллекций в стране (более 170 образцов) (см. таблицу). Дополнительно создаются криоколлекции апикальных меристем, почек, семян и эмбриональных осей, общее число которых превышает 2000 образцов. В них представлены редкие, реликтовые и эндемичные виды, включая *Berberis iliensis* M. Pop., *Cotoneaster karatavicus* Pojark., *Lonicera iliensis* Pojark., *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem, *Pyrus heterophylla* Regel & Schmalh. и др. (Kovalchuk, 2014; Kushnarenko, 2020; Romadanova, 2016a; 2017; 2025).

Параллельно проводится оздоровление растений от вирусных, бактериальных и грибных инфекций с применением химио-, термо- и криотерапии, что позволяет формировать оздоровленные коллекции для размножения (Kushnarenko, 2017; Romadanova, 2016a; 2021; 2022; 2024; Tolegen, 2025).

Важным этапом является создание маточников саженцев, полученных методом культуры *in vitro* и из семян, в контролируемых условиях и в природе. Они служат источником оздоровленного посадочного материала для восстановления популяций, лесовосстановления и рекультивации. Адаптированные саженцы ежегодно передаются в питомники и высаживаются в природу для восстановления деградирующих популяций (см. Рис.).



Рисунок. Посадка саженцев в естественные условия образцов семейства Rosaceae:

А – На территории Иле-Алатауского национального парка вблизи посёлка Бескайнар Алматинской области; Б – в ущ. Малый Аксу лесного хозяйства «Кардала» Уйгурского района Алматинской области

Несмотря на достигнутые успехи, развитие системы сохранения генетических ресурсов сталкивается с рядом проблем, включая недостаточное финансирование, ограниченность инфраструктуры и отсутствие единой информационной базы. В этой связи актуальной задачей является создание международных интегрированных платформ, обеспечивающих учёт и доступ к данным о генетических коллекциях, а также усиление государственной поддержки и информирования общества о значимости сохранения биоразнообразия.

Источники финансирования. Исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (проект BR28713087).

Библиографический список:

1. Afifi L., Lapin K., Tremetsberger K., Konrad H. A systematic review of threats, conservation, and management measures for tree species of the family *Rosaceae* in Europe. *Flora*. 2023;301;152244. DOI: [10.1016/j.flora.2023.152244](https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152244)
2. Dzhangaliev A.D. The wild apple tree of Kazakhstan. *Hortic. Rev.* 2003;29:63–303.
3. Kovalchuk I., Zhumagulova Z., Turdiev T., Reed B.M. Growth medium alterations improve *in vitro* cold storage of pear germplasm. *CryoLetters*. 2014;35:197–203. PMID: 24997837
4. Kushnarenko S.V., Romadanova N.V., Aralbayeva M.M., Zholamanova S.Z., Alexandrova A.M., Karpova O. Combined ribavirin treatment and cryotherapy for efficient Potato virus M and Potato

- virus S eradication in potato (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro* shoots. *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*. 2017;53(4):425–432. DOI: [10.1007/s11627-017-9839-0](https://doi.org/10.1007/s11627-017-9839-0)
5. Kushnarenko S.V., Romadanova N.V., Aralbayeva M.M. Current state and *in vitro* conservation of the only endangered population of *Corylus avellana* in Kazakhstan. *Research on Crops*. 2020;21(4):681–686. DOI: 10.31830/2348-7542.2020.106
6. Petruzzello M. List of Economically Important Members of The Family *Rosaceae*. Encyclopedia Britannica. 2024. URL: <https://www.britannica.com/plant/Rosaceae>
7. Pimm S.L., Russell G.J., Gittleman J.L., Brooks T.M. The Future of Biodiversity. *Science*. 1995;269(5222):347–350. DOI: 10.1126/science.269.5222.347
8. Red Data Book of Kazakhstan. Т. 2. Plants. – 2nd ed. revised and additional. Astana: LLP ArtPrintXXI, 2014;452. [in Russian] (Красная книга Казахстана. Т. 2. Растения. – 2-е изд. перераб. и доп. Астана: ТОО АртPrintXXI, 2014;452.)
9. Reed B.M. The basics of *in vitro* storage and cryopreservation. National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, O.R. USA. 2002;34–46.
10. Romadanova N.V., Mishustina S.A., Matakova G.N., Kuhsnarenko S.V., Rakhimbaev I.R., Reed B.M. *In vitro* collection of *Malus* shoot cultures for cryogenic bank development in Kazakhstan. *Acta Horticulturae*. 2016a;1113:271–277. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1113.40
11. Romadanova N.V., Mishustina S.A., Gritsenko D.A., Omasheva M.Y., Galiakparov N.N., Reed B.M., et al. Cryotherapy as a method for reducing the virus infection of apples (*Malus* sp.). *Cryo Letters*. London. 2016b;37(1):1–9. PMID: 26964019
12. Romadanova N. V., Kushnarenko S.V., Karasholakova L.N. Development of a common PVS2 vitrification method for cryopreservation of several fruit. *In Vitro Cellular & Developmental Biology*. 2017;53(4):382–393. DOI: 10.1007/s11627-017-9849-y.
13. Romadanova N.V., Tolegen A.B., Koken T.E., Nurmanov M.M., Kushnarenko S.V. Chemotherapy of *in vitro* apple shoots as a method of viruses eradication. *International Journal of Biology and Chemistry*. 2021;14(1):48–55. DOI: 10.26577/ijbch.2021.v14.i1.04
14. Romadanova N.V., Tolegen A.B., Kushnarenko S.V., Zholdybayeva E.V., Bettoni J.C. Effect of Plant Preservative Mixture™ on Endophytic Bacteria Eradication from *In Vitro*-Grown Apple Shoots. *Plants*. 2022;11(19):2624. DOI: 10.3390/plants11192624
15. Romadanova N.V., Kushnarenko S.V. Conservation of plant biodiversity by biotechnology methods. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(1);239–248. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-239-248. [in Russian] (Ромаданова Н.В., Кушнаренко С.В. Сохранение биоразнообразия растений методами биотехнологии. Труды по прикладной ботанике. 2023;184(1);239–248).
16. Romadanova N.V., Aralbayeva M.M., Zemtsova A.S., Alexandrova A.M., Kazybayeva S. Zh., Mikhailenko N.V., Kushnarenko S.V., Bettoni J.C. *In Vitro* Collection for the Safe Storage of Grapevine Hybrids and Identification of the Presence of *Plasmopora viticola* Resistance Genes. *Plants*. 2024;13:1089. DOI: 10.3390/plants13081089
17. Romadanova N.V., Zemtsova A.S., Altayeva N.A., Artimovich N.A., Alexandrova A.M., Kushnarenko S.V., Bettoni J.C. Geobotanical Study and Preservation of Rare and Endangered Rosaceae Species. *Plants*. 2025;14(10):1526. DOI: 10.3390/plants14101526.
18. Tolegen A.B., Romadanova N.V., Aralbayeva M.M., Rymkhanova N.K., Ukhatova Y.V. Agahanov M.M., Mikhailenko N.V., Kushnarenko S.V. Utilizing Plant Preservative Mixture™ to eliminate endophytic bacterial contamination and establish *in vitro* cultures of blackberry varieties. *International Journal of Biology and Chemistry*. 2025;18(1). DOI:10.26577/IJBCh20251818

НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД И ЗАПОВЕДНИК «МЫС МАРТЬЯН» – УНИКАЛЬНЫЙ ПРИМЕР В СИСТЕМЕ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПРИБРЕЖНО- МОРСКОЙ ФИТОБИОТЫ

Садогурский С.Е., Белич Т.В., Садогурская С.А.

*Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Россия,
ssadogurskij@yandex.ru*

Аннотация. Современный ботанический сад проводит комплексные научные исследования, которые среди прочего включают изучение растительного мира региона, где расположено учреждение, а в составе экспедиций – изучение растительного мира других регионов и областей. В сферу интересов научных центров, расположенных в приморских районах, входит и фитобиота прибрежно-морских акваторий. Никитский ботанический сад – Национальный научный центр (НБС–ННЦ) расположен на Южном берегу Крыма (ЮБК), омываемом водами Чёрного моря. В рамках комплексного изучения флоры и растительности природных и трансформированных экосистем региона в нём ведутся гидрботанические и гидроэкологические исследования. В этом отношении НБС–ННЦ развивается в русле современных общемировых тенденций. Уникальность заключается в том, что в его структуре более полувека функционирует территориально-аквальный государственный природный заповедник «Мыс Мартьян». В нём на северной границе распространения сохраняются природные сухопутные и морские биотопы средиземноморского типа, характерные для ЮБК. С момента организации и до настоящего времени в его акватории идёт гидрботанический мониторинг, являющийся частью всестороннего мониторинга основных компонентов заповедного комплекса. Это один из важнейших рефугиумов природного фиторазнообразия Северного Причерноморья. Результаты стационарных гидрботанических и гидроэкологических исследований, выполненных здесь, экстраполируются на экосистемы Азово-Черноморского и отчасти Средиземноморского бассейнов. Связка «ботанический сад + природный заповедник» эффективна и определяет особое место НБС–ННЦ и заповедника «Мыс Мартьян» в региональной системе изучения и сохранения прибрежно-морской фитобиоты и биологического разнообразия в целом.

Ключевые слова: Никитский ботанический сад, природный заповедник «Мыс Мартьян», Чёрное море, биоразнообразие, гидрботаника

THE NIKITSKY BOTANICAL GARDENS AND THE ‘CAPE MARTYAN’ NATURE RESERVE ARE A UNIQUE EXAMPLE IN THE STUDY AND PROTECTION OF THE NATURAL DIVERSITY OF THE COASTAL- MARINE PHYTOBIOTA

Sadogurskiy S.Ye., Belich T.V., Sadogurskaya S.A.

*Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of RAS, Yalta, Russia,
ssadogurskij@yandex.ru*

Abstract. The modern botanical garden conducts comprehensive scientific research. Among other things, this includes studying the plant world of the region where the institution is located, as well as, through expeditions, studying the plant world of other regions and areas. The scope of interest of research centers located in seaside regions also includes the phytobiota of coastal-marine waters. The Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center (NBG–NSC) is situated on the Southern Coast of Crimea (SCC), which is washed by the waters of the Black Sea. As part of a comprehensive study of the flora and vegetation of the region’s natural and transformed ecosystems, it conducts hydrobotanical and hydroecological research. In this respect, the NBG–NSC is developing in line with contemporary global trends. Its uniqueness lies in the fact that the ‘Cape Martyan’ territorial-aquatic

State Nature Reserve has been operating within its structure for over half a century. Within it, on the northern edge of its range, natural terrestrial and marine biotopes of the mediterranean type, characteristic of the SSC, are preserved. Since its establishment and to the present day, hydrobotanical monitoring has been carried out in its waters, forming part of the comprehensive monitoring of the main components of the reserve complex. It is one of the most important refuges of natural phytodiversity in the Northern Black Sea region. The results of the stationary hydrobotanical and hydroecological studies carried out here are extrapolated to the ecosystems of the Azov-Black Sea and, to some extent, the Mediterranean basins. The combination of 'botanical garden + nature reserve' is effective and defines the special place of the NBG–NSC and the 'Cape Martyan' Nature Reserve within the regional system for the study and conservation of coastal-marine phytobiota and biological diversity as a whole.

Keywords: Nikitsky Botanical Garden, 'Cape Martyan' Nature Reserve, Black Sea, biodiversity, hydrobotany

В Глобальной стратегии сохранения растений (2011 г.) и в сменившей её всеобъемлющей Куньминско-Монреальской глобальной рамочной программе по биоразнообразию (2022 г.), которые были приняты Сторонами Конвенции о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992), отмечено, что растения – неотъемлемая часть мирового биоразнообразия и важнейший ресурс человечества. Первая из четырёх целей, обозначенная в рамочной программе – к 2030 г. обеспечить охрану 30 % суши, океанов, прибрежных зон и внутренних вод Земли. Структурно-функциональную основу большинства сухопутных и водных экосистем планеты формирует их автотрофный элемент. Поэтому в рамках достижения цели одним из заданий ботанической науки является сохранение и восстановление разнообразия растений, растительных сообществ и экосистем *in situ*. Такие исследования наиболее сбалансированы и комплексны в ботанических садах, где эффективно дополняются методами *ex situ*. Иными словами, современный ботанический сад как научно-исследовательское учреждение среди прочего ведёт изучение растительного мира региона своего размещения, а в составе специальных экспедиций – и других регионов и областей. При этом в сферу НИР научных центров, расположенных в приморских районах, обязательно включена фитобиота прилегающих прибрежно-морских акваторий.

Крым со всех сторон окружённый водами морей, занимает почти островное положение, при этом Никитский ботанический сад – Национальный научный центр (НБС–ННЦ) расположен непосредственно на Южном берегу Крыма (ЮБК). Гидроботанические и гидроэкологические исследования закономерно являются неотъемлемой частью его тематики, посвящённой комплексному изучению флоры и растительности природных и трансформированных экосистем региона. В этом плане НБС–ННЦ развивается в русле современных общемировых тенденций. Уникальность же его заключается в другом. Помимо парков на ЮБК и ряда отделений на полуострове в его структуре функционирует созданный в 1973 г. территориально-аквальный государственный природный заповедник «Мыс Мартьян». В нём на суше и в прилегающей прибрежной акватории Чёрного моря (составляющей половину общей площади объекта) локализованы биотопы средиземноморского типа, характерные для ЮБК и сохранившиеся здесь в природном состоянии на северной границе своего распространения (Заповедник..., 2023). Благодаря, с одной стороны, заповедному режиму, с другой – наличию научной базы ботанического сада и логистической доступности по суше и по морю, заповедник «Мыс Мартьян» оптимален для ведения стационарных специализированных и комплексных междисциплинарных исследований с охватом всех сухопутных и водных биотопов береговой зоны. С момента организации и до настоящего времени в его акватории идёт гидроботанический мониторинг, являющийся частью всестороннего мониторинга основных компонентов заповедника, осуществляемого сотрудниками профильной лаборатории и других научных подразделений НБС–ННЦ. Сбор, обработка и анализ фактического материала

осуществляются с использованием общепринятых гидрботанических методик, обеспечивая сравнимость и воспроизводимость результатов. При этом отбор проб – ключевой этап любого ботанического исследования – происходит в процессе самостоятельных погружений и сопровождается подводной фотофиксацией, что позволяет максимально объективно характеризовать морскую донную растительность (МДР).

Исследования не прерывались и в 2015–2025 гг., когда заповедник функционировал в статусе природного парка регионального значения. В этот период были детализированы представления о структуре, распределении и продукционных показателях МДР с учётом её сезонной динамики. Интеграция классических гидрботанических и новых гидроакустических подходов позволила совместно со специалистами ИнБЮМ разработать и на примере заповедника успешно применить методику количественного исследования и картирования МДР, которая, благодаря минимальному влиянию на биоту и экосистему, рекомендована к использованию в границах ООПТ (Гидроакустическое..., 2019). Было охарактеризовано экологическое состояние акватории и роль сообществ макрофитов в процессах саморегуляции и самоочищения водной среды (Экологическое..., 2018; *Cystoseira*..., 2021), что для ЮБК, где природные комплексы (включая заповедные объекты) чередуются с антропогенно трансформированными участками, актуально в связи с проблемой оптимизации природопользования. За последнее десятилетие для заповедной акватории впервые указано более 20 видов макроводорослей (из них 25 % впервые для гидрботанического района «ЮБК») (Садогурский и др., 2018а-б, 2023, 2024; Sadogurskiy et al., 2023a). Уточнены представления о биологии, экологии и распространении массовых, раритетных и чужеродных видов фитобентоса, выявлена новая биологическая инвазия, стремительное развитие которой угрожает экосистеме всего Азово-Черноморского бассейна (Садогурский и др., 2025б-в; New..., 2017; Sadogurskiy et al., 2023b, 2024a-b, 2025). В связи с затронутыми вопросами были исследованы и охарактеризованы флоры и МДР ряда прилегающих природных и трансформированных прибрежно-морских акваторий у берегов Крыма.

В результате к настоящему времени аквальный компонент территориально-аквального комплекса заповедника «Мыс Мартыан» в гидрботаническом плане является одним из наиболее изученных в регионе. Его макрофлора включает 167 видов, что составляет около 40 % от общего количества макрофитов, обитающих в Черном море (Minicheva et al., 2020). Раритетная фракция включает 46 видов, при этом некоторые из них внесены в первое и второе издания Красной книги Крыма (Красная..., 2015; 2025) именно на основании стационарных наблюдений в акватории заповедника. «Мыс Мартыан» и включающий его НБС–ННЦ остаются одним из важнейших рефугиумов природного фиторазнообразия Северного Причерноморья, а результаты гидрботанических и гидроэкологических исследований, выполненных здесь, зачастую экстраполируемы на экосистемы Азово-Черноморского и отчасти Средиземноморского бассейнов. Этому в немалой степени способствует территориально-аквальная структура, высокий природоохранный статус, а также использование материальной и научно-методической базы ботанического сада.

Вообще в береговой зоне моря территориально-аквальная структура и высокий статус оптимальны при организации новых и совершенствовании функционирующих ООПТ (Садогурский и др., 2013). Но до сих пор площадь аквальных, а тем более территориально-аквальных заповедников в регионе относительно невелики, обычны ситуации, когда к заповедной территории низкого ранга примыкает аквальный заповедный объект низкого ранга (Садогурский, Белич, 2005), либо созологически ценная акватория вообще не имеет статуса (Садогурский и др., 2025а), что не позволяет обеспечить эффективную охрану. Некоторые территориально-аквальные участки, ранее признанные важными для сохранения природного фиторазнообразия (Предварительные..., 2013; Садогурский, 2014), стремительно утрачиваются из-за их необратимой антропогенной трансформации. Кроме того, даже при выполнении этих двух условий (территориально-аквальность и высокий охранный статус) заповедники и

нацпарки редко имеют собственную научно-методическую базу, достаточную для всестороннего изучения и мониторинга вверенных природных комплексов и прилегающих районов. Поэтому третьим условием их устойчивого функционирования (и уже не только в береговой зоне моря) может стать научное кураторство ведущих региональных научно-исследовательских центров. Ранее кураторство над такими ООПТ показало свою эффективность, но ныне оно фактически осталось только у заповедника «Мыс Мартыян».

Таким образом, связка «ботанический сад + природный заповедник» уникальна, эффективна и определяет особое место и НБС–ННЦ, и «Мыса Мартыян» в региональной системе изучения и сохранения прибрежно-морской фитобиоты и биологического разнообразия в целом.

Источники финансирования. Государственное задание № 122041900097–3.

Библиографический список

1. Гидроакустическое исследование макроскопической донной растительности в заповедной морской акватории у мыса Мартыян / Ю.Г. Артемов, С.Е. Садогурский, Ю.В. Плугатарь [и др.] // Морской биологический журнал. – 2019. – Т. 4, № 3. – С. 15–25. <https://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.3.02>
2. Заповедник «Мыс Мартыян»: история и современность / Ю. В. Плугатарь, Н. А. Багрикова, И. С. Саркина, [и др.]. – Симферополь : ИТ «Ариал», 2023. – 108 с.
3. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / Отв. ред. А.В. Ена, А.В. Фатерыга. – Симферополь : ООО «ИТ «АРИАЛ»», 2015. – 480 с.
4. Красная книга республики Крым. Т. 2 : Растения и грибы / Отв. ред. А.В. Ена, Д.В. Епихин. – 3-е изд. Калининград : Полиграфичъ, 2025. – 504 с.
5. Предварительные данные о флоре территориально-аквального комплекса мыса Троицы (Крым) / С. А. Садогурская, Л. Э. Рыфф, С. Е. Садогурский, Т. В. Белич // Труды ГНБС. – 2013. – Т. 135. – С. 121–131.
6. Садогурский, С.Е. Состав и распределение макрофитобентоса у мыса Святой Троицы (Черное море, Украина) / С. Е. Садогурский // Морской экологический журнал. – 2014. – Т. 13, № 1. – С. 53–62.
7. Садогурский, С.Е. Современное состояние макрофитобентоса Прибрежного аквального комплекса у мыса Чауда (Чёрное море) / С. Е. Садогурский, Т. В. Белич // Альгология. – 2005. – Т. 15, № 2 – С. 181–194.
8. Садогурский, С.Е. Некоторые аспекты формирования региональной и локальных экологических сетей в Крыму Природа Восточного Крыма / С.Е. Садогурский, Т.В. Белич, С.А. Садогурская // Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети / Отв. ред. д.б.н. С. П. Иванов. – Киев : [Б. и.], 2013. – С. 79–85.
9. Садогурский, С.Е. О новых для заповедника «Мыс Мартыян» видах фитообентоса (Крым, Чёрное море) / С.Е. Садогурский, Т.В. Белич, С.А. Садогурская // Nature Conservation Research. – 2018a. – Т. 3, № 1. С. 100–102. <http://doi.org/10.24189/ncr.2018.013>
10. Садогурский, С.Е. Флористические находки в прибрежной акватории заповедника «Мыс Мартыян» (Крым, Чёрное море) / С.Е. Садогурский, Т.В. Белич, С.А. Садогурская // Морской биологический журнал. – 2023. – Т. 8, № 3. – С. 108–110. <https://doi.org/10.21072/mbj.2023.08.3.09>
11. Садогурский, С. Е. Виды макрофитобентоса новые для заповедника «Мыс Мартыян» (Крым, Чёрное море) / С.Е. Садогурский, Т.В. Белич, С.А. Садогурская // Морской биологический журнал. – 2024. – Т. 9, № 4. – С. 111–113. <https://doi.org/10.21072/mbj.2024.09.4.09>
12. Садогурский, С.Е. Состав и структура макрофитобентоса у побережья памятника природы «Кучук-Ламбатский каменный хаос» (Крым, Чёрное море) / С. Е. Садогурский, Т. В. Белич, С.А. Садогурская // Морской биологический журнал. – 2025a. – Т. 10, № 2. – С. 67–86. <https://doi.org/10.21072/mbj.2025.10.2.05>

13. Садогурский, С.Е. Распространение и охрана *Lomentaria compressa* (Lomentariaceae) у берегов Крымского полуострова (Чёрное море) / С.Е. Садогурский, Т.В. Белич, С.А. Садогурская // Экосистемы. – 2025б. – Вып 43. – С. 126–133.
14. Садогурский, С.Е. Мониторинг популяции *Dasya hutchinsiae* Harvey в акватории природного парка «Мыс Мартьян» (Крым, Чёрное море) / С. Е. Садогурский, Т. В. Белич, С. А. Садогурская // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2025в. – Вып. 16. – С. 182–192.
15. Садогурский, С. Е. Альгофлористические находки в заповедной акватории у мыса Мартьян (Чёрное море) / С. Е. Садогурский, С. А. Садогурская, Т. В. Белич // Экосистемы. – 2018б. – Вып. 13(43). – С. 20–26.
16. Экологическое состояние акватории особо охраняемой природной территории «Мыс Мартьян» и проблема реализации её устойчивого развития по факторам эвтрофикации, радиоактивного и химического загрязнения вод / В. Н. Егоров, Ю. В. Плугатарь, Л. В. Малахова, [и др.] // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2018. – Вып. 9. – С. 36–40. <https://doi.org/10.25684/NBG.scnote.009.2018.04>
17. *Cystoseira* phytocenosis as a biological barrier for heavy metals and organochlorine compounds in the SPNA Cape Martyan marine area (the Black Sea) / V.N. Egorov, R.V. Gorbunov, Yu. V. Plugatar [et al.] // Regional Studies in Marine Science. – 2021. – Vol. 41. – Article no. 101572 (10 p.). <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101572>
18. Minicheva, G. Black Sea Monitoring Guidelines. Macrophytobenthos / G. Minicheva, D. Afanasyev, A. Kurakin. – Dnipro : Seredniak T.K., 2020. – 81 p. http://www.blacksea-commission.org/Downloads/Macrophytobenthos_Manual_2015_ISBN%20978-617-7953-31-8.pdf (accessed: 11.02.2026).
19. New locations of *Halopteris scoparia* (L.) Sauv. (Phaeophyceae) along the seacoast of the Crimean Peninsula / S. S. Sadogurska, S. Ye. Sadogurskiy, T. V. Belich, S. A. Sadogurskaya // International Journal on Algae. – 2017. – Vol. 19, No. 1. – P. 51–58. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v19.i1.40>
20. Sadogurskiy, S.Ye. Supplement to the macroalgal flora of the Natural Reserve “Cape Martian” (Crimea, the Black Sea) / S. Ye. Sadogurskiy, T. V. Belich, S. A. Sadogurskaya // International Journal on Algae. – 2023a. – Vol. 25, No. 2. – P. 107–116. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v25.i2.10>
21. Sadogurskiy, S.Ye. Invasion of the Alien Species *Bonnemaisonia hamifera* Hariot in Coastal Phytocenoses near the Southern Coast of Crimea (the Black Sea) / S. Ye. Sadogurskiy, T. V. Belich, S.A. Sadogurskaya // Inland Water Biology. – 2023b. – Vol. 16. – №. 1. – P. 65–71. <https://doi.org/10.1134/S1995082923010145>
22. Sadogurskiy, S.Ye. The Distribution of *Dasya hutchinsiae* Harvey, 1833 (Rhodophyta, Florideophyceae) in the Northern Black Sea Region // S.Ye. Sadogurskiy, T.V. Belich, S. A. Sadogurskaya // Russian Journal of Marine Biology. – 2024a. – Vol. 50, iss. 1. – P. 63–67. <https://doi.org/10.1134/S1063074024010061>
23. Sadogurskiy, S. Ye. Reproduction of the Invasive Species *Bonnemaisonia hamifera* Hariot near the Southern Coast of Crimea (Black Sea) / S. Ye. Sadogurskiy, T. V. Belich, S. A. Sadogurskaya // Inland Water Biology. – 2024b. – Vol. 17, No. 2. P. 365–369. <https://doi.org/10.1134/S1995082924020147>
24. Sadogurskiy, S.Ye. Distribution and conservation status of *Pylaiella littoralis* (L.) Kjellm., nom. cons. (Ectocarpales, Heterokontophyta) in the Northern Black Sea region / S. Ye. Sadogurskiy, T.V. Belich, S.A. Sadogurskaya // International Journal on Algae. – 2025. – Vol. 27, No. 1. – P. 1–10. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v27.i1.10>

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ТЕПЛОЛЮБИВЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ЦЕЛЯХ РАСШИРЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Р.И. ШРЕДЕРА

Сахоненко А.Н., Александрова И.Е.

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия, arboretum@rgau-msha.ru

Аннотация: в статье приведены промежуточные результаты многолетнего опыта опыта по изучению адаптации 7 видов древесных растений из разных семейств (*Cotoneaster franchetii*, *Viburnum rhytidophyllum*, *Diospyros virginiana*, *Celtis caucasica*, *Pterostyrax hispidus*, *Cephalanthus occidentalis*), произрастающих в более тёплых регионах, при их интродукции в дендрологическом саду имени Р.И. Шредера; в рамках данного опыта проводили фенологические и морфологические наблюдения, оценивали зимостойкость растений и перспективность интродукции каждого вида; в результате два вида признаны вполне перспективными, два – перспективными, 3 вида были признаны менее перспективными.

Ключевые слова: оценка перспективности использования, интродукция, зимостойкость, древесные растения, прирост, число метамеров

STUDYING THE PROSPECTS OF INTRODUCING HEAT-LOVING WOODY PLANTS TO EXPAND THE BIODIVERSITY COLLECTION OF THE ARBORETUM NAMED AFTER R.I. SHROEDER

Sakhonenko A.N., Aleksandrova I.E.

RSAU-MTAA named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia, arboretum@rgau-msha.ru

Abstract: the article presents the intermediate results of a long-term experiment on studying the adaptation of 7 species of woody plants from different families (*Cotoneaster franchetii*, *Viburnum rhytidophyllum*, *Diospyros virginiana*, *Celtis caucasica*, *Pterostyrax hispidus*, *Cephalanthus occidentalis*), growing in warmer regions, during their introduction in the R.I. Schroeder Arboretum; within the framework of this experiment, phenological and morphological observations were carried out, winter hardiness of plants and the prospects of introduction of each species were assessed; as a result, 2 species were recognized as quite promising, 2 – promising, and 3 species was recognized as less promising.

Keywords: assessment of potential use, introduction, winter hardiness, woody plants, growth, number of metameres

Несмотря на то, что попытки интродукции исследуемых в данной работе растений предпринимались и предпринимаются во многих ботанических садах России, находящихся в зоне умеренного климата, информация о результатах этой работы в отечественной литературе встречается фрагментарно (Городняя, 2019; Жидехина, 2011). Поэтому целью настоящей статьи является представление первых результатов трёхлетнего выращивания нижеперечисленных растений в условиях открытого грунта в дендрологическом саду им. Р.И. Шредера без применения каких-либо защитных мероприятий.

Объектами исследования являются 7 видов растений, выращенных из семян, собранных в ходе экспедиции в южные регионы России: Крым, Краснодарский край, республика Дагестан (Табл. 1).

Таблица 1. Объекты исследования

Русское название	Латинское название	Число растений, шт.	Происхождение
1. Дерен цветущий	<i>Cornus florida</i> L.	28	г. Краснодар
2. Кизильник Франчетти	<i>Cotoneaster franchetii</i> Boiss.	48	г. Симферополь
3. Калина морщинолистная	<i>Viburnum rhytidophyllum</i> Hemsl.	27	г. Краснодар
4. Хурма виргинская	<i>Diospyros virginiana</i> L.	57	г. Махачкала
5. Каркас кавказский	<i>Celtis caucasica</i> Willd.	18	г. Симферополь
6. Птеростиракс щетинистый	<i>Pterostyrax hispidus</i> Siebold & Zucc.	19	г. Краснодар
7. Цветоголовник западный	<i>Cephalanthus occidentalis</i> L.	35	г. Краснодар

Методика исследования. Фенологические наблюдения проводили согласно методике Главного ботанического сада РАН (1975 г.). Морфологические наблюдения – по «Методике и срокам проведения испытаний селекционного достижения...» (2020). Подсчитывали число побегов II порядка, измеряли высоту растений, число метамеров на однолетнем приросте каждого растения. Зимостойкость и перспективность определяли по методике Лапина П. И. и Сидневой С. В. (Лапин, 1973) (табл. 3). Статистическую обработку проводили по методике Исачкина А.В., Крючковой В.А., Богдановой В.Д. с использованием программного обеспечения Microsoft Excel (Исачкин, 2021).

Результаты и обсуждение. Растения всех исследуемых видов продемонстрировали значительный прирост в высоту в течение 2024 и 2025 года. При этом число метамеров в однолетнем приросте у некоторых видов сократилось, величина прироста возросла за счёт формирования более длинных междоузлий. Дополнительно рассматривали такие параметры, как побегообразовательная способность, сохранение формы роста и одревеснение побегов саженцев. На основании перечисленных показателей и зимостойкости провели оценку перспективности использования для каждого вида.

При оценке зимостойкости обмерзание наблюдали только у четырёх видов (Табл. 2). Растения других трёх видов не обмерзали. В первую очередь отсутствие обмерзания у *Cornus florida*, *Cotoneaster franchetii*, *Viburnum rhytidophyllum* связано с мягкой зимой 2024-2025 годов и рекордной высотой снежного покрова зимой 2025-2026 годов.

Таблица 2. Оценка степени обмерзания

Вид	Степень обмерзания 2025 г, %	Степень обмерзания 2026 г, %
Хурма виргинская (<i>Diospyros virginiana</i>)	11	24
Каркас кавказский (<i>Celtis caucasica</i>)	47	44
Птеростиракс щетинисто-волосистый (<i>Pterostyrax hispida</i>)	36	21
Цветоголовник западный (<i>Cephalanthus occidentalis</i>)	26	15

У обмерзавших растений необходимо отметить увеличение степени обмерзания у *Diospyros virginiana*, несмотря на большую высоту снежного покрова, и значительное уменьшение степени обмерзания у *Pterostyrax hispida* и *Cephalanthus occidentalis*.

При оценке перспективности использования наиболее успешно интродуцированными растения считаются, если размножаются самосевом. При исследовании для всех растений применен искусственный посев, поэтому способ размножения оценивали в 7 баллов. Прирост был ежегодным, поэтому каждый исследуемый вид оценили по этому показателю в 5 баллов. Группу перспективности определяли на основе количества баллов, полученных при суммировании средних значений всех показателей за 2 года оценки. В группу вполне перспективных определены *Cornus florida*, *Viburnum rhytidophyllum*. В группу малоперспективных попали *Celtis caucasica*, *Pterostyrax hispida*, набравшие наименьшее число баллов. Также к этой группе отнесена *Diospyros virginiana*. Однако необходимо отметить, что на третий год выращивания число баллов у *Diospyros virginiana* уменьшилось, а у *Celtis caucasica*, *Pterostyrax hispida* увеличилось (Табл. 3).

Таблица 3. Оценка жизнеспособности и перспективности использования исследуемых растений после трёх лет выращивания

Показатели	<i>Cornus florida</i>	<i>Cotone- aster franchetii</i>	<i>Viburnum rhytido- phyllum</i>	<i>Diospyros virginiana</i>	<i>Celtis cauca- sica</i>	<i>Pterostyrax hispida</i>	<i>Cephalan- thus occidentalis</i>
Одревесне- ние побегов	10	5	10	10	15	10	15
Зимостой- кость	25	25	25	20	10	10	15
Сохране- ние формы роста	10	5	10	5	1	5	5
Побего- образовате льная способ- ность	5	5	5	3	3	5	5
Прирост в высоту	5	5	5	5	5	5	5
Способы размноже- ния в культуре	7	7	7	7	7	7	7
Общая оценка в баллах	62	52	62	50	41	42	52
Группа перспектив- ности	I	II	I	III	III	III	II

В настоящее время эксперимент продолжается. Опытные растения достигли размеров, достаточных для высадки в постоянную экспозицию дендрологического сада. Также необходимо отметить, что за время проведения опыта гибели растений не наблюдали.

Библиографический список

1. Городняя Е.В. Оценка успешности интродукции и декоративности представителей рода *Cotoneaster* Medik. в условиях предгорной зоны Крыма. / Е.В. Городняя, Е.А. Кравчук, В.А. Печерский // Новости науки в АПК. – 2019 – С. 26–30.
2. Жидехина Т.В. Перспективы интродукции *Cornus mas* L. В ЦФО // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования материалы IX Международного симпозиума. Том 1. М.: Издательство РУДН – 2011 – С. 62–66.
3. Исачкин, А.В. Основы научных исследований в садоводстве (самоконтроль): учебно-методическое пособие / А.В. Исачкин, В. А. Крючкова, В.Д. Богданова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2021. — 62 с.: рис., табл., цв.ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа: <http://elibrary.timacad.ru/dl/full/s09032022ONI.pdf>.
<URL:<http://elibrary.timacad.ru/dl/full/s09032022ONI.pdf>>.
4. Лапин, П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений /П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. М., 1973.
5. Методика и сроки проведения испытаний селекционного достижения (нового сорта растений) на отличимость, однородность и стабильность. Утверждена приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 27 октября 2020 г. № 631.
6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Совет ботан. садов СССР. – М.: ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТОПАДНЫХ РОДОДЕНДРОНОВ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ

Смирнова З.И.

*Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия,
zsmir8@mail.ru*

Аннотация. Основной целью работы было провести первичную интродукцию и проанализировать сортовое многообразие данной группы листопадных рододендронов в нашей коллекции, установить групповую принадлежность и выделить среди них наиболее перспективные для выращивания в условиях Северо-Запада и средней полосы России. Листопадные рододендроны обладают широким спектром декоративных особенностей – яркой окраской цветков, осенней привлекательностью листьев, зимостойкостью и устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, влияющим на жизнеспособность растений этих групп. За период испытаний с 2018–2024 гг. в коллекцию собрано 20 сортов листопадных рододендронов, и ни один не погиб за данный период. Изученные сорта могут с успехом использоваться в экспозициях и коллекциях ботанических садов средней полосы России и в ландшафтном дизайне.

Ключевые слова: листопадные рододендроны, группы, сорта, декоративность цветков и листьев, морозостойкость

PROSPECTS FOR USING LEAVED RHODODENDRONS IN THE MIDDLE ZONE OF RUSSIA

Smirnova Z. I.

*Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,
zsmir8@mail.ru*

Abstract. The main aim of this study was to carry out a preliminary introduction and to analyse the cultivar diversity within this group of deciduous rhododendrons in our collection, to determine their group affiliation, and to identify among them the most promising cultivars for cultivation under the conditions of the North-West and the central part of European Russia. Deciduous rhododendrons exhibit a wide range of ornamental traits, including bright flower colour, attractive autumn foliage, winter hardiness, and tolerance to adverse environmental factors affecting the vitality of plants in these groups. During the trial period from 2018 to 2024, 20 cultivars of deciduous rhododendrons were assembled in the collection, and none of them died during this time. The cultivars studied can be successfully used in the displays and collections of botanical gardens in the central part of European Russia, as well as in landscape design.

Keywords: deciduous rhododendrons, groups, cultivars, ornamental value of flowers and leaves, frost resistance

Род *Rhododendron* L. – крупнейший в семействе вересковых Ericaceae DC. Садовая классификация рододендронов включает три основные группы: вечнозеленые, полувечнозеленые и листопадные кустарники, которые завоевали большую популярность в зеленом строительстве, декоративном садоводстве и селекции. Рододендроны по происхождению являются сложными гибридами, одними из самых ярких и выразительных декоративных кустарников. Репутация «растения эксклюзивного» породила немало слухов о сложности выращивания, низкой зимостойкости и плохой адаптации к условиям средней полосы России. И ни один из этих слухов не оправдан.

По данным отечественных исследователей (Александрова, 2003; Кондратович, 1981), наиболее широко распространены в России вечнозеленые рододендроны. Основная сложность их выращивания заключается в сохранении листового аппарата в зимний период от иссушающих ветров и весенних солнечных ожогов, отсюда возникают дополнительные

требования к месту их посадки и уходу за ними (Моисеева и др., 2012). Оптимальными могут считаться климатические условия произрастания в Прибалтийском регионе (Кондратович, 1981), на Дальнем Востоке (Приморье) (Петухова, 2006) и на Черноморском побережье Кавказа (Мазина, 2018).

Полувечнозеленые рододендроны чаще всего небольшие кустарники (50–60 см), что позволяет им зимовать под снежным покровом. Цветение у них обильное, но они часто выпревают. Зимостойкими признаются 5–6 видов.

Третью группу растений представляют листопадные рододендроны. Листопадные рододендроны, как уже следует из названия, сбрасывают листву на зиму. Это позволяет экономить энергию в холодный период года и защищать себя от морозов.

Среди всех групп рододендронов листопадные наиболее перспективны для выращивания в средней полосе России благодаря высокой зимостойкости, неприхотливости и исключительной декоративности. Основной целью данной работы было провести первичное интродукционное испытание, проанализировать групповую принадлежность и сортовое многообразие листопадных рододендронов и выделить среди них наиболее перспективные для выращивания в наших климатических условиях (Лапин, Сиднева, 1973).

Листопадные рододендроны требуют тщательного подбора оптимальных условий выращивания и достаточно медленно растут в первые годы после высадки. Выбор правильного места, своевременная подкормка, проверка pH почвы и хорошее рыхление участка способствуют успешному переживанию суровых зим. Это плотные, компактные кусты высотой от 0,6 до 1,8 м у видовых и 1,0–1,8 м у гибридов, предпочитают полутень. Весной они очень быстро пробуждаются, набирают силы и радуют ранним цветением. Большинство рододендронов растут на кислых почвах с pH 4,5–5,5 и хорошей водопроницаемостью. Полив необходим регулярный, особенно в период цветения. Кроме того, большинство сортов обладают высокой морозостойкостью, выдерживают температуры от –25 до –43 °C; этот факт является главным при использовании их в озеленении и дизайне в условиях средней полосы России.

Сорта листопадных рододендронов включают несколько групп сложных гибридов. **Гентские азалии.** Селекционные работы были начаты знаменитым ботаником и селекционером Ван Гуттом в 1825 году на основе рододендронов голоцветкового (*Rh. nudiflorum*), ноготковидного (*Rh. calendulaceum*) и клейкого (*Rh. viscosum*), а также кавказского рододендрона желтого (*Rh. luteum*). Их характерными признаками являются быстрый рост, высота до 2–3 м; они солнцелюбивые, не страдают от солнечных ожогов. Цветовая гамма включает белые, желтые, оранжевые, розовые цвета. Морозостойкость до –29 °C. В нашей коллекции их нет.

Следующая группа сортов — **Knap Hill** и **Exbury**. В конце XIX века селекцией занимался знаменитый ботаник Waterer: он скрещивал гентские азалии с привлечением рододендрона японского (*Rh. japonicum*) и вывел множество замечательных сортов. Несколько десятилетий позже барон Ротшильд на базе семенного материала и рододендрона мягкого (*Rh. molle*) создал группу сортов Эксбери. У сортов серии Нап Хилл не очень крупные цветки, зато весьма обширна цветовая гамма, а у группы Эксбери – крупные, блестящие, воронковидные цветки в соцветиях по 7–12 штук, которые распускаются раньше листьев или одновременно с ними.

Характерные признаки этих групп очень близки. Высота растений от 1,0 до 2,0 м при ширине около 1,5 м, цветовая гамма цветков – от различных оттенков желтого, золотистого, оранжевого, красного, белого, реже пастельные тона (персиковый, лососевый, розовый). Яркая осенняя окраска листьев. Морозостойкость –26...–27 °C. В нашей коллекции наибольшее количество сортов из этой группы (13): ‘Gibraltar’, ‘Golden Eagle’, ‘Silver Sliper’, ‘Feuerwerk’, ‘Hugh Wolmald’, ‘Cannon Double’, ‘Speak’s Orange’, ‘Berry Rose’, ‘Sarina’, ‘Nabucco’, ‘Schneegold’, ‘Golden Sunset’, ‘Sun Star’. Это великолепные и надежные растения для наших климатических условий.

Группа **Вестон-азалии**. Создателями этих сортов является семейство Мезиттов; их питомник существует до сих пор. Ими выведена группа позднецветущих, летних, или саммер-азалий, с использованием рододендронов клейкого (*Rh. viscosum*), кумберлендского (*Rh. cumberlandense*) и древовидного (*Rh. arborescens*). Все эти гибриды позднецветущие, с душистыми, крупными, иногда махровыми цветками и густо ветвящимся кустом. Не все они успешно переживают наши зимы, но в нашей коллекции есть сорта 'Weston's Sparkler', 'Lollipop', 'Pink and Sweet', 'Millenium', которые выдерживают морозы до -32°C .

Среди листопадных рододендронов самой высокой морозостойкостью обладают сорта группы **Northern Light** («Северное сияние»). Программа по выведению этих сортов была начата в США (Университет Миннесоты) в 1957 году. В результате скрещивания (*Rh. kosterianum* $\times$ *Rh. prinophyllum*) получены гибриды первого поколения с цветками всех оттенков розового, кроме того, с высочайшей морозостойкостью $-37\ldots-43^{\circ}\text{C}$. Высота растений 1,0–1,5 м, формируют компактный куст с широкораскидистой кроной. Цветут в конце мая – начале июня, цветки крупные, с широкой гаммой ярких окрасок, собраны в соцветия от 2 до 20 цветков, которые практически не страдают от дождя и росы, привлекают яркой осенней окраской желтых, оранжевых, красных, пурпурных листьев. В нашей коллекции: 'Golden Lights', 'Mandarin Lights', 'Orchid Lights', 'Northern Hi-Lights'. Эта группа зарекомендовала себя как самая надежная в условиях нашего климата.

В настоящее время, говоря о морозостойкости, все авторы делают ссылку на программу по определению морозостойкости, проводимую в университете и арборетуме Миннесоты с конца 70-х годов.

В нескольких словах охарактеризуем коллекцию-экспозицию, представленную 20 сортами листопадных рододендронов, которые проходят первичное интродукционное испытание в открытом грунте на цветнике лаборатории декоративных растений ГБС с 2018 года.

Растения были высажены в полутени, под сенью огромного дуба, из контейнеров в возрасте 3–5 лет в посадочные ямы диаметром в два раза больше кома, в субстрат, состоящий из садового грунта, кислого торфа (рН 2,5) и перлита с добавлением комплексных удобрений для рододендронов («Кемира»); растения мульчировались щепой древесных пород.

У листопадных рододендронов поверхностная корневая система, что требует регулярного полива, особенно в период цветения. Так, в сильно засушливое лето до 75 % растений в коллекции оказались засухоустойчивыми. У оставшихся 25 % растений внешняя реакция на засуху проявлялась в незначительной потере тургора, который восстанавливался после обильного полива или выпадения осадков. Ежегодные приросты молодых побегов листопадных рододендронов составляют от 4 до 10 см в зависимости от погодных условий.

Одним из очень ценных и важных свойств листопадных рододендронов является высокая зимостойкость, которая оценивается как I–II балла. Отпад растений, связанный с пониженной зимостойкостью, за период наблюдения на коллекции листопадных рододендронов не выявлен. Средняя морозоустойчивость в зависимости от сортов колебалась от -25 до -30°C , иногда повреждения были замечены весной, проявлялись почернением на молодых невызревших побегах, подмерзанием или отмиранием.

За период исследований наблюдались повреждения вредителями и болезнями: единичные вспышки паутинного клеща и мучнистой росы на отдельных сортах, но химические обработки снимали весь негатив.

Таким образом, вся многофакторная информация, полученная в процессе длительного изучения и наблюдения за 20 сортами листопадных рододендронов, была оформлена в виде сводной таблицы.

Таблица. Характеристика коллекции-экспозиции листопадных рододендронов лаборатории декоративных растений ГБС РАН

№ п\п	Название сорта	Куст		Листья		Соцветие форма/кол-во цветков	Цветки			Сроки цветения	Морозо стойко сть
		размер В x Ш (м)	форма	форма, размер	окраска в\л\о*		окраска	форма	размер\ аромат		
1	‘Gibraltar’	1,5 x 1,5	компактная	эллиптические, 6–8 см	бронз.\т.зелен\ красные	зонтичное / 5–10	ярко красно- оранжевые	широкораскрытые с волнистым краем	крупные, 8 см / легкий	май-июнь, 4 недели	-28°С
2	‘Golden Eagle’	1,6 x 1,3	раскидистая	крупные, 8–10 см	зеленые \желтые\ красные	шаровидное / 6-12	оранжевые с желт. пятном	воронковидные	крупные, 6 см	май-июнь	-29°С
3	‘Sun Star’	1,5 x 1,5	прямостоячая	средние, 5–7 см	желтые с оранжевым оттенком	шаровидное / 8–12	золотистые с оранж.отт.	махровые	крупные, 5 см	май-июнь	-28°С
4	‘Silver Sliper’	1,6 x 1,2	широкая	крупные, 10x5 см	красно- коричневые	коническое / 9–12	серебристо- розов с желтым пятном	чашевидные	крупные, 8 см / легкий	май-июнь	-25°С
5	‘Feuerwerk’	1,8 x 1,0	компактная	простые, блестящие, 5–9 см	зеленые\желт	округлое / 6–12	ярко-красные с оранжевым центром	воронковидные с вывернутым краем	крупные, 8 см / легкий	май-июнь, 4 недели	-25°С
6	‘Hugh Wolmald’	1,8 x 1,6	компактная	яйцевидные, 4–5 см	зеленые\желт. \оранжевые	округлое / 8–12	желтые с оранжевым пятном	звездчато- воронковидные	средние, 4 см	май-июнь	-26°С
7	‘Lollipop’	1,2 x 1,0	округлая	мелкие, кожистые	зеленые\фиол. \пурпурные	округлое / 6–12	розов. с желтыми штрих.	трубчатые	средние, 3 см / сильный	май-июнь	-28°С
8	‘Millenium’	1,1 x 1,0	подушко- образная	овальные, 2–5 см	т.зеленые \бордов.красн снизу серебристые	округлое, густое / 8–12	малиново- красные с розов. тычинками	воронковидные	средние, 3 см / сладкий	июнь-июль, 4 недели	-26°С
9	‘Pink and Sweet’	1,5 x 1,6	прямостоячая, округлая	длинные, широколистные	зеленые\пурпурно- красно-желтые	округлое / 6–8	розово-белые с желт. пяти.	трубчатые	средние, 3 см / терпкий	июнь-июль	-26°С
10	‘Weston's Sparkler’	2,0 x 1,5	компактная	длинные, широколистные	зелено-сизые \ярко-бордовые	шаровидное / 6–8	холодно-розовые с красными тычинкам.	трубчатые	средние, 4 см / сильный	июнь-июль	-29°С
11	‘Golden Lights’	1,5 x 1,5	компактная, вертикальная	продолговатая, клиновидная, 7–10 см	ярко зеленые \оранжевые	округлое / 8– 10	ярко-желтые с оранжевым оттенком	трубчатые	крупные, 5 см / сильный	май, 3 недели	-32°С
12	‘Mandarin Lights’	1,5 x 1,3	округлая	эллиптические, острый верх и плоский низ	т. зеленые \желтые	шаровидное / 7–10	красно- оранжевые	воронковидные, гофрированные	крупные, 5 см / легкий	май-июнь	-30°С
13	‘Orchid Lights’	1,2 x 1,0	компактная	узкие с заостренным основанием	сизовато-зеленые \желтые	округлое / 10–12	бледно- розово пурпурные	трубчатые	средние, 4 см / средний	май, самые ранние	-40°С
14	‘Cannon Double’	1,2 x 1,5	широкая, густая	эллиптические, 10 x 6 см	матово-зеленые	куполооб- разное / 7–8	бледно желто абрикосово- розовые	трубчатые, махровые, 9–10 лепестков	крупный 5 см / ароматные	июнь, 3–4 недели	-26°С
15	‘Speak's Orange’	1,5 x 1,3	прямостоячая, рыхлая	эллиптические, 8 x 5 см	т.зеленые\ красные\ желтые	шаровидное / 8–12	оранжево- золотистые с красным пятном	широкораскрытые	крупные, 6–8 см / легкий	май-июнь, 3 недели	-23°С

16	‘Sarina’	1,8 x 1,5	раскидистая	продолговатые	т.зеленые плотные, лоснящиеся	шаровидное / 8–10	огненно-красные с золотым пятном	широкораскрытые с волнистым краем	крупные, 8–9 см / легкий	май-июнь,	-27°С
17	‘Nabucco’	1,4 x 1,6	раскидистая овальная	эллиптические, заостренные, 6 см	т.зеленые\фиолето- во-красные\ красно-желтые	шаровидное / 8–10	ярко-красные	широкораскрытые с рифленным выгнутым краем	крупные, 6–8 см / легкий	май-июнь, 3 недели	-26°С
18	‘Berry Rose’	1,5 x 1,6	широкая	продолговатые, 4–5 см	зеленые	округлое / 10–12	бело-розовые с желтым пятном	трубчатые	крупные 5–7 см легкий	май-июнь	-30°С
19	‘Schneegold’	1,5 x 1,6	прямостоячая	удлиненные	зеленые\оранжево- красные \желтые	округлое / 9– 12	белоснежные, верх.лепесток с желтым пятном	колокольчатые с длинными тычинка ми	крупные, 7–10 см / средний	май-июнь, 3 недели, обильное	-30°С
20	‘Golden Sunset’	1,5 x 1,5	компактная	овальные с опущением, 6-8 см	св. зеленые \ярко зеленые \оранжевые	полушаро видное / 6–12	св. желтые с абрикосовым пятном в горловине	чашевидные	крупные, 5–6 см / ароматные	май, самые ранние, 3 недели	-26°С

Примечание: *весна/лето/осень

Несколько слов об использовании этой группы рододендронов в ландшафтном дизайне. Их относят к категории красивейших кустарников, обладающих высокими декоративными качествами, что определяет их успешное использование в ландшафтном озеленении. В доказательство сказанного стоит вспомнить не только яркие краски цветов, их размеры и формы, но и цветовую гамму листвы, поражающую и восхищающую разнообразием оттенков в осенний период.

Рододендрон как структурное растение возможно использовать и в отдельных композициях. Удачно смотрятся они с хвойными растениями. На фоне темной зелени яркое пятно всевозможных оттенков; хорошим дополнением в этом сочетании будут большие валуны. Если есть альпийская горка, то и здесь найдется место для карликовых сортов; при этом необходимо мульчировать почву и не выкладывать известковые камни.

Парковые газоны – отличное место, отводимое солитерным посадкам. Групповые посадки рододендронов также весьма эффектны. В данном случае возможно сочетание цветов, контрастирующих между собой. Рододендроны в ландшафтном дизайне – благодатный материал для творческого воплощения самых разнообразных идей. Умелое использование декоративных возможностей разноликого кустарника – шанс создать неповторимый и всегда завораживающий своей оригинальностью образ облагораживаемых территорий.

В результате делаем вывод, что большинство испытанных сортов листопадных рододендронов могут с успехом выращиваться в условиях средней полосы России, расширять и пополнять коллекционные фонды в ботанических садах и питомниках, использоваться в селекционных целях, а при активном размножении и популяризации существенно расширить сортовое разнообразие декоративных растений, используемых для зеленого строительства и декоративного садоводства в нашей стране.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках гос. задания ГБС РАН «Биологическое разнообразие, ресурсный потенциал и сохранение природной и культурной флоры в условиях климатических и антропогенных изменений» № 126020916823-0.

Библиографический список

1. Александрова М. С. Рододендроны. М.: Фитон+, 2001. 192 с.
2. Кондратович Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР. Биологические особенности культуры. Рига: Зинатне, 1981. 332 с.
3. Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / В сб.: Опыт интродукции древесных растений. М.: ГБС АН СССР, 1973. С. 7–76.
4. Мазина И. Г. Опыт культивирования рододендронов (*Rhododendron* L.) в условиях умеренно-континентального климата // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. 2018. Т. 4(70), № 4. С. 108–120.
5. Моисеева Е.В., Баранова Т.В., Воронин А.А., Кузнецов Б.И. Коллекция представителей рода Рододендрон (*Rhododendron* L.) в ботаническом саду Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2012. Вып. 7. С. 39–44.
6. Петухова И. П. Рододендроны на юге Приморья. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2006. 132 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИИ БАМБУКОВ РОДА *PHYLLOSTACHYS* SIEBOLD & ZUCC. В СОЧИНСКОМ «ДЕНДРАРИИ»

Солтани Г.А., Скударнова Е.Н.

ФГБУ «Сочинский национальный парк», г. Сочи, Россия, soltany2004@yandex.ru

Аннотация. История интродукции бамбуков рода *Phyllostachys* Siebold & Zucc. в сочинский «Дендрарий» насчитывает 134 года. Приводятся сведения о современном состоянии коллекции листоколосников в дендрологическом парке, расположенном в зоне влажных субтропиков России. Дается краткая характеристика 9 видов, их размеры, отличительные морфологические признаки, фенологические особенности, возможности хозяйственного использования.

Ключевые слова: *Phyllostachys*, листоколосники, различие видов бамбуков, характеристика стеблей, рост и развитие, применение

CHARACTERISTICS OF THE COLLECTION OF BAMBUS OF THE GENUS *PHYLLOSTACHYS* SIEBOLD & ZUCC. IN THE SOCHI ARBORETUM «DENDRARIJ»

Soltani G.A., Skudarnova E.N.

FSBU "Sochi National Park", Sochi, Russia, soltany2004@yandex.ru

Annotation. The history of the introduction of bamboos of the genus *Phyllostachys* Siebold & Zucc. in the Sochi arboretum «Dendrarij» dates back 134 years. The Arboretum is located in the humid subtropical zone of Russia. The article provides information about the current state of the collection of leafy bamboos. It includes a brief description of nine species, their sizes, distinctive morphological features, phenological characteristics, and potential for economic use.

Keywords: *Phyllostachys*, bamboo, differences between species, characteristics of stems, growth and development, and applications

Сочинский «Дендрарий» является структурным подразделением Сочинского национального парка. Это крупный держатель коллекционного фонда древесных растений на Черноморском побережье Кавказа. Целью создания особо охраняемой природной территории дендрологический парк федерального значения «Дендрарий» является сохранение биологического разнообразия и повышение ресурсного потенциала зоны влажных субтропиков России.

Бамбуки рода *Phyllostachys* (листоколосник) представляют интерес как самые крупные древовидные злаки, способные произрастать в условиях России. Основными особенностями листоколосников являются: весенняя вегетация, ползучие корни, древовидные стебли, междоузлия со стороны ветвей желобчатые, в каждом узле размещено по 2-3 ветки, стеблевые влагалища опадающие. Молодые ростки листоколосника покрыты стеблевыми листьями, состоящими из недоразвитой листовой пластинки (псевдофилла), язычка, прилистника (ушка с ресничками) и влагалищной части.

Коллекция бамбуков «Дендрария» была заложена в 1892 году, при основании парка, и насчитывала 8 таксонов 3 родов из них 4 вида относились к роду *Phyllostachys* Siebold & Zucc.: *Ph. aurea* Riviere & C.Riviere, *Ph. flexuosa* Riviere & C.Riviere, *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro, *Ph. viridiglaucescens* (Carrie) Riviere & C.Riviere. Эти виды стабильно присутствуют в коллекции на протяжении 134 лет. К 1969 году С.Ю. Сабатиным в «Дендрарии» был заложен бамбузарий из 16 видов листоколосников.

В разные периоды были интродуцированы еще 17 таксонов видового уровня: *Phyllostachys angusta* McClure (1969), *Ph. aureosulcata* McClure (1969–1974, 2016–2025), *Ph. bambusoides* var. *castillonii* (Marliac ex Carrière) Makino (1963–1969), *Ph. bambusoides* var. *marliacea* Makino ex Tsuboi (только 1969), *Ph. glauca* McClure (только 1969), *Ph. dulcis* McClure (1954–1969), *Ph. edulis* (Carrière) J.Houz./ *Ph. pubescens* (1930–1999), *Ph. edulis* var. *heterocycla* (Carrière) I.Tsuboi (1954–1999), *Ph. meyeri* McClure (1954–1974), *Ph. nigra* f. *punctata* (Bean) Nakai (1969), *Ph. nigra* var. *henonis* (Mitford) Rendle (только 1969), *Ph. puberula* (Miq.) Munro (1948, 1969–2025), *Ph. puberula* var. *boryana* (Mitford) J.Houz. (1969), *Ph. puberula* var. *hanchiku* J.Houz. (1969), *Ph. simonsonii* Pilip. ex A.N.Vassiljeva (1954–1974), *Ph. sulphurea* (Carrière) Riviere & C.Riviere/ *Ph. bambusoides* f. *holochrysa* / *Ph. mitis* var. *sulphurea* (1948–1969, 2016–2025), *Ph. viridis* (R.A.Young) McClure/ *Ph. mitis* (1948–1974, 1999–2025), которые выпали из коллекции по причине плохой приживаемости посадочного материала, угнетения другими видами, либо из-за цветения (Сабатин, 1971, Солтани, Скударнова, 2025).

В настоящее время коллекция *Phyllostachys* на территории «Дендрария» представлена 9 видами: *Ph. aurea* Riviere & C.Riviere, *Ph. aureosulcata* McClure, *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc., *Ph. flexuosa* Riviere & C.Riviere, *Ph. mitis* (Lour.) Riviere & C.Riviere, *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro, *Ph. puberula* (Miq.) Munro, *Ph. sulphurea* (Carrière) Riviere & C.Riviere, *Ph. viridiglaucescens* (Carrière) Riviere & C.Riviere. (Рис.).

Листоколосник бамбуковидный (*Phyllostachys bambusoides* Sieb. & Zucc.). Стебли прямые, малосбежистые, высота 17–18 м, реже 22 м, диаметр 8–13 см. Вершины прямые. Узлы вздутые. Молодые стебли ярко-зелёного цвета, блестящие, с тонким восковым налётом, впоследствии тёмно-зелёные. Ростки конические, тёмно-бурого цвета с тёмно-бурыми пятнами и редкими волосками. Псевдофиллы длинные, поникающие, ушки развиты слабо, имеются реснички. Листья крупные, длиной 8–17 и шириной 1–3 см. Начало вегетации позднее: конец мая – начало июня. Скорость роста достигает до 80 см в сутки. Один из наиболее распространённых на Черноморском побережье видов бамбука. Используется для создания роц и массивов. Древесина крепкая. Применяется для изготовления мебели, лестниц, подпорок для деревьев, носилок, изгородей.

Листоколосник гибкий (*Phyllostachys flexuosa* (Carr.) A. et C. Riviere). Стебли гибкие, плотные, высотой до 5–6 м, диаметром 2–7 см; отличительный признак – часто наклонены в разные стороны. Молодые стебли ярко-зелёные, блестящие, покрыты тонким, легко стираемым восковым налётом, особенно под узлами. Ростки тонкие, удлинённые. Стеблевые влагалища голые, зелёно-коричневые, в верхней части с тёмно-коричневыми пятнами. Псевдофиллы линейные, плоские, зелёно-фиолетовые с бледно-жёлтыми краями. Ушки и реснички отсутствуют; язычок удлинённый, тёмно-коричневый. Рост с конца апреля до конца июня. Легко размножается и разрастается при посадке на новых местах, обладает большой производительностью стеблей в один вегетационный период. Древесина мягкая. Ростки используются в пищу. Посадки применяются для укрепления склонов.

Листоколосник зелёно-сизоватый (*Phyllostachys viridi-glaucescens* (Carr.) A. et C. Riviere). Стебли высотой 12–17 м, прямые, малосбежистые, диаметром 4–5 см, густооблиственные. Вершины стеблей поникшие. Междоузлия с выпуклыми тёмно-пурпурными узлами. Молодые стебли матово-зелёного цвета, густо покрыты неравномерным восковым налетом, особенно интенсивно под узлами. Стеблевые влагалища с ушками и длинными ресницами, зеленовато-жёлтые, испещренные коричнево-фиолетовыми пятнами и покрыты длинными, опадающими волосками и восковым налетом. Псевдофиллы длинные, зелено-буроватые. Вегетация ранняя, обычно со второй половины апреля до середины июня, а в теплые годы с конца марта – начала

апреля. В период интенсивного роста за 6 дней выгоняет стебли высотой до 4 м. Имеет широкое распространение на Черноморском побережье. Используется для создания рощ и массивов. Древесина прочная. Стебли применяются в хозяйственных целях для широкого перечня предметов обихода и в строительстве.



1a



1б



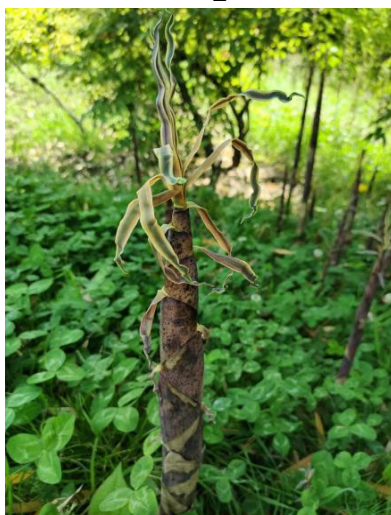
2



3a



3б



4a



4б



5a



5б



6



7a



7б



8a



8б



9

Рисунок. Виды *Phyllostachys* в коллекции сочинского «Дендрария»: 1 – *Ph. bambusoides* Siebold & Zucc. (а – росток, б – стебель); 2 – *Ph. flexuosa* Riviere & C.Riviere (росток и взрослые стебли); 3 – *Ph. viridiglaucens* (Carrie) Riviere & C.Riviere. (а – росток, б – молодой стебель); 4 – *Ph. aurea* Riviere & C.Riviere (а – росток, б – молодой стебель); 5 – *Ph. aureosulcata* McClure (а – росток, б – молодой стебель); 6 – *Ph. mitis* (Lour.) Rivière & C.Rivière (росток и взрослые стебли); 7 – *Ph. puberula* (Miq.) Munro (а – росток, б – молодой стебель); 8 – *Ph. sulphurea* (Carriere) Riviere & C.Riviere (а – росток), б – взрослый стебель); 9 – *Ph. nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro.

Листоколосник золотистый (*Phyllostachys aurea* (Carr.) A. et C. Riviere). Стебли высотой 5–8 м, в диаметре до 3 см, светло-зелёные, на освещённой стороне золотисто-жёлтые. Междоузлия короткие и у основания часто неправильно укорочены и выпуклые. Встречаются стебли, не имеющие неправильных междоузлий. Молодые побеги конусовидной формы. Стеблевые влагалища голые, гладкие, пятнистые. Псевдофиллы длинные, свисающие, с кремово-жёлтыми полосками по краям; ушки отсутствуют, язычок выступающий. Молодые стебли после опадения стеблевых влагалищ покрыты ярким восковым налетом. Рост начинается в мае, иногда раньше, заканчивается в июле. На Черноморском побережье является довольно распространенным. Используется для укрепления склонов, для создания

придорожных защитных полос и для групповых посадок в декоративном садоводстве. Древесина не прочная, но гибкая. Из стеблей изготавливают трости, ручки для зонтиков и удилища.

Листоколосник золотисто-желобчатый (*Phyllostachys aureo-sulcata* McClure). Стебли прямые, иногда зигзагообразные, высотой до 10 м и диаметром 2–5 см. Междоузлия правильно-цилиндрические, первые 2–3 года на ощупь шершавые, желтоватые или желтовато-зелёные, с продольными жёлтыми линиями и полосками; узлы сильновыпуклые, тёмно-фиолетовые, желобки золотисто-жёлтые. Молодые стебли тёмно-зелёные, покрыты неравномерно восковым налетом, более густым под узлами. Стеблевые влагалища грязно- соломенно-жёлтой окраски со светло-зелёным оттенком, с продольными пурпурными полосками и линиями, покрыты неравномерно восковым налетом. Псевдофиллы удлинённо-треугольные и ланцетные, длиной 2,5–12 см, шириной 0,5–1,5 см, на вершине побега приподнятые, одинаковой окраски с влагалищами. Ушки хорошо развиты на влагалищах средних междоузлий, имеются ресницы. Язычок выступающий, со щетинками на вершине. Рост молодых стеблей начинается в конце апреля, закачивается в конце июня. Рекомендуются для закрепления откосов. Рекомендуются для декоративных групп в парковых ландшафтах.

Листоколосник мягкий (*Phyllostachys mitis* (Carr.) A. et C. Riviere). Стебли утолщенные в нижней части, сбежистые и всегда наклоненные. Молодой стебель матовый, бледно-зелёного цвета и равномерно покрыт белым восковым налетом, узлы мало заметные, не выдающиеся. Стеблевые влагалища толстые, кожистые, бороздчатые, жёлто-коричневые, с тёмными, жирными пятнами и покрыты равномерным прозрачным восковым налетом. Псевдофилл глянцевидный, кремового цвета, свисающий; ушки отсутствуют. Рост начинается в конце мая-начале июня и заканчивается в конце июля. Используется для создания роц. Древесина рыхлая и легкая. Молодые ростки съедобные и по вкусу напоминают спаржу.

Листоколосник опушённый (*Phyllostachys puberula* (Miq.) Makino). Стебли на Черноморском побережье достигают высоты 10–12 м, реже 15–20 м, диаметра 3–10 см. Вершина стебля тонкая, гибкая и всегда наклоненная. Взрослые стебли бледно-зелёного цвета, с незначительным сбегом вверх и мало утолщенные у основания. Молодые стебли после освобождения от влагалищ тускло-серовато-зелёные, на ощупь шершавые; на рубцах кольцо из мягких волосков, сохраняется в течение года, впоследствии исчезающее. Молодые побеги конически-цилиндрической формы, стеблевые влагалища густо опушенные, бледно-жёлто-песочного цвета или красновато-коричневые без пятнистости. Псевдофиллы жесткие, направлены вверх и прижатые к стеблю; имеются ушки и ресницы. Рост начинается в начале или середине мая и заканчивается в июле. Используется для создания роц и массивов. Древесина прочная, гибкая, упругая, имеет широкое применение.

Листоколосник сернистый (*Phyllostachys sulphurea* A. et C. Riviere). Стебли высотой 6–15 м, диаметром 4–10 см, красивого золотисто-жёлтого цвета с неравномерно расположенными зелеными полосами на междоузлиях; узлы слабо выражены. Стеблевые влагалища гладкие, светло-соломенно-зеленоватые или жёлто-коричневые, с зелёными прожилками и коричневыми пятнами различной величины. Псевдофиллы зелёные, с розовой окантовкой, узкие, длинные. Ушки и реснички отсутствуют; язычок зелёно-жёлтый, дугообразный или усечённый. Рост начинается в середине мая, заканчивается в середине июля. Из-за красивых стеблей высоко ценится и используется в декоративном садоводстве при создании роц.

Листоколосник чёрный (*Phyllostachys nigra* (Lodd.) Munro). Вид, близкий к *Phyllostachys puberula* (Miq.) Makino и рядом авторов рассматривается как его разновидность или одна из форм. Стебли высотой 4–8 м, диаметром до 5 см, чёрной или черновато-бурой окраски,

которую растение приобретает только на второй год их существования. Молодые стебли покрыты беловатым налетом. Стеблевые влагалища менее густо опушенные, коричневые, иногда с зеленоватым оттенком, без пятен, сохраняются продолжительное время. Псевдофиллы длиной 2–6 см, зелёные или с пурпурным оттенком с обеих сторон; ушки развиты, с ресницами, язычок пурпурный, дугообразный или заострённый, с длинными щетинками. Рост начинается в первой декаде мая и заканчивается в первой половине июля. Благодаря необычной расцветке стеблей используется в декоративном садоводстве.

Библиографический список

1. Сабатин, Е. Ю. Интродукция бамбуков в Сочинской НИЛОС / Е. Ю. Сабатин // Труды Сочинской научно-исследовательской опытной станции субтропического лесного и лесопаркового хозяйства. – Сочи, 1971. – Вып. 8. – С. 97–104.
2. Солтани, Г. А. Восстановление бамбуков рода *Phyllostachys* Siebold & Zucc. после цветения / Г. А. Солтани, Е. Н. Скударнова // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия растений Кавказа: материалы Международной научной конференции, посвященной 185-летию Сухумского ботанического сада, 130-летию Сухумского субтропического дендропарка (Сухум, 6-10 октября 2025 г.). – Сухум, 2025. – С. 246–251.

РОЛЬ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ В СОХРАНЕНИИ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Тимурғалиева Л.А.

*Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола, Россия,
TimurgalievaLA@volgatech.net*

Аннотация. В статье рассмотрена роль Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета в сохранении редких и исчезающих видов флоры Республики Марий Эл. Рассмотрено сочетание подходов *ex situ* и *in situ* в восстановлении численности локальных популяций в природе. Обобщен многолетний опыт реинтродукции редких и исчезающих видов растений Республики Марий Эл, включая *Genista germanica* L., *Crepis praemorsa* (L.) Walther, *Hypericum hirsutum* L., *Salvia tesquicola* Klok. & Pobed. и др. Приведены сведения о создании искусственных популяций, их размещении и результатах последующего мониторинга. Установлено, какие виды демонстрируют наибольшую устойчивость. Сделан вывод, что ботанические сады выступают важным резервом генетического разнообразия и источником посадочного материала для реинтродукции. Особое внимание уделено целесообразности реинтродукции как одного из способов восстановления утраченных популяций. Подчеркивается, что успешность реинтродукции зависит от комплексного учёта экологических, генетических и организационных факторов.

Ключевые слова: ботанический сад-институт, редкие и исчезающие растения, реинтродукция, интродукция, мониторинг, Красная книга, Республика Марий Эл

ROLE OF THE BOTANICAL GARDEN INSTITUTE OF PGTU IN THE CONSERVATION OF RARE AND ENDANGERED PLANTS OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Timurgalieva L.A.

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia, TimurgalievaLA@volgatech.net

Abstract. The article examines the role of the Botanical Garden-Institute of the Volga State University of Technology in conserving rare and endangered flora species of the Republic of Mari El. It considers the combined use of *ex situ* and *in situ* approaches to restoring the abundance of local populations in the wild. The article summarizes long-term experience in the reintroduction of rare and endangered plant species of the Republic of Mari El, including *Genista germanica* L., *Crepis praemorsa* (L.) Walther, *Hypericum hirsutum* L., *Salvia tesquicola* Klok. & Pobed., and others. It presents information on the establishment of artificial populations, their placement, and the results of subsequent monitoring. The species showing the greatest resilience were identified. The study concludes that botanical gardens serve as an important reservoir of genetic diversity and a source of planting material for reintroduction. Special attention is given to the expediency of reintroduction as one of the ways to restore lost populations. It is emphasized that the success of reintroduction depends on the comprehensive consideration of ecological, genetic, and organizational factors.

Keywords: botanical garden-institute, rare plants, reintroduction, introduction, monitoring, Red Data Book, Republic of Mari El

Сохранение генофонда редких и исчезающих видов растений является одной из приоритетных задач современных ботанических садов. В условиях антропогенной трансформации ландшафтов, фрагментации местообитаний, изменения землепользования и усиления рекреационной нагрузки происходит сокращение численности многих популяций, а у некоторых видов — полное исчезновение из природных биотопов. Для регионов с высокой

мозаичностью флоры, к которым относится Республика Марий Эл (РМЭ), проблема сохранения редких видов особенно актуальна, поскольку многие из них характеризуются узкой экологической амплитудой, изолированными локалитетами и низкой природной численностью (Абрамов, 2000).

В этой связи ботанические сады выполняют ключевую функцию центров сохранения биоразнообразия *ex situ*, где создаются коллекции редких видов, формируются маточные растения, разрабатываются методы семенного и вегетативного размножения, а затем осуществляется реинтродукция в природные местообитания.

При планировании мероприятий по реинтродукции редких видов для нас было важно опираться на опыт ведущих научных школ России. Основной вклад в эту область внесли специалисты Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН, в частности Ю. Н. Горбунов, чьи работы определяют стратегические направления и международные стандарты деятельности ботанических садов в области сохранения редких видов. Важнейшая теоретическая база и практический инструментарий по ведению мониторинга популяций и разработке стратегий сохранения биоразнообразия сосредоточены в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН. О.Г. Баранова, доктор биологических наук, профессор, активно разрабатывает методическую основу для работ по изучению природной флоры регионов (Баранова, 2008) и входит в состав редколлегии Красной книги Республики Марий Эл. Это издание является официальным документом Правительства Республики Марий Эл о состоянии и об охране редких и исчезающих видов растений и грибов, выявленных на территории республики.

Реинтродукция рассматривается как возвращение вида в исторический или экологически соответствующий участок ареала после его исчезновения либо критического сокращения численности. Однако успешность данного подхода определяется не самим фактом высадки растений, а комплексом факторов: экологической приуроченностью местообитания, генетическими особенностями исходного материала, качеством посадочного материала, динамикой популяции и длительностью мониторинга после высадки в природу (Горбунов, 2008).

Цель настоящей работы — обобщить опыт Ботанического сада-института ПГТУ по сохранению редких и исчезающих растений Республики Марий Эл, показать результаты интродукции и реинтродукции ряда видов, а также выделить методические основы, обеспечивающие устойчивость создаваемых искусственных популяций.

Материалы и методы. Исследование основано на многолетних наблюдениях за коллекциями редких растений Ботанического сада-института ПГТУ и результатах полевых работ по переселению видов в природные и близкие к природным местообитания. В Красную Книгу Республики Марий Эл «Растения. Грибы» занесены 285 видов растений и грибов (3 вида водорослей, 54 вида мохообразных, 6 видов плаунов, 11 видов папоротников, 140 видов покрытосеменных растений, 53 вида лишайников, 18 видов грибов).

Объектами работы стали редкие и исчезающие виды, включенные в Красную книгу Республики Марий Эл, среди которых *Genista germanica* L., *Crepis praemorsa* (L.) Walther, *Hypericum hirsutum* L., *Salvia tesquicola* Klok. & Pobed., *Echinops ritro* subsp. *ruthenicus* (M.Bieb.), *Thymus pulegioides* L., *Phlomis tuberosa* (L.) Moench, *Potentilla recta* L., *Delphinium cuneatum* Stev. ex DC. и другие (Красная книга, 2023).

Работа включала несколько последовательных этапов.

На первом этапе осуществлялся сбор исходного материала или использование семян и растений из коллекционного фонда БСИ ПГТУ.

На втором этапе проводилось выращивание посадочного материала в условиях питомника с учетом фенологии и биологических особенностей вида.

На третьем этапе выполнялся подбор участка реинтродукции по критериям ценотического и эдафического соответствия, освещенности, увлажнения, наличия конкурентного давления и степени антропогенной нарушенности.

На четвертом этапе производилась высадка растений и последующее наблюдение за их приживаемостью, вегетативным развитием, цветением, плодоношением и возобновлением.

При описании и оценке состояния реинтродуцированных популяций использовались общепринятые принципы популяционно-ценотического анализа и методика постреинтродукционного мониторинга, включающая визуальный учет количества живых особей, доли успешно укоренившихся экземпляров, формирования генеративных побегов, наличия самосева и устойчивости популяции в последующие годы (Восстановление..., 2010).

Результаты. В период с 2011 по 2025 гг. в природные местообитания и сходные по условиям участки было возвращено 12 таксонов редких и исчезающих растений из Красной Книги Республики Марий Эл.

Первая из реализованных программ касалась *Acorus calamus* L., высаженного в 2011 г. в районе озера Светлое РМЭ. Несмотря на значительный объем посадочного материала, по данным мониторинга 2022 г. популяция исчезла, что было связано с неблагоприятным гидрологическим режимом и антропогенной нагрузкой.

В 2012–2013 гг. были осуществлены посадки *Laser trilobum* (L.) Borkh., *Serratula coronata* L. и *Salvia tesquicola*. Последний вид оказался одним из наиболее успешных объектов реинтродукции: в последующие годы были отмечены высокая сохранность высаженных растений, развитие генеративных побегов и устойчивое существование локальной ценопопуляции. Аналогично положительные результаты были получены для *Genista germanica* L., реинтродукция которого в окрестностях п. Старожильск РМЭ в 2020–2021 гг. привела к формированию устойчивой локальной популяции.

В 2016 г. были созданы две популяции *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC., а в 2017 г. проведена реинтродукция *Hypericum hirsutum* L.

В 2018 г. впервые была выполнена реинтродукция *Delphinium cuneatum* Steven ex DC., а в 2019 г. — *Crepis praemorsa* (L.) Tausch.

В 2024 г. продолжены работы с *Echinops ritro* subsp. *ruthenicus* (M.Bieb.) и *Thymus pulegioides* L., которые показали высокую степень приживаемости.

В 2025 г. реинтродукция была расширена за счет *Phlomis tuberosa* L., *Potentilla recta* L. и повторного переноса *Delphinium cuneatum* Steven ex DC. на новый участок.

Наиболее стабильные результаты на сегодняшний день демонстрируют *Salvia tesquicola* Klovov et Pobed, *Genista germanica* L., *Echinops ritro* subsp. *ruthenicus* (M.Bieb.) и *Thymus pulegioides* L. Для этих видов отмечены не только высокая сохранность высаженных экземпляров, но и признаки устойчивого воспроизводства. У *Genista germanica* L. наблюдалось сохранение ценопопуляции при введении дополнительной партии растений, что свидетельствует о способности вида адаптироваться к условиям локалитета.

Для *Echinops ritro* subsp. *ruthenicus* (M.Bieb.) и *Thymus pulegioides* L. характерны удовлетворительная приживаемость и стабильное развитие в пределах соответствующих местообитаний.

Опыт реинтродукции свидетельствует о том, что Ботанический сад-институт ПГТУ является важнейшим звеном региональной системы сохранения редких и исчезающих растений.

Реинтродукция, основанная на коллекционном фонде, научной оценке исходного материала и длительном постреинтродукционном контроле, позволяет не только поддерживать редкие виды в культуре, но и восстанавливать их природные популяции.

Но несмотря на то, что деятельность Ботанического сада-института ПГТУ внесла значимый вклад в сохранение флористического разнообразия Республики Марий Эл, с 2026 года реализация программ по реинтродукции приостанавливается в связи с дефицитом профильных квалифицированных кадров.

Данное решение обусловлено соблюдением принципа научной ответственности: процесс интеграции растений в природные популяции требует высокоточной экспертной оценки и мониторинга, так как некомпетентное вмешательство несет риски нарушения локальных экосистем и генетического загрязнения биоценозов. Считаем, что такое решение демонстрирует высокий уровень научной дисциплины учреждения, не допускающего работу ниже установленных стандартов качества. Вместе с тем дальнейшее развитие работ по интродукции и реинтродукции редких видов растений требует укрепления кадрового потенциала, расширения материально-технической базы и продолжения межведомственного взаимодействия, направленного на сохранение флоры Республики Марий Эл.

Источники финансирования. Деятельность проводилась за счет средств республиканского бюджета Республики Марий Эл в соответствии с государственной программой Республики Марий Эл «Охрана окружающей среды, воспроизводство и использование природных ресурсов на 2013–2030 годы», утвержденной постановлением Правительства Республики Марий Эл от 15 октября 2012 г. № 398.

Библиографический список

1. Абрамов Н.В. Флора Республики Марий Эл: инвентаризация, районирование, охрана и проблемы рационального использования ее ресурсов: Научное издание/ Мар. гос. ун-т. – Йошкар-Ола: 2000, Мар. гос. ун-т, – 164 с.
2. Восстановление и мониторинг природной флоры : сборник статей / отв. ред. Б. Р. Стриганова, А. А. Маслов. — Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2010. — 116 с.
3. Горбунов Ю.Н., Дзыбов Д. С. Кузьмин З.Е., Смирнов И. А. Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений (для ботанических садов) – Тула: Гриф и К, 2008. – 56 с.
4. Красная книга Республики Марий Эл. Растения. Грибы. - Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2023. – 352 с.
5. Учебно-методическое пособие по изучению редких растений в условиях реинтродукции (О.Г. Баранова, О.Н. Дедюхина, О.В. Яговкина. – Ижевск, 2008. – 53 с.)

ДЕНДРОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА АДЫГЕЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА: ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Толстикова Т. Н., Чернявская И. В., Бескровная А. Ю.,
Чувикова Т.В.

Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия, mekedaherb@inbox.ru

Аннотация. Основы дендрологической коллекции ботанического сада заложены 45 лет назад при формировании Дендрария на территории агробиостанции в 1981 г. Данная коллекция стала основой при организации Ботанического сада ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» в 2009 г. Периодическая инвентаризация дендроколлекции позволяет производить учет и комплексную оценку состояния древесно-кустарниковых пород, своевременно выявлять растения, пораженные болезнями и вредителями. Общая площадь, занимаемая Дендрарием и двумя участками естественной лесной растительности на территории Ботанического сада, более семи гектаров. В результате проведенных исследований определено современное состояние биоресурсной коллекции, заложены основы для проведения картирования, дальнейших работ по расширению Дендрария и изучению адаптационных особенностей интродуцентов.

Ключевые слова: дендрарий, ботанический сад, родовые комплексы, интродуценты, автохтонные виды

DENDROLOGICAL COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE ADYGHE STATE UNIVERSITY: INVENTORIZAZION, TAXONOMIK ANALYSIS

Tolstikova T. N., Chernyavskaya I. V., Beskrovnaya A. Yu., Chuvikova T.V.

Adyghe State University, Maykop, Russia, mekedaherb@inbox.ru

Abstract: The foundations of the botanical garden's dendrological collection were laid 45 years ago when the Arboretum was established on the territory of the agrobiological station in 1981. This collection became the basis for the establishment of the Botanical Garden of the Adyghe State University in 2009. Periodic inventory of the dendrological collection allows for the accounting and comprehensive assessment of the condition of woody and shrubby species, as well as the timely identification of plants affected by diseases and pests. The total area occupied by the Arboretum and two areas of natural forest vegetation on the territory of the Botanical Garden is more than seven hectares. As a result of the conducted research, the current state of the bioresources collection was determined, and the foundations were laid for conducting mapping, further work on expanding the Arboretum, and studying the adaptive features of the introduced species.

Keywords: arboretum, botanical garden, generic complexes, introduced species, and native species

Дендроколлекция, заложенная 45 лет назад при формировании Дендрария на территории агробиостанции в 1981 г., стала основой при организации Ботанического сада ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» (далее БС АГУ) в 2009 г. В настоящее время Дендрарий занимает площадь свыше пяти гектаров, в его структуре 4 географических сектора: Североамериканский, Восточноазиатский, Кавказско-Европейский, Средиземноморский и 11 родовых комплексов. Кроме того, на территории ботанического сада сохранены естественные природные сообщества (пойменный лес и дубрава на второй надпойменной террасе реки Курджипс), занимающие площадь более двух гектаров. Этапы развития Дендрария, принципы комплектования коллекций, результаты интродукционных исследований ранее подробно изложены в коллективной монографии (Ботанический сад..., 2020) и других публикациях (Развитие ботанического сада..., 2018; Аннотированный список..., 2022).

В дендрокolleкции представлены растения 488 наименований, из них 168 представителей отдела Pinophyta пяти семейств и 320 представителей отдела Magnoliophyta из 48 семейств (66% коллекции), в том числе 129 деревьев и 191 кустарников. По числу таксонов и культиваров наиболее многочисленны 12 семейств, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Состав наиболее крупных семейств в дендрокolleкции БС АГУ

Семейство	Род	Вид	Подвид	Разновидность	Форма	Культивар	Гибрид
Cupressaceae	6	24			1	124	
Rosaceae	24	65			1	28	
Pinaceae	6	20		1		6	
Oleaceae	5	12				14	
Sapindaceae	1	22	2			4	1
Fabaceae	11	14					
Caprifoliaceae	4	14		1		4	
Magnoliaceae	2	14	1			4	
Fagaceae	3	10	1		1		
Berberidaceae	2	4				8	
Celastraceae	2	4				7	
Viburnaceae	1	10				2	

В географических секторах представлены интродуценты из Северной Америки, Восточной Азии, Кавказа, Европы, Средиземноморья (Рис. 1). Кроме того, в составе родовых комплексов шесть видов – представители ирано-туранской флористической области.

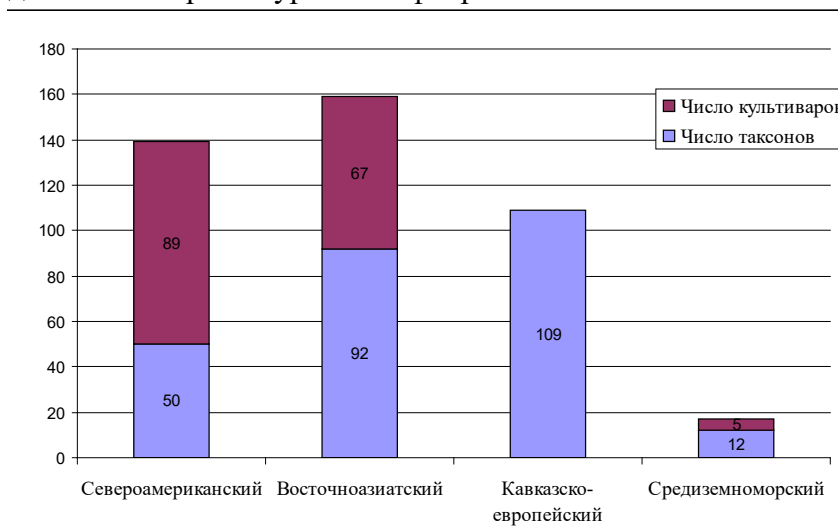


Рисунок 1. Число таксонов и культиваров в составе географических секторов Дендрария

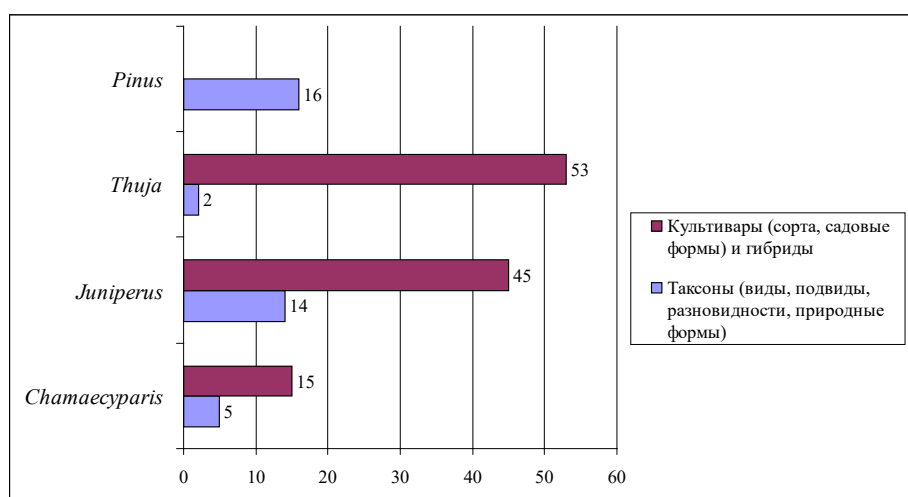
Наибольшее число интродуцентов – выходцы из восточноазиатской флористической области – 159 таксонов и культиваров, однако североамериканская флора представлена в дендрокolleкции БС АГУ большим числом экземпляров (Табл. 2).

Таблица 2. Количество экземпляров отдельных таксонов и культиваров в восточноазиатском и североамериканском секторах Дендрария

Интродуценты	Естественный ареал	Количество культиваров в БС АГУ	Общее количество экземпляров в БС АГУ
<i>Acer saccharinum</i> L.	Сев. Америка	-	12
<i>Cersis canadensis</i> L.	Сев. Америка	-	17
<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	Сев. Америка	4	22
<i>Juniperus horizontalis</i> Moench.	Сев. Америка	9	14
<i>Thuja occidentalis</i> L.	Сев. Америка	47	68
<i>Thuja plicata</i> Lamb.	Сев. Америка	6	18
<i>Spiraea japonica</i> L.	Япония, Китай	14	32
<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Sieb. et Zucc.) Endl.	Япония	5	12
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Западный Китай	1	35
<i>Juniperus chinensis</i> L.	Китай, Маньчжурия, Корея	11	16

Последние 17 лет, т.е. с момента организации ботанического сада, при размещении растений в коллекциях преимущественно используется метод родовых комплексов, позволяющий произвести отбор наиболее перспективных, адаптированных к условиям предгорий Северо-Западного Кавказа интродуцентов, полноценно изучить родовой комплекс. В данный момент таких комплексов в ботаническом саду 11: *Acer*, *Malus*, *Quercus*, *Spiraea*, *Magnolia*, *Syringa*, *Viburnum*, *Juniperus*, *Thuja*, *Chamaecyparis*, *Pinus*.

Отдел Pinophyta представлен четырьмя родовыми комплексами (рис. 2).

**Рисунок 2.** Численный состав родовых комплексов отдела Pinophyta в БС АГУ

Род *Pinus* в БС включает растения 16 природных видов. В остальных родовых комплексах преобладают культивары, причем два вида рода *Thuja* имеют в коллекции наибольшее число садовых форм и сортов по сравнению с другими (Рис. 2).

Из 320 представителей отдела Magnoliophyta 146 (45,6 % от общего числа Цветковых) входят в состав семи родовых комплексов: *Acer*, *Malus*, *Quercus*, *Spiraea*, *Magnolia*, *Syringa*, *Viburnum*. В родовых комплексах, сложенных деревьями, преобладают представители природных видов (Рис. 3).

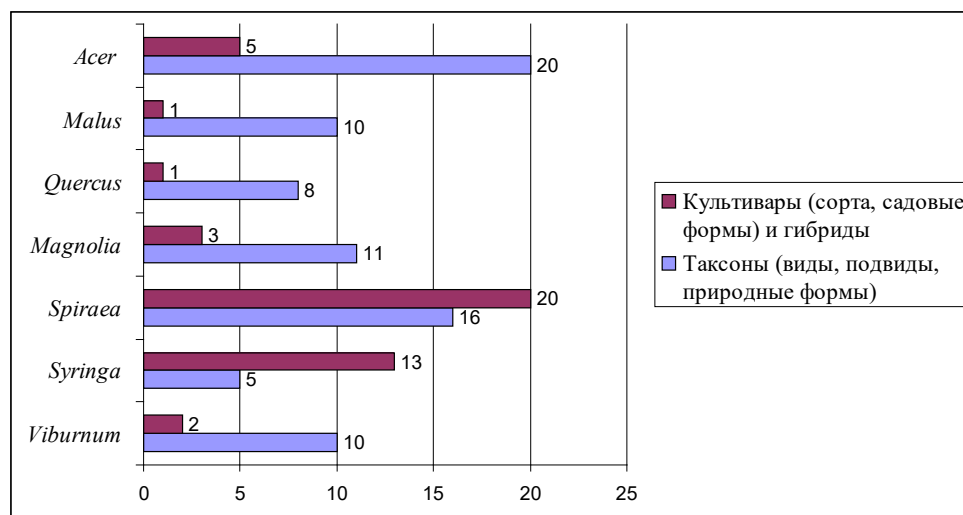


Рисунок 3. Численный состав родовых комплексов отдела Magnoliophyta

Иная картина наблюдается в родовых комплексах кустарников, где на 31 вид приходится 35 культиваров (Рис. 3). С учетом новых формирующихся комплексов (*Berberis* – 3 таксона, 8 культиваров и *Euonymus* – 3 таксона, 7 культиваров), число культиваров среди кустарников значительно увеличится.

Поскольку дендрокolleкция сравнительно молодая, возраст интродуцентов не превышает 50 лет. Более зрелые деревья входят в состав двух лесных участков на территории Ботанического сада: пойменный лес (*Populus tremula* L., *Populus nigra* L., *Populus alba* L.) и дубрава на второй надпойменной террасе, с доминированием *Quercus hartwissiana* Steven, *Quercus robur* L. Содоминанты: *Acer campestre* L., *Carpinus betulus* L., *Fagus orientalis* Lipsky. Возраст дубов более 90–100 лет. Общее число древесных в составе природных сообществ – 37 видов и один подвид.

Научные исследования в коллекциях Ботанического сада направлены на изучение адаптационных особенностей интродуцентов, изучение и сохранение фиторазнообразия, в том числе сохранения генофонда редких видов. В коллекции Ботанического сада 84 вида редких растений, из них в составе Дендрария 27 видов, включенных в Красные книги различных региональных уровней, в том числе в Международную Красную книгу: *Ginkgo biloba* L., *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng; в Красную книгу Республики Адыгея: *Berberis vulgaris* L., *Buxus colchica* L., *Castanea sativa* Mill., *Corylus colurna* L., *Juniperus sabina*, *Ilex colchica* L., *Ostrya carpinifolia*, *Pyracantha coccinea* M. Roem., *Staphylea pinnata* L., *Staphylea colchica* L., *Taxus baccata* L. (Красная книга..., 2023).

Сотрудники Ботанического сада проводят инвентаризацию, анализ состояния, оценку перспективности и декоративности древесных насаждений на урбанизированных территориях Республики Адыгея (Толстикова, 2012, 2022, 2024, 2025). В результате проведенных исследований в озеленении Майкопа выявлено 18 видов, один подвид, одна разновидность, два гибрида и 14 садовых форм рода *Acer* (Толстикова, 2024). В зеленых зонах населенных пунктов, в коллекции БС АГУ и в частных питомниках на территории Республики Адыгея выявлено произрастание 12 видов, 2 подвидов, 46 форм и гибридов рода *Magnolia* (Толстикова, 2022).

В феврале 2015 года коллекция гербария кафедры ботаники была передана Ботаническому саду АГУ для обеспечения сохранности. В 2017 г. Научному Гербарному фонду (МАУ)

присвоено имя проф. М.Д. Алтухова. Составлен электронный каталог, проведена инсерация, обработка и оцифровка 20800 г.л., из них 2108 образцов 350 таксонов и культиваров древесных растений (Толстикова, 2017). При подготовке мероприятий, посвященных 100-летию проф. М.Д. Алтухова (1925–1992 гг.) создана именная коллекция, отобраны и оцифрованы сборы Михаила Даниловича, хранящиеся в Научном Гербарном фонде (МАУ) и Гербарном фонде Кавказского государственного природного биосферного заповедника им. Х.Г. Шапошникова (CSR).

Дендрарий Ботанического сада АГУ – база учебных практик, научных исследований студентов и магистрантов факультета естествознания по темам курсовых, квалификационных и магистерских работ. Проведенная инвентаризация дендрофлоры БС АГУ позволила выявить современное состояние биоресурсной коллекции, заложить основы для проведения картирования, дальнейших работ по расширению Дендрария и изучению адаптационных особенностей интродуцентов.

Библиографический список

1. Аннотированный список растений ботанического сада Адыгейского государственного университета / Под ред. Толстиковой Т.Н., Бескровной А.Ю., Чувиковой Т.В. – Майкоп: АГУ, 2022. – 194 с.
2. Ботанический сад: принципы комплектования коллекций, результаты интродукционных исследований / Коллективная монография под ред. Т.Н. Толстиковой, И.В. Чернявской, С.И. Читао. – Майкоп: АГУ, 2020. – 180 с.
3. Красная книга Республики Адыгея: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов : в 2 ч. Ч. 1. Растения и грибы / отв. ред. Э. А. Сиротюк (Куваева); науч. ред. А. Е. Шадже (Хачегогу). – 3-е изд. – Воронеж : ООО «Славянская», 2023. – 392 с.
4. Развитие ботанического сада как инновационной учебно-исследовательской базы Адыгейского государственного университета. Материалы проектно-исследовательской деятельности студентов, магистрантов и аспирантов факультета естествознания / отв. ред., А.В. Шаханова. Майкоп: АГУ, 2018. – 103 с.
5. Толстикова Т.Н. Древесные растения Майкопа. / Т.Н. Толстикова. – Майкоп: Изд-во Буренков, 2012. – 242 с.
6. Толстикова Т.Н. Древесные интродуценты в гербарии Адыгейского государственного университета каталог гербария МАУ (II часть) / Т.Н. Толстикова, А.Ю. Бескровная, И.В. Чернявская, Е.М. Еднич // Вестник АГУ. – Майкоп, 2017. – №2(201). – С.67–77.
7. Толстикова Т.Н. Представители рода *Magnolia* в Адыгее. / Т.Н. Толстикова, А.Ю. Бескровная, Т.В. Чувикова. Майкоп: АГУ, 2022. – 146 с.
8. Толстикова Т.Н. Представители рода *Acer* в озеленении Майкопа. / Т.Н. Толстикова, А.Ю. Бескровная, Т.В. Чувикова, И.В. Чернявская, Е.М. Еднич. – Майкоп, 2024. – 71 с.
9. Толстикова Т.Н. Представители *Cupressaceae* в ботаническом саду АГУ и в озеленении Майкопа: инвентаризация, анализ состояния, оценка перспективности и декоративности / Т.Н. Толстикова, А.Ю. Бескровная, И.В. Чернявская, Т.В. Чувикова. // I междисциплинарная международная конференция «Экологические и социальные аспекты управления ландшафтами»: сборник статей. – Майкоп: АГУ, 2025. – С.138–148.

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ЛИСТЬЯХ ДВУХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ВИДОВ РОДА *CHAENOMELES* LINDL. (*C. JAPONICA* И *C. CATHAYENSIS*)

Утьянов Д.А.^{1,2*}, Мотылева С.М.¹, Комар-Темная Л.Д.^{1,3},
Молканова О.И.¹, Митрофанова И.В.¹

¹ Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина Российской академии наук, Москва, Россия

² Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова, Москва, Россия

³ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
Ялта, Республика Крым, Россия

* Корреспондирующий автор d.utyantov@fnps.ru

Аннотация. В ходе выполнения работы были проведены исследования листовой ткани хеномелеса. В результате было установлено, что листья данного рода могут быть хорошим источником широкого спектра органических кислот, среди которых лимонная, яблочная, янтарная и аскорбиновая, или их солей. Проведенные исследования показали значимые различия в содержании практически всех исследованных аналитов в листьях в зависимости от вида растения, региона его произрастания и возраста листьев. Высокое содержание органических кислот, подтвержденное настоящим исследованием, говорит о перспективности использования рода *Chaenomeles* Lindl. в качестве натурального источника лимонной, аскорбиновой, янтарной и яблочной кислот, которые сегодня широко применяются в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности.

Ключевые слова: *Chaenomeles japonica*, *C. cathayensis*, органические кислоты

ORGANIC ACIDS CONTENT IN THE LEAVES OF TWO BIOLOGICAL SPECIES OF THE GENUS *CHAENOMELES* LINDL. (*C. JAPONICA* AND *C. CATHAYENSIS*)

Utyantov D.A.^{1,2*}, Motyleva S.M.¹, Komar-Temnaya L.D.^{1,3}, Molkanova O.I.¹,
Mitrofanova I.V.¹

¹ N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² V.M. Gorbato Federal Research Center for Food Systems, Moscow, Russia

³ Nikitsky Botanical Garden – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta,
Republic of Crimea, Russia

* Corresponding author d.utyantov@fnps.ru

Abstract. During the study, leaf tissue from *Chaenomeles* Lindl. was analyzed. The results revealed that the leaves of this genus can be a good source of a wide range of organic acids, including citric, malic, succinic, and ascorbic acids, as well as their salts. The studies revealed significant differences in the content of virtually all the analytes studied in the leaves depending on the plant species, growing region, and leaf age. The high organic acid content confirmed by this study suggests that the genus *Chaenomeles* holds promise as a natural source of citric, ascorbic, succinic, and malic acids, which are now widely used in various fields (food, pharmaceutical, and cosmetics).

Keywords: *Chaenomeles japonica*, *C. cathayensis*, organic acids

Введение. Тренд на получение натуральных компонентов для их использования в разных областях деятельности человека набирает обороты с каждым годом. Широкое применение в пищевой и косметической сферах нашли биологически активные вещества (БАВ), среди которых, в частности, органические кислоты благодаря их антиоксидантным свойствам. Получение многих органических кислот путем химического синтеза сегодня уже не является дорогим производством, однако многие люди готовы переплачивать за «натуральность» компонентов в составе приобретаемой ими продукции. В связи с этим важным является поиск

природных источников БАВ. Давно известно, что продукция растительного происхождения богата широким спектром БАВ. В зависимости от рода, вида и сорта растения накопление БАВ по-разному происходит в разных его частях, поэтому поиск целевых растительных объектов, где каждая часть (плоды, листья, стебли и т.п.) будет богата теми или иными БАВ особенно актуален. *Chaenomeles* Lindl. можно назвать родом, который на сегодняшний день изучен уже довольно хорошо. Все исследовательские работы, посвященные этому роду, раз за разом доказывают его богатый состав БАВ. Несмотря на наработанные различными учеными глубокие познания в этом направлении, многие вопросы, особенно касательно биохимического состава, по этому роду изучены достаточно слабо или не изучены вовсе. Большим количеством работ показано богатое содержание витаминов и органических кислот в плодах хеномелеса. Имеется информация о высокой антиоксидантной активности экстрактов его листьев из-за высокого содержания в них флавоноидов и терпенов (Раева-Богословская, 2025). Однако в настоящее время слабо изучены вопросы содержания органических кислот в листьях и побегах хеномелеса.

В связи с этим целью настоящей работы было изучение содержания лимонной, яблочной, янтарной, уксусной и аскорбиновой (витамин С) кислот в образцах листьев *Chaenomeles* двух видов: *C. japonica* и *C. cathayensis*, собранных в разное время и в разных регионах произрастания.

Материалы и методы. Для исследований были отобраны листья:

- образец листьев *C. japonica*. Дата сбора: 01.07.2025, место сбора: ГБС РАН, Москва. Шифр образца M07.
- образец листьев *C. japonica*. Дата сбора 01.07.2025, место сбора: Никитский ботанический сад, Республика Крым. Шифр образца K07.
- образец листьев *C. cathayensis*. Дата сбора 14.08.2025, место сбора: ГБС РАН, Москва. Шифр образца c08.
- образец листьев *C. japonica*. Дата сбора 14.08.2025, место сбора: ГБС РАН, Москва. Шифр образца j08.

После сбора образцы листьев помещались в герметичные пакеты и вакуумировались. По поступлению образцов в лабораторию, листья измельчались на лабораторном гомогенизаторе Buchi B-400 (Buchi, Швейцария) и сразу использовались для анализа. Оставшиеся после отбора навесок измельченные образцы листьев помещались в герметичные пакеты и хранились в морозильной камере при температуре не выше -25°C .

Для подготовки проб для определения органических кислот на лабораторных весах в центрифужной пробирке объемом 50 мл взвешивали $10,0 \pm 0,5$ г измельченного образца. В пробирку приливали 10–15 мл дистиллированной воды, полученной на системе очистки воды Milli-Q 8 (Millipore, Франция) и 4 мл ацетонитрила. Пробирку плотно закрывали крышкой и встряхивали на лабораторном вортексе (IKA, Германия) в течение 2 минут. После встряхивания доводили объем в пробирке дистиллированной водой до 40 мл и повторно встряхивали на лабораторном вортексе. Далее пробирку центрифугировали при 4000 об/мин в течение 5 минут на центрифуге NF 400 (Nuve, Турция). Супернатант переносили в хроматографическую вialsу через шприцевой фильтр PTFE с диаметром пор 0,45 мкм.

Хроматографическое определение органических кислот проводили в ультрафиолетовом спектре на жидкостном хроматографе Dionex Ultimate 3000 (Thermo Fisher Scientific, Германия). Для хроматографического разделения использовали колонку Mixed Mode (Thermo Fisher Scientific, Германия). Элюирование проводили в изократических условиях в течение 25 минут. Элюент – фосфатный буфер pH 6.0. Скорость потока 0,5 мл/мин. Температура термостата колонки 30°C . Длина волны для детектирования 210 нм.

Для подготовки пробы для определения аскорбиновой кислоты в центрифужной пробирке объемом 50 мл взвешивали $10,0 \pm 0,5$ г измельченного образца и доводили объем до 40 мл 3 % раствором трихлоруксусной кислоты в воде. Пробирку плотно закрывали крышкой и

встряхивали на лабораторном вортексе (ИКА, Германия) в течение 2 минут. Далее пробирку центрифугировали при 4000 об/мин в течение 5 минут на центрифуге NF 400 (Nuve, Турция). Супернатант переносили в хроматографическую виалу через шприцевой фильтр PTFE с диаметром пор 0,45 мкм.

Хроматографическое определение аскорбиновой кислоты проводили в ультрафиолетовом спектре на жидкостном хроматографе Dionex Ultimate 3000 (Thermo Fisher Scientific, Германия). Для хроматографического разделения использовали колонку Acclaim Polar Advantage II (Thermo Fisher Scientific, Германия). Элюирование проводили с использованием фосфатного буфера с pH 3,4 и дистиллированной воды в соотношении 9:1 в течение 20 минут. Скорость потока 1 мл/мин. Температура термостата колонки 30 °С. Длина волны для детектирования 245 нм.

Для исследований были использованы стандартные образцы:

Аскорбиновая кислота (Витамин С) Aladdin, Китай, Лимонная кислота, Sigma Aldrich, Германия; Яблочная кислота, Sigma Aldrich, Германия; Янтарная кислота, Sigma Aldrich, Германия; Уксусная кислота, Sigma Aldrich, Германия.

Исследования проводили в трех параллельных измерениях. Результаты представлены в виде «среднее значение $\pm$ стандартное отклонение». Статистическую достоверность рассчитывали с применением дисперсионного анализа (ANOVA) с применением критерия Тьюки. Вероятность 0,05 была выбрана в качестве значимого уровня. Результаты определения содержания органических кислот в образцах приведены в таблице.

Результаты

Таблица. Содержание органических кислот в образцах листьев *Chaenomeles*, мг/100 г

Показатель / образец	M07	K07	c08	j08
Лимонная кислота	35,1 ^{b,c,d} $\pm$ 2,2	42,9 ^{a,c,d} $\pm$ 1,6	28,7 ^{a,b,d} $\pm$ 0,9	53,5 ^{a,b,c} $\pm$ 1,8
Яблочная кислота	120,2 ^{b,c,d} $\pm$ 1,2	151,9 ^{a,c,d} $\pm$ 4,6	3,7 ^{a,b,d} $\pm$ 2,1	195,8 ^{a,b,c} $\pm$ 8,5
Янтарная кислота	80,9 ^{c,d} $\pm$ 9,5	76,0 ^{c,d} $\pm$ 0,8	475,9 ^{a,b,d} $\pm$ 12,6	44,1 ^{a,b,c} $\pm$ 2,6
Уксусная кислота	48,6 ^{b,c,d} $\pm$ 3,5	58,6 ^{a,c,d} $\pm$ 3,8	21,8 ^{a,b,d} $\pm$ 1,3	69,9 ^{a,b,c} $\pm$ 4,8
Аскорбиновая кислота	15,7 ^{b,d} $\pm$ 0,7	10,3 ^{a,c,d} $\pm$ 0,8	8,8 ^{b,d} $\pm$ 2,0	24,5 ^{a,b,c} $\pm$ 2,1

Буквы «a, b, c, d» показывают достоверную разницу в результатах для образцов M07, K07, c08, j08 соответственно.

Разница между максимальным и минимальным содержанием лимонной кислоты составило около 25 мг/100 г. В обзорах и аналитических работах сообщается, что основной органической кислотой в плодах хеномелеса чаще является яблочная и/или янтарная кислота в зависимости от сорта, а лимонная либо присутствует в небольших количествах, либо не всегда присутствует в концентрациях, достаточных для определения (Ros, 2004). Но листовой метаболизм отличается от плодового: листья более активно участвуют в фотосинтезе и удерживают метаболиты, связанные с азотным и углеродным обменом, поэтому листовой профиль органических кислот может отличаться от плодового. Проведенные исследования показали, что вид *C. japonica* содержит в значительной степени большее количество лимонной кислоты по сравнению с *C. cathayensis*. Различия в содержании лимонной кислоты статистически значимы для всех образцов, на основании этого можно сделать предположение, что накопление лимонной кислоты в листьях хеномелеса зависит не только от вида, но и от места произрастания растения и даже от периода жизни листьев. Как было отмечено ранее, плоды хеномелеса богаты яблочной и янтарной кислотами. А лимонная кислота не является характерной для плодов. Поэтому полученные результаты можно считать интересной особенностью тканевого распределения органических кислот (Hellin, 2003).

Яблочная кислота в исследованных образцах обнаружена в довольно широком диапазоне. Наименьшее ее содержание в образце c08 (33,7 мг/100 г), а наибольшее в j08 (195,8 мг/100 г).

Как и с лимонной кислотой прослеживаются четкие отличия в накоплении этой кислоты в листьях хеномелеса в зависимости от его вида. *C. cathayensis* в значительной степени уступает *C. japonica*. Накопление яблочной кислоты в листьях полностью повторяет картину накопления лимонной кислоты в них – наименьшие значения отмечаются в листьях вида *C. cathayensis*, собранных в Москве в августе (образец с08), содержание лимонной и яблочной кислот в них составило 28,7 и 33,7 мг/100 г соответственно. Различия в содержании этих кислот в листьях одного вида, собранных в один временной интервал, но разного географического происхождения говорит о том, что накопление этих кислот сильно зависит от погодных условий – 35,1 мг/100 г и 120,2 мг/100 г в образце M07 против 42,9 мг/100 г против 151,9 мг/100 г в образце K07 лимонной и яблочной кислот соответственно. А результаты образца j08 свидетельствуют о том, что накопление яблочной кислоты, как и лимонной, в листьях сильно зависит от возраста листа.

Полученные результаты по содержанию янтарной кислоты демонстрируют крайне выраженное отличие у *C. cathayensis*: 475,88 мг/100 г, тогда как у остальных образцов значения в диапазоне ≈ 41 –81 мг/100 г. Это самое заметное отличие по всем исследованным показателям. Разница в содержании янтарной кислоты в образцах M07 и K07 статистически незначима, на основании чего можно сделать предположение, что ее накопление не в сильной степени зависит от региона произрастания. Но оно сильно зависит от периода жизни листа – в отличие от яблочной и лимонной кислот, содержание янтарной кислоты со временем в листьях снижается, об этом свидетельствует наименьшее содержание этой кислоты в образце j08.

В исследованных образцах уксусная кислота обнаружена в следующем порядке – от большего к меньшему: j08 > K07 > M07 > с08. Разброс между максимальным и минимальным значениями составил около 48 мг/100 г, но сильно отличается содержанием уксусной кислоты только *C. cathayensis*.

Уксусная кислота в растительных тканях может быть как метаболитом, так и продуктом микробной ферментации. Исследования, посвященные плодам хеномелеса, не отмечают наличие в них уксусной кислоты, либо обнаруживают в крайне низких концентрациях, что касается листьев, то авторы (Turkiewicz, 2023) обнаруживали уксусную кислоту в листьях, причем количества коррелируют с полученными результатами настоящей работы. Результаты по содержанию уксусной кислоты показывают, что накопление в листьях уксусной кислоты, как и лимонной и яблочной кислот, зависит и от вида растения, и от места его произрастания, и от периода жизни листа (Marat, 2022). Важно отметить, что уксусная кислота является метаболическим субстратом для микробов, поэтому ее повышенное содержание может способствовать микробной активности при неправильном хранении экстрактов из листьев.

Плоды хеномелеса содержат высокие количества аскорбиновой кислоты, ее количества измеряются сотнями мг/100 г в свежих плодах (Bieniasz, 2017). Проведенные нами исследования показали, что количество аскорбиновой кислоты в листьях несопоставимо мало по сравнению с его содержанием в плодах и соках из них. Тем не менее содержание аскорбиновой кислоты в листьях довольно велико и в 100 г листьев составляет от 15 до 45 % от суточной потребности для человека. Как видно из результатов, разница в содержании аскорбиновой кислоты между образцами M07 и с08 не отмечается как статистически значимая, но важно понимать, что разница между сбором листьев составляет полтора месяца, а сравнивая образцы M07 и j08, справедливо предположить, что накопление аскорбиновой кислоты у *C. japonica* происходит интенсивнее, чем у *C. cathayensis*. Результаты образца K07 показывают, что накопление аскорбиновой кислоты, как и любой другой из исследованных в рамках настоящей работы, зависит от региона произрастания.

Заключение. Полученные результаты показали значительные различия в содержании органических кислот в образцах листьев *Chaenomeles*. Из полученных результатов справедливо сделать вывод, что накопление той или иной органической кислоты в листьях зачастую зависит от разных факторов, среди которых это и вид растения, место его произрастания, и возраст

листьев. Лимонная кислота присутствовала во всех образцах, однако наибольшее её содержание выявлено в образцах *C. japonica*, тогда как *C. cathayensis* характеризовался минимальными значениями. Яблочная кислота продемонстрировала значительный диапазон концентраций, что свидетельствует о метаболических различиях между образцами, обусловленных генотипом или экологическими факторами. Наиболее заметной особенностью стало высокое содержание янтарной кислоты в листьях *C. cathayensis*, превышающее концентрации других образцов почти на порядок. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях отмечено на довольно высоком уровне, что подтверждает высокую антиоксидантную активность листовой ткани *Chaenomeles*. Это открывает перспективы применения листьев в составе функциональных продуктов и экстрактов природного происхождения.

Источники финансирования. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 25-16-00145.

Библиографический список

1. Bieniasz M. The effect of storage and processing on vitamin C content in Japanese quince fruit / Bieniasz M., Dziedzic E., Kaczmarczyk E. // *Folia Horticulturae*. – 2017. – 29(1). – P. 83–93
2. Hellin P. Characteristics and Composition of Chaenomeles Fruit Juice / Hellin P. et al. // *Agricultural and Food Sciences*. – 2003. – P. 127–140
3. Marat N. Chaenomeles Species – Characteristics of Plant, Fruit and Processed Products: A Review / Marat N., Danowska-Oziewicz M., Narwojsz A. // *Plants (Basel)*. – 2022. – 11(22). – 3036.
4. Ros J.M. Characterization of juice in fruits of different Chaenomeles species / Ros J.M. et al. // *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* – 2004. – 37. – P. 301–307
5. Turkiewicz I. P. Investigating in vitro anticholinergic potential (anti-AChE and anti-BuChE) of Chaenomeles leaves extracts and its phytochemicals including chlorophylls, carotenoids and minerals / Turkiewicz I. P. et al. // *Scientific Reports*. – 2024. – 14. – 23132.
6. Раева-Богословская Е.Н. Хеномелес: перспективный функциональный продукт для пищевой и фармацевтической промышленности / Раева-Богословская Е.Н. и др. // *Пищевые системы*. – 2025. – 8(4). – С. 533–540. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-4-533-540>

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКСПЛАНТОВ ГОЛУБИКИ УЗКОЛИСТНОЙ

Филиппова А.Р.¹, Ленточкин А.М.², Леконцева Т.Г.^{1,2}

¹УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск, Россия, Albinafil@udman.ru

²ФГБОУ ВО УдГАУ, г. Ижевск, Россия

Аннотация. Изучено влияние концентрации стимуляторов роста на жизнеспособность эксплантов голубики узколистной на этапе введения в культуру *in vitro*. Выявлено, что на этапе введения в культуру *in vitro* все изучаемые комбинации концентраций стимуляторов роста обеспечивают успешное культивирование.

Ключевые слова: голубика узколистная, *in vitro*, клональное микроразмножение, эксплант, питательная среда Андерсона, цитокинин 2-изопентиладенин (2-ip), ауксин индолилуксусная кислота (ИУК)

THE EFFECT OF GROWTH STIMULATORS ON THE VIABILITY OF EXPLANTS OF NARROW-LEAVED BLUEBERRY

Filippova A.R.¹, Lentochnik A.M.², Lekontseva T.G.^{1,2}

¹UdmFIC Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russian Federation, Albinafil@udman.ru

²FGBOU IN UdGAU, Izhevsk, Russian Federation

Annotation. The effect of the concentration of growth stimulants on the viability of explants of narrow-leaved blueberry at the stage of introduction into culture *in vitro* has been studied. It was revealed that at the stage of *in vitro* culture introduction, all studied combinations of growth stimulant concentrations ensure successful cultivation.

Keywords: Narrow-leaved blueberry, *in vitro*, clonal micropropagation, explant, Anderson nutrient medium, cytokinin 2-isopentyladenine (2-ip), auxin indolylacetic acid (IAA)

Актуальность. Спрос на здоровое питание и культивирование ценных ягодных культур находятся в тесной взаимосвязи. Ягоды служат важнейшим источником биологически активных веществ, необходимых для поддержания здоровья человека, а популяризация здорового образа жизни, в свою очередь, стимулирует потребительский интерес к ягодной продукции и способствует развитию её производства (Пинчукова, 2012).

Голубика (*Vaccinium* spp.) является перспективной ягодной культурой, популярность которой обусловлена богатым витаминно-минеральным составом плодов. Основным сдерживающим фактором расширения её промышленного производства остаётся дефицит качественного посадочного материала. Высокая рентабельность голубики, несмотря на трудности размножения, определяет необходимость внедрения методов клонального микроразмножения, позволяющих решить проблему обеспеченности посадочным материалом, ускорить сортообновление и расширить площади насаждений в России.

Клональное микроразмножение *in vitro* представляет собой эффективный инструмент промышленного производства оздоровлённого посадочного материала ягодных культур. Однако его успешное применение требует тщательной оптимизации технологий с учётом видовых и сортовых особенностей растений (Нечаева, 2021).

Из-за недостаточного объёма исследований по голубике узколистной требуется комплекс экспериментальных работ, направленных на изучение влияния питательных сред, росторегулирующих веществ и других препаратов на рост и развитие растений в условиях *in vitro* (Макаров, 2021).

Голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) является представителем рода *Vaccinium* L. семейства Вересковые (Ericaceae), относящаяся к группе низкорослых североамериканских гроздеплодных голубик (Орлова, 2024).

Признана наиболее перспективной для возделывания в условиях Среднего Предуралья благодаря высокой зимостойкости, неприхотливости и стабильной урожайности, что делает эту культуру привлекательной альтернативой голубике высокорослой, особенно в регионах с суровыми зимними условиями (Зорин, 2022).

Сорта, использованные в настоящем исследовании, характеризуются крупноплодностью: средняя масса ягод составляет 2,5–2,7 г, что превышает показатели, типичные для данного вида (0,5–0,9 г) (Макеева, 2023).

Материалы и методика. Для условий Среднего Предуралья наиболее перспективной для промышленного и любительского возделывания признана голубика узколистная (*Vaccinium angustifolium* Ait.) (Зорин, 2022). Объектами настоящего исследования служили сорта данной культуры российской селекции ('Лакомка', 'Нерль', 'Нея', 'Поморочка'), включённые в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, и белорусской селекции ('Половчанка', 'Мотего', 'Янка'), включённые в Государственный реестр сортов Республики Беларусь. Исходные образцы предоставлены В.А. Макеевым (ВНИИЛМ) и Л.В. Вихаревой (ООО «Кремь»). Лабораторные исследования проведены в Отделе интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН.

В исследовании применяли общепринятые приёмы работы с культурой тканей и органов растений (Бутенко, 1999). Стерилизацию проводили с учётом необходимости достижения гибели патогенной микрофлоры при сохранении жизнеспособности эксплантов. На этапе введения в культуру *in vitro* для стерилизации растительного материала, предназначенного для вычленения эксплантов, проводили обработку в растворе хозяйственного мыла и фундазола. В лабораторных условиях осуществляли выгонку зелёных побегов. Перед введением эксплантов в культуру *in vitro* исходные фрагменты растений проходили предварительную стерилизацию, включающую: промывку под проточной водой; стерилизацию в 33% растворе перекиси водорода в течение 5 минут; промывку в четырёх порциях стерильной дистиллированной воды, при этом в последнюю порцию воды добавляли гентомицин в концентрации 200 мкл на 100 мл воды на 2 минуты. В качестве эксплантов использовали апикальные части зелёных побегов.

Для введения в стерильную культуру использовалась питательная среда по рецептуре Андерсона. В питательную среду добавляли цитокинин в виде 2-изопентиладенина (далее – 2-*ip*) в концентрации 10,0 и 5,0 мг/л и ауксин в виде индолилуксусной кислоты (далее – ИУК) в концентрации 1,0 и 0,5 мг/л. Вычлененные экспланты культивировали в световой комнате при температуре +22...+25 °С, интенсивности света 3 клк, 16-часовом фотопериоде в течении 6 недель.

Результаты исследований. Для определения оптимального гормонального состава питательной среды на этапе введения в культуру *in vitro* проведены исследования по влиянию различных концентраций цитокинина 2-*ip* и ауксина ИУК на приживаемость эксплантов голубики узколистной. Результаты представлены в таблице.

В зависимости от сорта выявлена существенная разница в жизнеспособности эксплантов. Максимальное значение данного показателя отмечено у стандартного сорта 'Поморочка' — 91,5 %. У сортов 'Лакомка', 'Нея', 'Половчанка' и 'Мотего' зафиксирована существенно более низкая жизнеспособность эксплантов соответственно на 67, 78, 67, 53 %. У сортов 'Нерль' и 'Янка' жизнеспособность составила на уровне стандарта.

В зависимости от содержания стимуляторов роста в питательной среде наиболее высокая приживаемость эксплантов всех сортов голубики отмечена при содержании цитокинина 2-*ip* в концентрации 5,0 мг/л и ауксина ИУК в концентрации 0,5 мг/л и составила 49,2 % от общего количества введенных эксплантов, что несущественно отличалось от показателя, полученного на среде с концентрацией 2-*ip* : ИУК (10,0 : 1,0 мг/л).

Таблица. Влияние стимуляторов роста на жизнеспособность эксплантов голубики узколистной, %

Сорт (фактор А)	Содержание стимуляторов роста (фактор В) 2-ір : ИУК, мг/л		Среднее по фактору А	Отклонение	Уровень существенности отклонений
	10,0 : 1,0 (к)	5,0 : 0,5			
‘Поморочка’ (st)	91,5	91,5	91,5	—	—
‘Лакомка’	29,2	20,0	24,6	–67	**
‘Нея’	10,8	15,6	13,2	–78	***
‘Нерль’	51,9	68,6	60,3	–31	0
‘Янка’	93,6	66,9	80,3	–11	0
‘Половчанка’	15,6	33,4	24,5	–67	**
‘Мотего’	29,0	48,6	38,8	–53	*
Среднее по фактору В	45,9	49,2	47,5	—	—
Отклонение	—	3,3	—	—	—

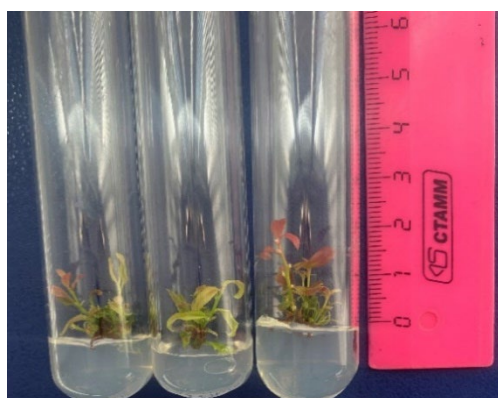
Отклонения существенны: * – на 5 % уровне значимости,

** – 1 % уровне значимости,

*** – на 0,1 % уровне значимости.

Таким образом, изучаемые комбинации концентраций стимуляторов роста не выявили существенной разницы. Следовательно, для введения в культуру *in vitro* можно использовать оба варианта, но рациональнее использовать вариант с меньшей концентрацией регуляторов роста (2-ір – 5 мг/л + ИУК – 0,5 мг/л).

Морфогенетические особенности микрорастений сорта ‘Поморочка’ в зависимости от концентрации 2-ір и ИУК в питательной среде показаны на рисунке.



а) 2-ір : ИУК (5,0 : 0,5 мг/л)



б) 2-ір : ИУК (10,0 : 1,0 мг/л)

Рисунок. Развитие микрорастений голубики узколистной ‘Поморочка’ на различном гормональном составе питательной среды Андерсона

Выводы и рекомендации.

1. Установлены существенные различия между сортами голубики узколистной по показателю жизнеспособности эксплантов на этапе введения в культуру *in vitro*. Наибольшая жизнеспособность отмечена у стандартного сорта ‘Поморочка’ (91,5%), а сорта ‘Нерль’ и

‘Янка’ показали статистически такой же уровень жизнеспособности. Существенно более низкая жизнеспособность эксплантов зафиксирована у сортов ‘Лакомка’, ‘Нея’, ‘Половчанка’ и ‘Мотега’.

2. Выявленные различия между двумя изученными комбинациями стимуляторов роста в питательной среде Андерсона на этапе введения в культуру *in vitro* не являются статистически значимыми, но предпочтение следует отдать питательной среде, содержащей 2-йр в концентрации 5,0 мг/л и ИУК в концентрации 0,5 мг/л.

Библиографический список

1. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе / Р. Г. Бутенко. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
2. Зорин, Д. А. Интродукция *Vaccinium angustifolium* Ait. в Удмуртии / Д. А. Зорин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 26–32.
3. Макаров, С.С. Влияние росторегулирующих веществ на морфологические параметры перспективных гибридных форм голубики узколистной *in vitro* / С. С. Макаров, Г. В. Тяк, И. Б. Кузнецова, А.И. Чудецкий, Е.И. Куликова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – 2021. – № 4(65). – С. 140–145.
4. Макеева, Г.Ю. Создание первых российских сортов голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) / Г.Ю. Макеева, Г.В. Тяк, В.А. Макеев, С.С. Макаров // Современное садоводство. – Орел, 2023. – № 1. – С.1–14.
5. Нечаева, Т.Л. Голубика в условиях *in vitro*: микроразмножение, морфометрия, содержание фенольных биоантиоксидантов / Т.Л. Нечаева, М.Ю. Зубова, О.Г. Васильева [и др.] // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – № 79. – С. 66–75.
6. Орлова, Е.Е. Изучение хозяйственно-ценных признаков голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Ait.) в условиях г. Москвы / Е.Е. Орлова, А.Н. Кульчицкий, Е.А. Сурина, А.Г. Арженовский, М.Н. Беспалов, Ю.А. Мырксина // Известия ТСХА. – 2024. – Вып. 5. – С. 31–46.
7. Пинчукова, Ю.М. Пищевая ценность плодов голубики / Ю.М. Пинчукова, С.Л. Масанский // Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы : Материалы Республиканской научно-практической конференции, 17 августа 2012 г. // Национальная академия наук Беларуси; Центральный ботанический сад. – Минск: Конфидо, 2012. – С. 45–48.

ТЕХНОЛОГИЯ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ТАШКЕНТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Хазратов А.Т., Жураева Х.К., Инноятлова М.Х., Мустафина Ф.У.

Ташкентский ботанический сад им. акад. Ф.Н. Русанова, Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, hazratovabbos65@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке и оптимизации технологии микрোকлонального размножения хвойных растений из коллекции Ташкентского ботанического сада. В качестве объектов исследования использованы виды *Cryptomeria japonica*, *Abies nordmanniana*, *Picea orientalis*, *Sequoia sempervirens*, *Pseudotsuga macrocarpa* и *Abies numidica*. Проведен сравнительный анализ различных питательных сред (MS, DKW, WPM, N6, B5), режимов стерилизации и гормональных комбинаций. Установлено, что наиболее эффективными условиями для введения в культуру являются гомогенные или слабогормональные среды, обеспечивающие стабильную морфогенетическую реакцию. Показано, что ризогенез зависит от видовых особенностей и оптимальных концентраций ауксинов. Наиболее высокая эффективность укоренения достигнута при использовании индолилмасляной кислоты (ИМК) в концентрации 0,5 мг/л. Полученные результаты могут быть использованы для сохранения генофонда и интродукции хвойных растений.

Ключевые слова: микрোকлональное размножение, хвойные растения, *in vitro*, питательные среды, ризогенез, экспланты, биотехнология

MICROCLONAL PROPAGATION TECHNOLOGY OF CONIFEROUS PLANTS FROM THE COLLECTION OF THE TASHKENT BOTANICAL GARDEN

Khazratov A.T., Juraeva Kh.K., Innayatova M.H., Mustafina F.U.

Tashkent Botanical Garden named after F.N. Rusanov, Institute of Botany, Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, hazratovabbos65@gmail.com

Abstract. This article presents the results of studies on the development and optimization of microclonal propagation technology of coniferous plants from the collection of the Tashkent Botanical Garden. The study objects included *Cryptomeria japonica*, *Abies nordmanniana*, *Picea orientalis*, *Sequoia sempervirens*, *Pseudotsuga macrocarpa*, and *Abies numidica*. A comparative analysis of nutrient media (MS, DKW, WPM, N6, B5), sterilization protocols, and hormonal treatments was performed. It was found that hormone-free or low-hormone media are most effective for culture initiation. Rhizogenesis was shown to depend on species characteristics and optimal auxin concentrations. The highest rooting efficiency was achieved with IBA at 0.5 mg/L. The results are applicable for conservation and introduction of coniferous plant genetic resources.

Keywords: micropropagation, conifers, *in vitro* culture, nutrient media, rhizogenesis, explants, biotechnology

Введение. В настоящее время сохранение биоразнообразия является одной из наиболее актуальных научных и практических задач, стоящих перед человечеством. Нарушение природных экосистем, изменение климата, урбанизация, промышленная деятельность и антропогенные воздействия приводят к тому, что многие виды растений оказываются на грани исчезновения. Утрата биологического разнообразия негативно сказывается не только на устойчивости экосистем, но и на запасах генетических ресурсов, используемых в пищевой промышленности, фармацевтике, сельском хозяйстве и косметической отрасли. В связи с этим разработка научно обоснованных механизмов сохранения и восстановления генофонда растений приобретает особую актуальность на мировом уровне.

Процесс микроклонального размножения хвойных растений ограничен рядом биологических, физиологических и технологических факторов и рассматривается как одна из наиболее сложных задач не только в научных исследованиях, но и в практике ботанических садов и интродукционных центров. Несмотря на высокую адаптивность и долговечность хвойных видов в естественной среде, в искусственных условиях, особенно в районах интродукции, возникают серьезные трудности при их росте и размножении. Большинство интродуцированных в ботанические сады видов не способны полностью реализовать генеративный цикл в местных климатических условиях: сухой климат, высокие температуры, резкие колебания влажности воздуха, сильные ветры, различия в составе почвы и фотопериоде оказывают существенное влияние на их физиологическое состояние. В результате у таких растений либо не формируются семена, либо на стадии их созревания возникают морфогенетические нарушения, что приводит к низкой всхожести.

Объект исследования. В качестве объектов исследования были выбраны хвойные растения: *Cryptomeria japonica* (L.) D. Don, *Abies nordmanniana* (Stev.) (Pinaceae Lindl.), *Picea orientalis* (L.) (Pinaceae Lindl.), *Sequoia sempervirens* Engl. (Cupressaceae Bartl.), *Pseudotsuga macrocarpa* (Pinaceae Lindl.) и *Abies numidica* de Lannoy ex Carrière (Pinaceae Lindl.), интродуцированные в условиях Ташкентского ботанического сада, Республика Узбекистан.

Методы. Эксперименты проводились на основе стандартных методов культивирования изолированных клеток, тканей и органов растений, описанных Р.Г. Бутенко (1999) и Ф.Л. Калининым (1992).

Выбор эксплантов. В качестве эксплантов использовали апикальные (верхушечные) и латеральные (боковые) почки однолетних побегов, а также здоровые листовые пластинки без признаков некроза. Апикальные почки нарезали на сегменты длиной 0,5–1,0 см. Листовые экспланты подбирались молодые, морфологически полноценные, без механических и физиологических повреждений. Материал отбирался в течение года — с февраля по октябрь — с учетом сезонных особенностей.

Питательные среды. В работе использованы следующие питательные среды: Murashige и Skoog (MS) (1962), Driver и Kuniyuki Walnut (DKW) (Driver, 1984), Woody Plant Medium (WPM) (Lloyd & McCown, 1980) и Gamborg B5 (Gamborg, 1968). Chu N6 (Chu et al., 1975; Chu, 1978).

Результаты и обсуждение. В ходе исследований проведен комплексный анализ эффективности пяти типов питательных сред при введении объектов в культуру *in vitro*. Использованные среды — Murashige и Skoog (MS), Chu N6, Gamborg B5 (B5), Woody Plant Medium (WPM) и Driver и Kuniyuki Walnut (DKW) — представляют собой базовые минеральные среды, разработанные для различных групп растений. Изучено влияние их макро- и микроэлементного состава, соотношения питательных веществ и физиологически активных компонентов.

Установлено, что при стерилизации последовательное применение схемы «KMnO₄ → мыльный раствор → 20% раствор «Белизны» + Tween 20 → AgNO₃ → 70% этанол → многократное стерильное промывание» обеспечивает уровень стерильности ≥85–90%.

Для индукции культуры рекомендовано использование безгормональных сред с учетом видовой специфики:

среда DKW — для *C. japonica*, *A. nordmanniana*, *P. orientalis*;

среда MS — для *S. sempervirens*, *P. macrocarpa*, *A. numidica*.

При использовании фитогормонов эффективной оказалась комбинация ВАР 0,5 мг/л + ИМК 0,05 мг/л либо применение безгормональной среды.

В процессе ризогенеза наиболее высокая эффективность отмечена при использовании ИМК в концентрации 0,5 мг/л, при этом укоренение осуществлялось в торфяном субстрате.

У всех исследованных видов процесс ризогенеза начинался на 3–5 месяце после введения в культуру, то есть после стадии пролонгации. В этот период формировались корневые

инициали, а при концентрации ИМК 0,5 мг/л наблюдалась максимальная эффективность. В течение последующих 2–3 месяцев происходило активное развитие корневой системы.

Эффективность ризогенеза и скорость развития корней зависели от биологических особенностей видов.



Рисунок 1. Этапы адаптации эксплантов и ризогенеза. А, Б. *Cryptomeria japonica*; В, Г. *Abies nordmanniana*; Д, Е. *Picea orientalis*; Ж, З. *Sequoia sempervirens*; И, К. *Pseudotsuga macrocarpa*; Л, М. *Abies numidica*. Фото Хазратов А.Т. Август 2025

У *Sequoia sempervirens* отмечена высокая скорость роста и меристематическая активность. Индукция корней начиналась на 3-м месяце, к 5-му месяцу формировалась мощная корневая система. Длина корней достигала 3–4 см, а степень укоренения составляла $90 \pm 2\%$. Растения успешно адаптировались к почвенным условиям.

У *Abies numidica* корневые инициалы формировались после 3 месяцев, а к 6-му месяцу образовывалась разветвленная корневая система (2,5–3,5 см). Однако при переносе в грунт растения не адаптировались и погибали, что указывает на необходимость снижения влажности при адаптации.

Cryptomeria japonica характеризовалась средней скоростью укоренения: корни длиной 4–5 см формировались за 5–6 месяцев. Растения успешно перенесены в грунт и находятся на стадии адаптации.

У *Abies nordmanniana* корни формировались к 6-му месяцу (1,5–2 см), однако адаптация в грунте была unsuccessful. Это также свидетельствует о необходимости оптимизации условий акклиматизации.

Pseudotsuga macrocarpa. Ризогенез протекал медленно, корневая система полностью формировалась на 6–7 месяце. Интенсивность низкая. Период активного роста: 3–7 месяцев. Длина корней составляла 1–1,5 см. У данного вида наблюдалось начало формирования корневой системы, однако при переносе растений в почвенные условия их адаптация не происходила.

Picea orientalis. Наиболее медленно укореняющийся вид. Корни достигали длины до 1 см на 6–7 месяце культивирования. Интенсивность очень низкая. Период активного роста: 3–7 месяцев. Длина корней составляла 0,8–1,2 см. У данного вида также отмечено начало формирования корневой системы, однако при переносе в грунт адаптация растений не происходила, растения погибали. В связи с этим сделан вывод о необходимости адаптации растений в условиях пониженной влажности.

Заключение. По результатам проведенных исследований установлено, что процессы роста и развития хвойных растений в условиях *in vitro* существенно различаются в зависимости от вида. Использование безгормональных питательных сред на этапе введения в культуру обеспечивало стабильную адаптацию эксплантов. Подбор оптимального состава питательной среды и фитогормональных комбинаций определял динамику морфогенеза.

Установлено, что *Cryptomeria japonica* и *Sequoia sempervirens* характеризуются наиболее высокой скоростью роста и физиологической устойчивостью. Эти виды успешно проходили стадию ризогенеза и демонстрировали высокую способность к адаптации при переносе в почвенные условия.

В то же время у видов *Abies numidica*, *Abies nordmanniana*, *Picea orientalis* и *Pseudotsuga macrocarpa* отмечена низкая динамика развития, при этом процессы ризогенеза либо выражены слабо, либо практически отсутствуют.

Источники финансирования. Исследования выполнены в рамках бюджетной программы на 2025–2029 годы по теме: «Создание и цифровое документирование *in vitro* коллекции Ташкентского ботанического сада с использованием инновационных методов биотехнологии», реализуемая в лаборатории биотехнологии Ташкентского ботанического сада имени академика Ф.Н. Русанова Академии наук Республики Узбекистан.

При проведении исследований использовалось лабораторное оборудование, приобретённое в рамках постановления Президента Республики Узбекистан от 1 ноября 2017 года № ПП-3365 «О мерах по дальнейшему укреплению инфраструктуры научно-исследовательских учреждений и развитию инновационной деятельности».

Библиографический список

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. – М.: ФБК-Пресс, 1999. – 160 с.
2. Калинин Ф.Л. Культивирование изолированных клеток, тканей и органов растений. – М.: Агропромиздат, 1992. – 304 с.
3. Chu C.C., Wang C.C., Sun C.C. et al. Establishment of an efficient medium for anther culture of rice. *Scientia Sinica*. 1975;18(5):659–668.
4. Chu C.C. The N6 medium and its application to anther culture of cereal crops. *Proc. Symp. Plant Tissue Cult.* 1978;45–50.
5. Driver J.A., Kuniyuki A.H. In vitro propagation of *Paradox* walnut rootstock // *HortScience*. – 1984. – Vol. 19, No. 4. – P. 507–509. – DOI: 10.21273/HORTSCI.19.4.507.
6. Gamborg O.L., Miller R.A., Ojima K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells // *Experimental Cell Research*. – 1968. – Vol. 50, No. 1. – P. 151–158. – DOI: 10.1016/0014-4827(68)90403-5.
7. Lloyd G., McCown B.H. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture // *Proceedings of the International Plant Propagators' Society*. – 1980. – Vol. 30. – P. 421–427.
8. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiologia Plantarum*. – 1962. – Vol. 15, No. 3. – P. 473–497. – DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

СОЗДАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ В ТАШКЕНТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Хамраева Д.Т.

Ташкентский Ботанический сад имени Ф.Н. Русанова при Институте ботаники Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, hamraeva.dilovar@mail.ru

Аннотация. В данной работе представлены результаты интродукционных исследований эфиромасличных и лекарственных растений локальной и зарубежной флоры в условиях Ташкентского Ботанического сада (2025 г.). Проведен сравнительный анализ всхожести семян 46 зарубежных и 34 местных видов при осеннем и весеннем сроках посева. Установлено преимущество осеннего посева для большинства видов, за исключением *Dracocephalum moldavica*, *Origanum vulgare* subsp. *gracile* и *Ziziphora tenuior*, для которых рекомендован весенний посев (вторая декада марта) во избежание гибели проростков от заморозков.

Приведен детальный анализ географического происхождения 22 адаптированных зарубежных видов и 11 видов местной флоры по флористическим областям. Выявлено 11 зарубежных видов, дающих полноценные семена уже в первый год вегетации. Для ключевых представителей местной флоры (*Origanum vulgare* subsp. *gracile* и *Hypericum scabrum* и др.) подтверждено прохождение полного цикла онтогенеза до стадии созревания семян, что свидетельствует об их высокой адаптационной способности в условиях интродукции.

Ключевые слова: всхожесть семян, лекарственные растения, фенологические наблюдения, эфиромасличные растения, Ташкентский Ботанический сад, флористические области

CREATION OF THE ESSENTIAL OIL PLANTS COLLECTION IN THE TASHKENT BOTANICAL GARDEN

Khamraeva D.T.

Tashkent Botanical Garden named after F.N. Rusanov at the Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, hamraeva.dilovar@mail.ru

Annotation. This paper presents the results of introduction studies on essential oil and medicinal plants of local and foreign flora conducted at the Tashkent Botanical Garden (2025). A comparative analysis of seed germination for 46 foreign and 34 local species was performed under autumn and spring sowing regimes. The results demonstrate the advantage of autumn sowing for the majority of species, with the exception of *Dracocephalum moldavica*, *Origanum vulgare* subsp. *gracile*, and *Ziziphora tenuior*. For these specific taxa, spring sowing (after the second decade of March) is recommended to prevent seedling mortality caused by late frosts.

A detailed analysis of the geographical origin by floristic regions is provided for 22 adapted foreign species and 11 local species. It was found that 11 foreign species produce viable seeds as early as the first year of vegetation. For key representatives of the local flora (*Origanum vulgare* subsp. *gracile*, *Hypericum scabrum*, etc.), the completion of the full ontogenetic cycle up to the seed maturation stage was confirmed, indicating their high adaptive capacity under introduction conditions.

Keywords: seed germination, medicinal plants, phenological observations, essential oil plants, Tashkent Botanical Garden, floristic regions

Ботанические сады определяют своей основной целью сохранение и размножение максимального разнообразия растительного мира в контролируемых условиях (Горбатенко, 2003; Горбунов, 2007; Куприянов, 2011). Кроме того, Ботанические сады позволяют всесторонне изучать растения и оценивать перспективы внедрения новых видов в практику сельского хозяйства, фармацевтики, зеленого строительства и других отраслей. При выращивании в условиях интродукции в ботанических садах у многих впервые испытанных видов растений раскрываются потенциальные свойства, и со временем некоторые из них

становятся перспективными объектами для внедрения в сельское хозяйство и создания сортов культурных растений.

Одним из основных направлений исследований по интродукции лекарственных растений является изучение закономерностей адаптации новых видов лекарственных, эфиромасличных и других видов сырьевых растений к различным почвенно-климатическим условиям, а также разработка научно обоснованных рекомендаций по их возделыванию (Тухтаев, 2009).

Общее число эфиромасличных растений в мировой флоре составляет 2500–3000 видов. Во флоре стран бывшего СССР выявлено около 1100–1300 эфиромасличных растений, представляющих 77 семейств. Основными семействами, включающими наибольшее количество эфиромасличных видов, являются Lamiaceae Martinov, Apiaceae Lindl., Asteraceae Bergh & J. Prest. Глобальный ассортимент основных эфиромасличных растений не так велик и насчитывает около 30–40 видов (Ткаченко, 2011).

С момента основания лаборатории Интродукции и агроэкологии сырьевых растений на территории Ботанического сада в её коллекции было интродуцировано около 400 видов, однако к настоящему времени по различным причинам сохранилось 93 вида растений. В рамках государственной программы, реализованной в 2022–2024 годах, по этим видам была сформирована электронная база данных. Сохранившиеся виды были завезены преимущественно из таких географических регионов, как Восточная и Западная Европа, Средиземноморье, Северная Америка, Северная Африка (63 вида, 68%), а определенная часть (30 видов, 32%) представлена флорой Узбекистана.

В рамках государственной программы «Создание коллекции эфиромасличных растений локальной и зарубежной флоры» на 2025–2029 годы, выполняемой лабораторией, запланировано обогатить коллекционное биоразнообразие за счет лекарственных растений, естественно произрастающих на территории Узбекистана и применяемых в народной медицине, редких и эндемичных видов, а также лекарственных видов, полученных по делектусу или в рамках зарубежного сотрудничества. Также планируется создание коллекции эфиромасличных растений и сохранение хозяйственно ценных эндемичных и редких видов в условиях *ex situ* с помощью способов генеративного или вегетативного размножения.

В 2025 году в условиях открытого грунта была изучена всхожесть семян 46 видов зарубежной флоры при осеннем и весеннем сроках посева. Из видов, высеянных поздней осенью, взошли 28 (60,9%), а из высеянных ранней весной – 24 вида (52,2%). При осеннем посеве семян, собранных на территории Узбекистана, из 34 видов взошли 23 (67,6%), а при ранневесеннем посеве – 10 видов (29,4%). Всхожесть растений при осеннем посеве показала значительно более высокие результаты по сравнению с весенними сроками. В целях предотвращения гибели проростков видов *Dracocephalum moldavica* L., *Origanum vulgare* subsp. *gracile* (K. Koch) Ietsw. и *Ziziphora tenuior* L., посеянных осенью, вследствие негативного воздействия весенних заморозков, рекомендуется высевать их семена в открытый грунт только весной, а именно – после второй декады марта.

Были проведены фенологические наблюдения за 22 представителями зарубежной флоры, адаптировавшимися к условиям Ташкентского ботанического сада. Эти растения относятся к 8 флористическим областям: 5 видов из Циркумбореально-Средиземноморской области, 4 вида из Циркумбореально-Средиземноморско-Ирано-Туранской области, по 3 вида из Циркумбореально-Восточноазиатско-Средиземноморско-Ирано-Туранской, Циркумбореально-Восточноазиатско-Ирано-Туранской и Циркумбореально-Североамериканской Атлантической областей, 2 вида из Североамериканской Атлантической области, и по 1 виду из Средиземноморской и Североамериканской Атлантико-Мадреанско-Карибской флористических областей.

У 11 видов – *Hyssopus ambiguous* (Trautv.) Iljin ex Prochorov. & Lebel, *Origanum laevigatum* Boiss., *Agastache scrophulariifolia* (Willd.) Kuntze, *Leonurus cardiaca* L., *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag., *Dracocephalum moldavica*, *Scutellaria albida* subsp. *colchica* (Rech.f.) J.R.Edm., *Scutellaria*

altissima L., *Salvia deserta* Schangin, *Nigella damascena* L. и *Datura innoxia* Mill., в первый год вегетации были получены полноценные семена.

В условиях ботанического сада были исследованы рост и развитие 11 растений из 20 адаптировавшихся видов местной флоры. При анализе их географического распространения было выявлено, что адаптировались по 3 вида из Ирано-Туранской и Ирано-Туранско-Средиземноморской флористических областей, 2 вида из Циркумбореально-Ирано-Туранской области и по 1 виду из Циркумбореально-Ирано-Туранско-Средиземноморской, Средиземноморско-Ирано-Туранско-Восточноазиатской и Циркумбореально-Ирано-Туранско-Средиземноморско-Восточноазиатско-Сахаро-Аравийской областей. Виды *Ziziphora tenuior*, *Spinacia oleracea* subsp. *turkestanica* (Pjlin) Del Guacchio & P. Caputo, *Salvia virgata* Jacq., *Origanum vulgare* subsp. *gracile* и *Hypericum scabrum* L. полностью проходят все этапы виргинильного и генеративного периодов онтогенеза до созревания семян.

Библиографический список

1. Горбатенко Л.Е. Роль интродукции в развитии растениеводческой отрасли России // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы 3-й науч. конф. – СПб., 2003. – С. 13–17.
2. Горбунов Ю.Н. Глобальная стратегия сохранения растений и Ботанические сады // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы 4-й науч. конф. – СПб., 2007. – С. 8–9.
3. Куприянов А.Н. Глобальное значение скромной науки интродукции // Проблемы сохранения растительного мира Северной Азии и его генофонда: материалы Всерос. конф., посвящ. 65-летию Центрального сибирского Бот. сада и 100-летию со дня рожд. проф. К.А. Соболевской и А.В. Куминовой. Новосибирск: Изд-во «Сибтехнорезерв», 2011. – С. 106–109.
4. Ткаченко К.Г. Эфирномасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения // Вестник Удмуртского Университета. Биология. Науки о земле. 2011. Вып. 1. – С. 88–100.
5. Тўхтаев Б.Ё. Ўзбекистоннинг шўр ерларида доривор ўсимликлар интродукцияси // Дисс. ... док. биол. наук. – Т. 2009. – С. 5–307.

РЕДКИЕ РАСТЕНИЯ АМАНКУТАНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА

Хасанов М.А., Мукумов И.У., Расулова З.А.

Самаркандский государственный университет имени Шарафа Рашидова, г. Самарканд,
Узбекистан, xasanovm77@mail.ru

Аннотация. В Аманкутанском национальном природном парке важное значение имеет сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, а также разработка мер по их размножению. В настоящее время в национальном парке охраняются несколько десятков уникальных, резко сокращающихся в численности эндемичных растений. Среди них особенно выделяются такие редкие эндемичные виды, как *Iris magnifica* Vved., *Eremurus robustus* Regel, *Tulipa fosteriana* Irving, *T. ingens* T.M.Hoog., *Dianthus uzbekistanicus* Lincz, ареал которых стремительно сокращается.

Ключевые слова: биоразнообразие, национальный природный парк Аманкутан, редкие виды, эндемичные виды, меры охраны

RARE PLANTS OF THE AMANKUTAN NATIONAL NATURE PARK

Khasanov M.A., Mukumov I.U., Rasulova Z.A.

Samarkand Sharaf Rashidov State University, Samarkand, Uzbekistan, xasanovm77@mail.ru

Annotation. In the Amankutan National Nature Park, the conservation of rare and endangered species, as well as the development of measures for their propagation, is of great importance. At present, several dozen unique endemic plants with sharply declining populations are being protected in the national park. Among them, particularly notable are such rare endemic species as *Iris magnifica* Vved., *Eremurus robustus* Regel, *Tulipa fosteriana* Irving, *T. ingens* T.M.Hoog., and *Dianthus uzbekistanicus* Lincz, whose ranges are rapidly shrinking.

Keywords: biodiversity, Amankutan National Nature Park, rare species, endemic species, protection measures

Одним из наиболее эффективных способов сохранения биологического разнообразия и видов является создание территорий, находящихся под охраной. Одной из таких охраняемых территорий является национальный природный парк «Аманкутан», созданный на территории Аманкутанского лесного хозяйства, расположенного в Зеравшанском хребте. В соответствии с постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 4 марта 2022 года, и в соответствии с постановлением Президента Республики Узбекистан от 6 февраля 2024 года «О мерах по организации деятельности туристско-рекреационной зоны национального природного парка Аманкутан», ведутся работы по развитию туристско-рекреационной зоны.

Территория национального природного парка «Аманкутан» расположена в Ургутском (Самаркандская область) ботанико-географическом районе Кухистанского округа и занимает площадь 1500 гектаров. По разнообразию флоры она отличается сравнительно богатым составом, характерным для горной части Средней Азии: на территории насчитывается более 1000 видов высших растений и свыше 130 видов позвоночных животных.

Основными коллекторами гербарных образцов, сыгравшими важную роль во всестороннем изучении флоры национального природного парка «Аманкутан», являются следующие исследователи: А.А. Леман (впервые в 1841 г.), Е.П. Коровин, Н.А. Меркулович, О.А. Федченко, Н.А. Мазевой, М. Невский, А.С. Борщевский, В.Л. Комаров, В.И. Липский, С.И. Коржинский, М.Г. Попов, А.Я. Бутков, П.А. Гомолицкий, А.Д. Пятаева, А. Гнездило, С.Н. Кудряшев, Г.П. Сумневич, Л.К. Еленов, Р. Файзиев, Х. Еленев, В.П. Дробов, К.З. Закиров, Г.А. Сергеева, Г.С. Чугаева, С. Сахабутдинов, Е.И. Проскоряков, В.П. Бочанцев, А.И. Введенский, Н.А. Амирханов, М.И. Икрамов, С.М. Мустафаев, В. Романенко,

А. Карабалиева, К.Ш. Тожибаев, Н.Ю. Бешко, У. Кодиров и другие (Тожибаев и др., 2018; Кодиров, 2020).

Гербарные образцы, собранные на территории флоры Аманкутана, в настоящее время хранятся в международных и национальных гербариях: в Московском государственном университете (MW), Ботаническом институте имени В.Л. Комарова РАН (LE), гербарных фондах Самаркандского государственного университета, а также в значительной части – в фондах Национального гербария Узбекистана (TASH) при Институте ботаники Академии наук Республики Узбекистан. Несмотря на 150-летнюю историю изучения флоры и фауны данного региона, до настоящего времени не существует полного и достоверного флористического и фаунистического списка этой территории (Тожибаев и др., 2018; Кодиров, 2020; Красная книга РУз., 2019).

Идентификация видов растений проводилась с использованием 6-томного издания «Флора Узбекистана» (1941-1962), 11-томного издания «Определитель растений Средней Азии» (1963-2015), «Кадастр флоры Узбекистана: Самаркандская область» (2018) и других идентификаторов и справочников. Названия видов и общепринятые названия таксонов были использованы из баз данных POWO (Plants of the World Online, 2023).

Охрана редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, распространённых в Аманкутане, обеспечивается созданием национального природного парка Аманкутан, который до настоящего времени способствует предотвращению разрушительного воздействия на флору и фауну, ограничивает антропогенное давление и неконтролируемый выпас скота. На территории парка проводятся комплексные природоохранные мероприятия, направленные на восстановление и поддержание биоразнообразия, мониторинг состояния редких видов растений и животных, а также ограничение антропогенного воздействия. Кроме того, в парке ведётся научно-исследовательская работа, включающая изучение флоры и фауны, выявление эндемичных и реликтовых видов, а также разработку мер по их сохранению. Особое внимание уделяется регулированию хозяйственной деятельности, предотвращению незаконного сбора растений и контролю за выпасом скота.

Редкие эндемичные растения являются наиболее уязвимой и чувствительной частью флоры. Например, полное исчезновение такого вида, как копеечник аманкутанский (*Hedysarum amankutanicum* В. Fedtsch.), может привести к необратимым нарушениям целостности биоразнообразия. Поэтому изучение редких видов и сохранение их природных популяций является важной задачей. Эти редкие растения принадлежат не только нашей стране, но и всему человечеству.

В настоящее время, несмотря на относительно удовлетворительное состояние охраняемых растений, природные запасы многих дикорастущих видов резко сокращаются (таблица). Основными причинами сокращения численности этих растений являются их нерациональный сбор населением с целью получения дохода, вытаптывание отдыхающими, бесконтрольный и непрерывный выпас скота, заготовка в качестве сена, а также незаконное освоение и распашка земель под сельское хозяйство.

Таблица. Редкие растения Национального природного парка Аманкутан

№	Научное название	Русское название	Семейство и жизненная форма	Состояние
1.	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.	Щитовник мужской	Polypodiaceae J. Presl & c. Presl. Многолетник	Очень редкий. Неудовлетворительное
2.	<i>Iris magnifica</i> Vved.	Ирис великолепный	Iridaceae Juss. Многолетник	УзР. Кк., статус 2. Хорошее

3.	<i>Eremurus robustus</i> Regel	Эремурус мощный	Asphodelaceae Juss. Многолетник	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
4.	<i>E. aitchisonii</i> Baker	Эремурус Эчисона	Многолетник	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
5.	<i>E. fuscus</i> (O. Fedtsch.) Vved.	Эремурус загорелый	Многолетник	Хорошее
6.	<i>Allium suworowii</i> Regel	Лук Суворова	Alliaceae (Amaryllidaceae J. St.-Hil.). Луковичный многолетник	Хорошее
7.	<i>Gagea stipitata</i> Merckl. ex Bunge	Гусиный лук стебельчатый	Liliaceae. Луковичный многолетник	Хорошее
8.	<i>Tulipa fosteriana</i> Irving	Тюльпан Фостера	Liliaceae. Луковичный многолетник	УзР. Кк., статус 2. Неудовлетворительное
9.	<i>T. ingens</i> T.M.Hoog.	Тюльпан великий	Луковичный многолетник	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
10.	<i>T. micheliana</i> Hoog	Тюльпан Михели	Луковичный многолетник	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
11.	<i>T. turkestanica</i> Regel	Тюльпан туркестанский	Луковичный многолетник	Удовлетворительное
12.	<i>Fritillaria bucharica</i> Regel (<i>Rhinopetalum bucharicum</i> (Regel) Losinsk.)	Рябчик бухарский	Многолетник	Удовлетворительное
13.	<i>F. olgae</i> Vved.	Рябчик Ольги	Многолетник	Относительно редкий. Неудовлетворительное
14.	<i>Crocus korolkowii</i> Maw & Regel	Шафран Королькова	Iridaceae Juss. Многолетник	Хорошее
15.	<i>Colchicum kesselringii</i> Regel	Безвременник Кессельринга	Colchicaceae dc. Клубнелуковичный многолетник	УзР. Кк., статус 3. Хорошее
16.	<i>Allochrysa gypsophiloides</i> Regel	Аллохруза качимовидная	Caryophyllaceae Juss. Многолетник	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
17.	<i>Dianthus uzbekistanicus</i> Lincz.	Гвоздика узбекистанская	Caryophyllaceae Juss. Многолетнее эндемичное растение	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
18.	<i>Salsola titovii</i> Botsch.	Солянка Титова	Chenopodiaceae. Полукустарник	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
19.	<i>Astragalus chrysomallus</i> Bunge	Астрагал златорунный	Fabaceae Lindl. Многолетник.	Удовлетворительное

20.	<i>Hedysarum amankutanicum</i> B. Fedtsch.	Копеечник аманкутанский	Fabaceae Lindl. Многолетник.	УзР. Кк., статус 0. Считается исчезнувшим
21.	<i>Oxytropis litvinovii</i> B. Fedtsch.	Остролодочник Литвинова	Fabaceae Lindl. Многолетник	Хорошее
22.	<i>Ferula moschata</i> (H. Reinsch) Koso-Pol.	Ферула мускатная (ф. сумбул)	Apiaceae Lindl. Многолетник	УзР. Кк., статус 3. Неудовлетворительное
23.	<i>Jurinea asperifolia</i> Iljin	Наголоватка шероховатолистная	Apiaceae Lindl.	УзР. Кк., статус 2. Неудовлетворительное
24.	<i>Komarovia anisosperma</i> Korovin	Комаровия неравносемянная	Apiaceae Lindl. Многолетник	УзР. Кк., статус 1. Неудовлетворительное
25.	<i>Silene popovii</i> Schischk.	Смолевка Попова	Apiaceae Lindl. Многолетник	УзР. Кк., статус 2. Неудовлетворительное
26.	<i>Parrya olgae</i> (Regel & Schmalh.) d.a. German & Al-Shehbaz (<i>Pseudoclausia olgae</i> (Regel & Schmalh.) Botsch.)	Паррия Ольги (Ложноклаусия Ольги)	Brassicaceae Burnett. Двулетник	Хорошее



Рисунок 1. Редкие растения – тюльпан Фостера и эремурус мощный

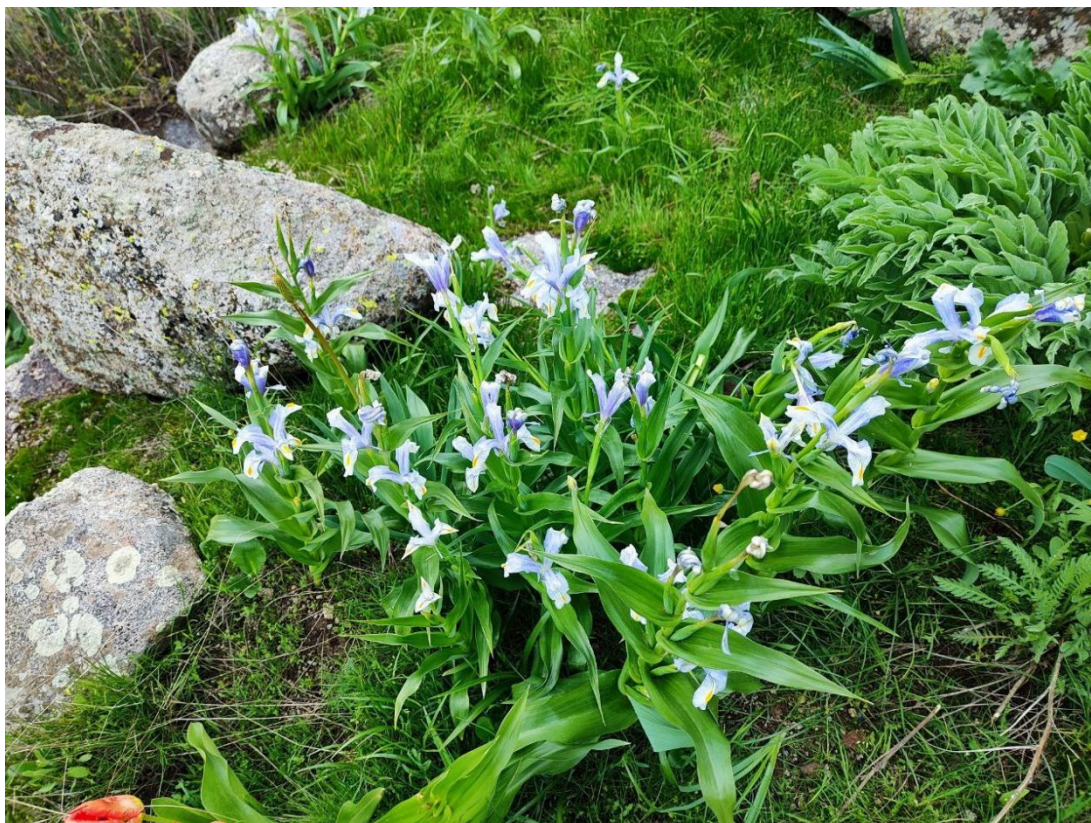


Рисунок 2. Редкие растения – ирис великолепный на перевале Тахтакарача

В настоящее время в национальном парке охраняется около 100 редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (Рис. 1, 2). Ведется работа по дальнейшему развитию национального природного парка, сохранению и воспроизводству флоры и фауны, а также по реинтродукции видов, находящихся под угрозой исчезновения. Таким образом, создание национального природного парка Аманкутан способствует не только сохранению редких и исчезающих видов, но и поддержанию экологического равновесия, а также рациональному использованию природных ресурсов

Библиографический список

1. Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. I-XI т. Ташкент: Фан, 1968 – 2016.
2. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Кодиров У.Х., Батошов А.Р., Мирзалиева Д.У. Кадастр флоры Узбекистана: Самаркандская область. Т. Фан, 2018. – 220 с.
3. Флора Узбекистана. В 6 т. – Ташкент: изд. АН УзССР, 1941–1963.
4. Кодиров У.Х. Флора Ургутского ботанико-географического района. Дисс. биол. наук. филос. докт. (PhD) Ташкент, 2020. 157 с. ил.
5. Красная книга Республики Узбекистан. Том I: Растения. Т. Chinor ENK, 2019. – 356 с.
6. Plants of the World Online [electron resurs] URL. www.powo.science.kew.org

ТРАВЯНИСТЫЕ РАСТЕНИЯ НОВЫХ ИЗДАНИЙ КРАСНЫХ КНИГ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ННГУ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО

Хрынова Т. Р.

*Ботанический сад Института биологии и биомедицины Национального
исследовательского Нижегородского государственного университета
им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия, sad@bio.unn.ru*

Аннотация. Приводится аннотированный список травянистых сосудистых растений 142 наименований, включённых в Красные книги РФ и Нижегородской обл., имеющих в Ботаническом саду ННГУ им. Н. И. Лобачевского. Указаны категории редкости и природоохранные статусы, количество образцов каждого вида. Коллекция включает растения из 37 семейств, 81 наименование Красной книги России, 48 – Нижегородской обл. и 13 видов, занесённых в обе Красные книги. В списки для обмена семян (Delectus) включаются 30 наименований. Многие дают самосев, размножаются вегетативно, могут давать хороший материал для репатриации в естественные места обитания.

Ключевые слова: ботанический сад, Красная книга, травянистые растения

HERBACEOUS PLANTS FROM THE NEW EDITIONS OF THE RED DATA BOOKS OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE NIZHNY NOVGOROD REGION IN THE COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN OF LOBACHEVSKY STATE UNIVERSITY OF NIZHNY NOVGOROD

Khrynova T. R.

*Botanical Garden of the Institute of Biology and Biomedicine of the N.I. Lobachevsky National
Research Nizhny Novgorod State University, Nizhny Novgorod, Russia, sad@bio.unn.ru*

Abstract. This annotated list of 142 herbaceous vascular plants, listed in the Red Data Books of the Russian Federation and the Nizhny Novgorod Region, is housed in the Botanical Garden of Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod. Rarity categories, conservation statuses, and the number of specimens for each species are indicated. The collection includes plants from 37 families, 81 species listed in the Red Data Book of Russia, 48 in the Nizhny Novgorod Region, and 13 species listed in both Red Data Books. Thirty species are included in the seed exchange lists (Delectus). Many self-seed, reproduce vegetatively, potentially providing valuable material for repatriation to natural habitats.

Keywords: botanical garden, herbaceous plants, Red Book

В связи с переизданиями Красной книги РФ и региональных Красных книг мы постоянно ведём мониторинг наличия редких и охраняемых растений в коллекции нашего Ботанического сада. Коллекции травянистых растений часто менее устойчивы и постоянны, чем древесно-кустарниковых, и мы периодически публикуем новые данные о состоянии в коллекции Ботанического сада ННГУ растений Красных книг различных регионов. Данный обзор мы посвящаем травянистым растениям новых изданий Красных книг России и Нижегородской области (Приказ Минприроды России, 2023; Красная книга Российской Федерации..., 2024; Постановление Правительства Нижегородской области..., 2024). В приводимом ниже аннотированном списке (всего 142 наименования) использованы категории статуса, принятые в Красных книгах (РФ – Российской Федерации, НН – Нижегородской области), указано количество образцов (обр.) и включение в списки для обмена (Delectus) семян устойчивых образцов (D+). Синонимия приводится по WFO (2025).

APIACEAE: *Crithmum maritimum* L. PФ – 2 И III, 1 обр.

ARALIACEAE: *Aralia cordata* Thunb. PФ – 3 БУ III, 1 обр.

ASTERACEAE: *Helichrysum arenarium* (L.) Moench HH – 3.2 У II, 1 обр.; *Lactuca macrophylla* (Willd.) A.Gray (= *Cicerbita uralensis* (Rony) Beauverd) HH – 1 KP II, 2 обр., D+; *Leuzea carthamoides* (Willd.) DC. (= *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin; *Stemmacantha carthamoides* (Willd.) M.Ditrich) PФ – 3 БУ III, 2 обр.; *Parasenecio hastatus* (L.) H.Koyama. (= *Cacalia hastata* L.) HH – 1 KP II, 2 обр., D +

BERBERIDACEAE: *Epimedium pinnatum* Fisch. ex DC. ssp. *colchicum* (Boiss.) N.Busch (= *E. colchicum* (Boiss.) Trautv.) PФ – 3 БУ III, 1 обр.

BORAGINACEAE: *Onosma simplicissima* L. HH – 2 И II, 1 обр.; *Pulmonaria angustifolia* L. HH – 3.3 У II, 1 обр.; *P. mollis* Wulfen ex Hornem. HH – 4 НД II, 1 обр.

BRASSICACEAE: *Cardamine quinquefolia* (M.Bieb.) Benth. et Hook. f. ex Schmalh. (= *Dentaria quinquefolia* Bieb.) HH – 3.3 У III, 1 обр., D+; *Lunaria rediviva* L. HH – 3.3 У III, 2 обр., D+; *Matthiola fragrans* (Fisch.) Bunge PФ – 3 БУ III, 1 обр.

CAMPANULACEAE: *Campanula bellidifolia* Adams (= *C. ardonensis* Rupr.; *C. kryophila* Rupr.) PФ – 2 И III, 1 обр.; *C. komarovii* Maleev PФ – 3 БУ III, 1 обр., D+

CAPRIFOLIACEAE: *Cephalaria litvinovii* Bobr. PФ – 2 У III, 1 обр.; *Scabiosa ochroleuca* L. HH – 3.3 У III, 1 обр.

CARYOPHYLLACEAE: *Eremogone biebersteinii* (Schltdl.) Holub (= *Arenaria biebersteinii* Schlecht.) HH – 3.3 БУ III, 1 обр.; *Gypsophila altissima* L. HH – 2 И III, 1 обр.; *Silene dioica* (L.) Clairv. (= *Melandrium dioicum* (L.) Cossom et Germ.) HH – 4 НД II, 1 обр.

CHLORANTHACEAE: *Chloranthus serratus* Roem. et Schult. (= *Ch. japonicus* Siebold) PФ – 1 KP III, 2 обр.

CRASSULACEAE: *Rhodiola rosea* L. (= *Sedum roseum* (L.) Scop.) PФ – 3 У III, 2 обр.; *Sempervivum globiferum* L. (= *Jovibarba sobolifera* (L.) Opitz) HH – 1 KP I, 2 обр.

GENTIANACEAE: *Gentiana lagodechiana* (Kusn.) Grossh. PФ – 3 У III, 2 обр.; *G. paradoxa* Albov PФ – 2 И III, 1 обр.

LAMIACEAE: *Lamium galeobdolon* (L.) L. (= *Galeobdolon luteum* Huds.) HH – 3.3 У III, 1 обр., D+; *Prunella grandiflora* (L.) Scholler HH – 2 И II, 4 обр., D+; *Thymus pannonicus* All. (= *T. pulegioides* L. ssp. *panonicus* (All.) Kerguelen; *T. marschallianus* Willd.) HH – 3.3 БУ III, 1 обр.

MENYANTHACEAE: *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) Kuntze HH – 1 И III, 1 обр.

NYMPHAEACEAE: *Euryale ferox* Salisb. PФ – 2 И III, 1 обр.; *Nuphar japonica* DC. PФ – 1 И II, 1 обр.; *Nymphaea alba* L. HH – 4 НД II, 1 обр.

OROBANCHACEAE: *Castilleja arctica* Krylov et Serg. PФ – 3 БУ III; 1 обр.

PAEONIACEAE: *Paeonia lactiflora* Pall. PФ – 3 У III, 3 обр.; *P. obovata* Maxim. PФ – 3 У III, 4 обр., D+; *P. tenuifolia* L. PФ – 3 БУ III, 2 обр., D+

PAPAVERACEAE: *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte ssp. *marschalliana* (Willd.) Hayek (= *C. marschalliana* (Willd.) Pers.) HH – 3.3 БУ III, 1 обр., D+; *Oreomecon lapponica* (Tolm.) Galasso, Banfi et Bartolucci (= *Papaver lapponicum* (Tolm.) Nordh.) PФ – 3 У III, 1 обр.

PLANTAGINACEAE: *Globularia bisnagarica* L. (= *G. punctata* Lapeyr.) PФ – 3 У III, 3 обр., D+

PLUMBAGINACEAE: *Armeria maritima* (Mill.) Willd ssp. *maritima* (Mill.) Willd. (= *A. vulgaris* Willd) PФ – 2 И III, 2 обр.

PRIMULACEAE: *Cyclamen coum* Mill. PФ – 3 БУ III, 4 обр.; *Primula juliae* Kusn. PФ – 2 У II, 4 обр., D+; *P. sachalinensis* Nakai PФ – 3 БУ III, 1 обр.

RANUNCULACEAE: *Actaea rubra* (Aiton) Willd. (= *A. erythrocarpa* (Fisch.) Kom.), HH – 3.3 У III, 2 обр., D+; *Adonis vernalis* L. HH – 3.3 У III, 4 обр., D+; *Anemone sylvestris* L. (= *Anemonoides sylvestris* (L.) Galasso, Banfi et Soldano) HH – 3.3 У III, 2 обр., D+; *Clematis alpina* (L.) Mill. ssp. *sibirica* (L.) Kuntze (= *Atragene sibirica* Lam., *A. speciosa* Weinm.) HH – 2 KP II, 1 обр.; *C. recta* L. HH – 1 KP I, 2 обр., D+; *Delphinium elatum* L. HH – 1 KP I, 1 обр., D+; *Hepatica nobilis* Mill. HH

– 3.3 У III, 2 обр., D+; *Pulsatilla vulgaris* Mill. (= *Anemone pulsatilla* L.) РФ – 1 КР I, 1 обр.; *Thalictrum aquilegifolium* L. HH – 4 НД II, 4 обр.

ROSACEAE: *Alchemilla alpina* L. РФ – 3 У III, 2 обр., D+; *Potentilla vulgarica* Juz. РФ – 1 И III, 1 обр.; *Rubus arcticus* L. HH – 3.3 У III, 1 обр., D+

SCROPHULARIACEAE: *Verbascum phoeniceum* L. HH – 3.3 У III, 1 обр., D+

AMARYLLIDACEAE: *Allium candolleanum* Albov РФ – 1 КР II, 1 обр.; *A. flavescens* Besser HH – 4 НД II, 1 обр.; *A. grande* Lipsky РФ – 3 У III, 1 обр.; *Galanthus plicatus* M.Bieb. РФ – 2 И III, 1 обр.; *G. woronowii* Losinsk. РФ – 2 У III, 2 обр.; *Leucojum aestivum* L. РФ – 2 У III, 1 обр.; *Pancratium maritimum* L. РФ – 1 КР II, 1 обр.

ASPARAGACEAE: *Barnardia japonica* (Thunb.) Schult. et Schult.f. (= *Scilla scilloides* (Lindl.) Druce) РФ – 1 КР II, 1 обр.; *Bellevia speciosa* Woronow ex Grossh. (= *B. sarmatica* (Georgi) Woronow) РФ – 2 У III, 1 обр.; *Muscari dolichanthum* Woronow et Tron РФ – 2 И II, 1 обр.; *Ruscus colchicus* Yeo РФ – 3 У III, 1 обр.

COLCHICACEAE: *Colchicum bulbocodium* Ker Gawl. ssp. *versicolor* (Ker Gawl.) K.Perss. (= *Bulbocodium versicolor* (Ker Gawl.) Spreng.) РФ – 3 У III, 1 обр.; *C. speciosum* Steven РФ – 3 У II, 2 обр.

CYPERACEAE; *Carex bohémica* Schreb. HH – 3.1 У II, 1 обр.; *Carex remota* L. HH – 4 НД III, 1 обр.

IRIDACEAE: *Gladiolus imbricatus* L. HH – 0 ВИ I, 4 обр. D+; *Iris aphylla* L. РФ – 2 У III, HH – 3.3 У II, 2 обр., D+; *I. domestica* (L.) Goldblatt et Mabb. (= *Belamcanda chinensis* (L.) DC.) РФ – 1 КР III, 3 обр., D+; *I. ensata* Thunb. РФ – 3 БУ III, 2 обр.; *I. notha* M.Bieb. РФ – 2 У II, 2 обр., D+; *I. reticulata* M.Bieb. (= *Iridodictyum reticulatum* (Bieb.) Rodion.) РФ – 2 У II, 1 обр.; *I. scariosa* Willd. ex Link РФ – 2 У II, 1 обр.; *I. vorobievii* N.S.Pavlova РФ – 1 И III, 1 обр.

LILIACEAE: *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino (= *C. glehnii* (F.Schmidt) Makino) РФ – 2 И III, 1 обр., D+; *Erythronium caucasicum* Woronow РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *Fritillaria caucasica* Adam РФ – 3 У III, 1 обр.; *F. meleagris* L. РФ – 3 У III, 3 обр.; *F. ruthenica* Wikst. РФ – 3 У III, 3 обр., D+; *Lilium callosum* Siebold et Zucc. РФ – 3 У III, 1 обр.; *L. lancifolium* Thunb. РФ – 3 У III, 1 обр., D+; *L. martagon* L. var. *martagon* (= *L. caucasicum* (Misch.) Grossh.; *L. martagon* ssp. *caucasicum* Misch.) РФ – 3 У III, 1 обр.; *Tulipa suaveolens* Roth (= *T. schrenkii* Regel) РФ – 3 У III, 1 обр.

ORCHIDACEAE: *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *C. longibracteata* Blume РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *C. longifolia* (L.) Fritsch РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *C. rubra* (L.) Rich. РФ – 3 БУ III, HH – 1 КР II, 1 обр.; *Cremastra appendiculata* (D.Don) Makino var. *variabilis* (Blume) I.D.Lund (*C. variabilis* (Blume) Nakai) РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *Cypripedium × ventricosum* Sw. РФ – 3 БУ III, 2 обр., D+; *C. calceolus* L. РФ – 3 БУ III, HH – 3.1 У II, 5 обр., D+; *C. guttatum* Sw. HH – 1 КР II, 7 обр.; *C. macranthos* Sw. РФ – 3 БУ III, HH – 0 ВИ I, 3 обр.; *C. shanxiense* S.C.Chen РФ – 2 И III, 1 обр.; *C. yatabeanum* Makino РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Nevski HH – 3.1 У II, 1 обр.; *D. incarnata* (L.) Soó ssp. *cruenta* (O.F.Müll.) P.D.Sell (= *D. cruenta* (O.F.Muell.) Soo.) HH – 4 НД II, 1 обр.; *D. traunsteineri* (Saut.) Soó РФ – 3 БУ III, HH – 3.1 У II, 1 обр.; *D. viridis* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon et M.W.Chase (= *Coeloglossum viride* Hartm.) HH – 0 ВИ II, 1 обр.; *Epipactis palustris* (L.) Crantz HH – 3.1 У III, 1 обр.; *Epipogium aphyllum* Sw. РФ – 2 У III, HH – 1 КР II, 1 обр.; *Gastrodia elata* Blume РФ – 2 У III, 1 обр.; *Herminium monorchis* (L.) R.Br. РФ – 2 И II, 1 обр.; *Himantoglossum caprinum* (M.Bieb.) Spreng. РФ – 2 И III, 1 обр.; *H. comperianum* (Steven) P.Delforge (= *Comperia comperiana* (Steven) Asch. et Graebn.) РФ – 2 И III, 1 обр.; *Limodorum abortivum* (L.) Sw. РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *Liparis krameri* Franch. et Sav. РФ – 2 И III, 1 обр.; *L. loeselii* (L.) Rich. РФ – 3 БУ III, HH – 1 КР II, 1 обр.; *L. makinoana* Schltr. РФ – 2 У III, 1 обр.; *Malaxis monophyllos* (L.) Sw. HH – 3.1 У II, 1 обр.; *M. monophyllos* (L.) Sw. var. *monophyllos* (= *Liparis japonica* (Miq.) Maxim.) РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *Neotinea tridentata* (Scop.) R.M.Bateman, Pridgeon et M.W.Chase РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *N. ustulata* (L.) R.M.Bateman, Pridgeon et M.W.Chase (= *Orchis ustulata* L.) РФ – 2 У III, HH – 0

ВИ II, 1 обр.; *Ophrys apifera* Huds. (= *O. oestriifera* Bieb.) РФ – 1 И III, 1 обр.; *O. insectifera* L. РФ – 2 И III, 1 обр.; *O. sphegodes* Mill. ssp. *taurica* (Aggeenko) Soó ex Niketic et Djordjevic (= *O. sphegodes* ssp. *mammosa* (Desf.) Soó ex E.Nelson; *O. mammosa* Desf.) РФ – 2 У III, 1 обр.; *Orchis mascula* (L.) L. РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *O. militaris* L. РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *O. pallens* L. РФ – 1 КР II, 1 обр.; *O. provincialis* Balb. ex Lam. et DC. РФ – 1 И III, 1 обр.; *O. punctulata* Steven ex Lindl. РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *O. purpurea* Huds. РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb. HH – 3.1 У III, 1 обр.; *P. ussuriensis* (Regel) Maxim. (= *Tulotis ussuriensis* (Regel) H.Hara) РФ – 3 БУ III, 1 обр.; *Ponerorchis cucullata* (L.) X.H.Jin, Schuit. et W.T. Jin (= *Neottianthe cucullata* (L.) Schltr.; *Hemipilia cucullata* (L.) Y.Tang, H.Peng et T.Yukawa) РФ – 3 БУ III, HH – 3.1 У III, 1 обр.; *Pseudorchis albida* (L.) Á.Löve et D.Löve РФ – 3 У III, 1 обр.; *Steveniella satyrioides* (Spreng.) Schltr. РФ – 2 У III, 1 обр.

POACEAE: *Melica transsilvanica* Schur HH – 0 ВИ II, 3 обр.; *Stipa capillata* L. HH – 3.3 У III, 1 обр.; *S. dasyphylla* (Lindem.) Czern. ex Trautv. РФ – 3 У III, HH – 2 И II, 1 обр.; *S. pulcherrima* K.Koch РФ – 3 БУ III, HH – 2 И II, 1 обр.

ISOETACEAE: *Isoetes echinospora* Durieu РФ – 3 У III, HH – 1 КР II, 1 обр.; *I. lacustris* L. РФ – 3 У III, HH – 1 КР II, 1 обр.

LYCOPODIACEAE: *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. HH – 3.3 У III, 1 обр.

ATHYRIACEAE: *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex Kuntze) Sa. Kurata HH – 2 У III, 2 обр.

CYSTOPTERIDACEAE: *Cystopteris sudetica* A. Braun et Milde (= *Rhizomatopteris sudetica* A.P. Khokhr.) HH – 1 КР III, 1 обр.; *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newman HH – 3.1 У II, 1 обр.

DRYOPTERIDACEAE: *Polystichum braunii* (Spenn.) Fée HH – 1 КР II, 1 обр.

Таким образом, наша коллекция включает травянистые сосудистые растения из 37 семейств, 81 наименования Красной книги России (КК РФ), 48 – Нижегородской обл. (КК HH) и 13 видов, занесенных в обе Красные книги. В том числе из наиболее редких в категориях статуса: 0 – вероятно исчезнувшие (виды, встречи которых в естественной среде обитания не зарегистрированы в течение 100 лет) – 5 видов из КК HO; 1 – находящиеся под угрозой исчезновения (численность которых достигла критического уровня или же их места обитания претерпели столь коренные изменения, что в ближайшее время, видимо, исчезнут; выживание таких видов возможно только при принятии срочных мер по улучшению условий их обитания) – 11 из КК РФ и 13 из КК HH; 2 – сокращающиеся в численности и/или распространении (уязвимые и/или численность которых быстро сокращается и которые в ближайшем будущем, если не устранить неблагоприятные воздействия, перейдут в категорию 1) – 28 из КК РФ и 8 из КК HH. Из КК HH в коллекции 7 видов категории 4 – неопределенные по статусу (малоизвестные, недостаточно изученные, для которых нет достаточных данных, чтобы конкретизировать статус). Соответственно остальные в КК РФ и КК HH из категории 3 – редкие (виды с низкой численностью, не подверженные непосредственной опасности вымирания). В КК HH, в частности, подкатегории: 3.1 – для которых низкая численность (плотность популяций) является биологической нормой, 3.2 – ставшие редкими в результате деятельности человека (но численность стабилизировалась на достаточно низком уровне и дальнейшего ее сокращения не наблюдается). Статус редкости в Красных книгах в ряде случаев различен. Например, *Iris aphylla* категории 2 в КК РФ, а в КК HO – 3.3 – вид, для которого занесению в Красную книгу Нижегородской области и особой охране подлежат ключевые местообитания (территории, представляющие особую ценность для сохранения данных видов), а имеющие в КК РФ категорию 3 *Cephalanthera rubra* в КК HH первый имеет категорию 1, а *Cypripedium macranthos* – 0. У большинства других видов из обеих Красных книг нижегородские имеют в области более «редкий» статус, чем в целом по России.

Отнесение к категориям статуса угрозы исчезновения, характеризующейся их состоянием в естественной среде обитания по системе МСОП для регионального уровня: ВИ – исчезнувшие в регионе; КР – находящиеся под критической угрозой исчезновения; И – исчезающие; У –

уязвимые; БУ – находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому; НД – недостаточно данных. Логично нет категории НО – вызывающие наименьшие опасения.

По отнесению к категории степени и первоочерёдности принимаемых и планируемых природоохранных мер (природоохранный статус) имеют: I приоритет – требуется принятие комплексных мер, включая разработку и реализацию стратегии по сохранению и/или программы по восстановлению (реинтродукции) конкретных объектов растительного мира – 1 вид из КК РФ и 5 из КК НН; II приоритет – необходима реализация одного или нескольких специальных мероприятий по сохранению объектов, включая создание особо охраняемых природных территорий, проведение биотехнических мероприятий, создание резервных популяций в искусственно созданной среде обитания и т. п. – 10 из КК РФ и 33 из КК НН; остальные имеют III приоритет – достаточно общих мер, предусмотренных нормативными правовыми актами РФ и Нижегородской обл. в области охраны окружающей среды, охраны и использования особо охраняемых природных территорий, охраны и использования объектов растительного мира и среды их обитания.

Целый ряд образцов в нашем Ботаническом саду вполне устойчивы, 30 наименований мы включаем в списки семян, предлагаемых для обмена, многие дают самосев, хорошо разрастаются и размножаются вегетативно, то есть уже могут давать хороший материал для репатриации в естественные места обитания. Например: *Lactuca macrophylla* (= *Cicerbita uralensis*), *Lunaria rediviva*, *Sempervivum globiferum*, *Nymphoides peltata*, *Paeonia obovata*, *Anemone sylvestris*, *Clematis recta*, *Hepatica nobilis*, *Rubus arcticus*, *Lilium lancifolium* и целый ряд других. А *Cardamine quinquefolia* на территории Ботанического сада вообще является аборигенным видом.

По сравнению с оценкой относительно предыдущих изданий Красных книг (Хрынова, Хрынова, 2023) за два года в Ботаническом саду коллекция редких видов России увеличилась на 18 видов, а Нижегородской обл. несколько уменьшилась – на 7 видов. Трудности связаны с сохранением растений в старых экспозициях и необходимостью дублирования образцов, а также с плохой всхожестью получаемых семян и выпадом сеянцев. Собственно, проблема редкости многих видов связана и с проблемами их размножения в природе, в частности. Поэтому не может не радовать, что хотя бы для некоторых видов стал таким подходящим резерватом ООПТ «Ботанический сад ННГУ».

Библиографический список

1. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [и др.] ; ответственный редактор доктор биол. наук Д. В. Гельтман. – 2-е офиц. изд. – Москва : ВНИИ «Экология», 2024. – 944 с.
2. Постановление Правительства Нижегородской области от 25.04.2024 № 212 «Об утверждении перечней видов (подвидов, популяций) живых организмов, занесенных в Красную книгу Нижегородской области и в приложения к Красной книге Нижегородской области» (в ред. постановления Правительства Нижегородской области от 03.07.2024 N 398)
3. Приказ Минприроды России от 23.05.2023 N 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.07.2023 N 74362)
4. Хрынова Т. Р., Хрынова А. Н. Травянистые «краснокнижные» растения в открытом грунте Ботанического сада ННГУ // История и перспективы интродукции растений в России : сборник тезисов Всеросс. науч. конф. с международным участием, посвящ. 100-летию со дня рождения Антонины Степановны Лантратовой, (г. Петрозаводск, ФГОУ ВО ПетрГУ, 27 ноября – 1 декабря 2023 года) / [отв. ред.] и сост. А. В. Сони́на, В. И. Андросова, А. А. Стародубцева. – Петрозаводск : ПетрГУ, 2023. – С. 90.
5. WFO (2025). World Flora Online. URL: <https://wfoplantlist.org/plant-list> (Accessed 31 March 2026).

ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* РЕДКОГО ПАПОРОТНИКА *WOODSIA POLYSTICHOIDES* D. EAT.

Шелихан Л.А.

Амурский филиал ФГБУН Ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск,
Россия, solecito91@mail.ru

Аннотация. Одним из эффективных методов сохранения биоразнообразия папоротников является их размножение в условиях *in vitro*. *Woodsia polystichoides* D. Eat. – редкий вид папоротника, занесенный в Красную книгу Амурской области. Целью исследования было введение в культуру *in vitro* этого папоротника. Всхожесть спор после поверхностной стерилизации 2 % 1,3-дихлор-5,5-диметилгидантоином (сульфохлорантин-Д) в стерильной дистиллированной воде с добавлением Твин-20 в течение 2,5 мин составила 52 %. Споры и гаметофиты культивировали на среде Мурасиге-Скуга половинной концентрацией (1/2 МС), без добавления регуляторов роста, с добавлением 2 % сахарозы, 0,8 % агара, pH 5,8, при комнатной температуре и фотопериоде 16 ч. Прорастание спор наблюдали через 19 дней культивирования. После 23–25 недель культивирования в колониях гаметофитов были сформированы первые спорофиты. Инициация зеленых глобулярных тел была отмечена через 12–15 недель на трех типах эксплантов – основаниях побегов, вайях и корнях на среде 1/2 МС с добавлением 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина.

Ключевые слова: папоротник, *Woodsia polystichoides*, *in vitro*, гаметофит, размножение

IN VITRO CULTIVATION OF THE RARE FERN *WOODSIA* *POLYSTICHOIDES* D. EAT.

Shelikhhan L.A.

Amur Branch of the Botanical Garden-Institute FEB RAS, Blagoveshchensk, Russia,
solecito91@mail.ru

Abstract. One of the effective methods for preserving the biodiversity of ferns is *in vitro* propagation. *Woodsia polystichoides* D. Eat. is a rare species of fern listed in the Red Data Book of the Amur Region. The aim of the study was to introduce this fern into *in vitro* culture. Spore germination after surface sterilization with 2 % 1,3-dichloro-5,5-dimethylhydantoin (sulfochlorantin-D) in sterile distilled water with the addition of Tween-20 for 2.5 min was 52 %. Spores and gametophytes were cultured on the half-strength Murashige and Skoog's medium (1/2 MS) growth regulators-free, supplemented with 2 % sucrose, 0.8 % agar, pH 5.8, at room temperature and 16-hours photoperiod. Spore germination was observed after 19 days of cultivation. After 23–25 weeks of cultivation, first sporophytes were formed on the gametophyte colonies. Initiation of green globular bodies was noted after 12–15 weeks on three types of explants – shoot bases, fronds and roots on 1/2 MS medium supplemented with 0.5 mg/l 6-benzylaminopurine.

Keywords: fern, *Woodsia polystichoides*, *in vitro*, gametophyte, propagation

Введение. Вудсия многорядниковая *Woodsia polystichoides* D. Eat. (Woodsiaceae) – редкий вид многолетнего папоротника, растет на затененных скалах. На территории России произрастает только на юге Дальнего Востока: в Приморском и на юге Хабаровского краев, в Еврейской автономной области, на острове Сахалин. Самые северные точки произрастания находятся в Амурской области: в окрестностях села Михайловка (Благовещенский район) и в среднем течении реки Бурей. За пределами России растет в Северо-Восточном и центральном Китае, Японии и Корее. В настоящее время число популяций в Амурской области значительно уменьшилось в связи с наполнением Бурейского водохранилища. Вид внесен в Красную книгу Амурской области (Красная ..., 2020). Считается, что этот папоротник слабоустойчив в культуре при интродукции за пределами естественного ареала (Храпко, 2016). Культивируют вид редко, поэтому информации о размножении спорами или делением корневищ крайне мало,

как правило, растения просто переносят из природы (Диев, 2018). В связи с этим, необходимо разрабатывать дополнительные меры по размножению и выращиванию *W. polystichoides* в культуре. Одним из наиболее эффективных методов сохранения папоротников и воспроизводства их численности стало размножение в культуре *in vitro* с помощью спор (Шелихан, 2018) или посредством особых побегов, формирующихся только *in vitro* – зеленых глобулярных тел (от англ. green globular bodies – GGB) (Шелихан, 2023b). Культура папоротников *in vitro* может способствовать пониманию жизненного цикла папоротников, их массовому размножению, а также получению дополнительной информации для систематических и таксономических исследований. Ранее, нами уже были введены в культуру *in vitro* несколько видов папоротников: редкие *Polystichum craspedosorum* (Maxim.) Diels. (Шелихан, 2020; Shelikhan, 2020), *Aleuritopteris kuhni* (Milde) Ching (Шелихан, 2021), *Asplenium incisum* Thunb. (Шелихан, 2023a) и хозяйственно-значимый *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. (Шелихан, 2022).

Целью исследования было получение культуры редкого папоротника *W. polystichoides* в условиях *in vitro* и получение спорофитов для дальнейшего размножения.

Материал и методы исследования. Созревшие спороносные вайи были собраны с растений *W. polystichoides* из коллекции генетических ресурсов АФ БСИ ДВО РАН. В качестве эксплантов использовали споры и спорангии. Споры обрабатывали в течение 2,5 минут 2 % раствором 1,3-дихлор-5,5-диметилгидантоина (сульфохлорантин-Д) в стерильной дистиллированной воде с добавлением Твин-20, затем трехкратно промывали стерильной дистиллированной водой. Стерилизованные споры переносили на питательные среды: Мурасиге-Скуга (Murashige, Skoog, 1962) с половинной концентрацией солей (1/2 МС), без добавления регуляторов роста (РР) и 1/2 МС без добавления нитрата аммония ($-\text{NH}_4\text{NO}_3$), витаминов (-вит.) и без РР. Для стимуляции полового процесса у гаметофитов в колбы добавляли по 1 мл стерильной дистиллированной воды. Для инициации зеленых глобулярных тел молодые спорофиты, полученные *in vitro*, были разделены на сегменты и использованы в качестве эксплантов: точки роста, оставшиеся после отделения вай и корней (основания побегов); вайи; корни. Эти экспланты были перенесены на: 1/2 МС с добавлением 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП) и 1/2 МС ($-\text{NH}_4\text{NO}_3$; -вит.) 0,5 мг/л БАП. Во все среды добавляли 2 % сахарозы, 0,8 % агара, pH 5,8. Все этапы культивирования происходили при комнатной температуре и 16 ч фотопериоде.

Результаты исследования. Начало прорастания спор *W. polystichoides* наблюдали через 19 дней после посева. Всхожесть спор составила 52 %. Прорастание спор проходило по типу *Vittaria*, формирование проталлия соответствует типу *Aspidium* (Nayar, Kaur, 1971; Арнаутова, 2008). Стадия протонемы была короткая, после чего проходило последовательное формирование гаметофитной пластинки (Рис. 1 – А,В,С,Д). Сформированные талломы имели сердцевидно-подобную форму с различными вариациями, также были отмечены лентовидно-подобные формы талломов с гофрированными краями (Рис. 1 – F,G). Тем не менее независимо от формы таллома, все гаметофиты имели маргинальные секреторные волоски, каждый из которых состоял из одной клетки (Рис. 1 – H). По краям старых гаметофитов посредством процесса пролиферации формировались вторичные гаметофиты.

Наиболее подходящей питательной средой для прорастания спор и роста гаметофитов *W. polystichoides* была 1/2 МС без РР: гаметофиты хорошо развивались, а цвет талломов был ярко-зеленый, что соответствует норме. На среде 1/2 МС ($-\text{NH}_4\text{NO}_3$; -вит.) без РР споры хоть и прорастали в те же сроки, что и на 1/2 МС без РР, но цвет развивающихся гаметофитов был светло-зеленый, который по мере их развития становился желто-зеленым. На среде 1/2 МС ($-\text{NH}_4\text{NO}_3$; -вит.) без РР количество спорофитов на одну колбу достигало 3–5 шт., в то время как на среде 1/2 МС в присутствии нитрата аммония и витаминов и также без добавления РР их количество находилось в пределах 7–15 шт. на одну колбу.

Для обеспечения гамет жидкой фазой и осуществления оплодотворения в половину всех колб добавляли стерильную дистиллированную воду. Формирование проростков спорофитов в колониях гаметофитов было отмечено на всех средах, где была добавлена вода. В вариантах без добавления воды в колониях гаметофитов формирование спорофитов не наступило даже после 5 месяцев культивирования. Общий срок от введения *W. polystichoides* в культуру *in vitro* до появления первых проростков спорофитов занял 23–25 недель. Было отмечено явление апоспории на корнях проростков спорофитов.

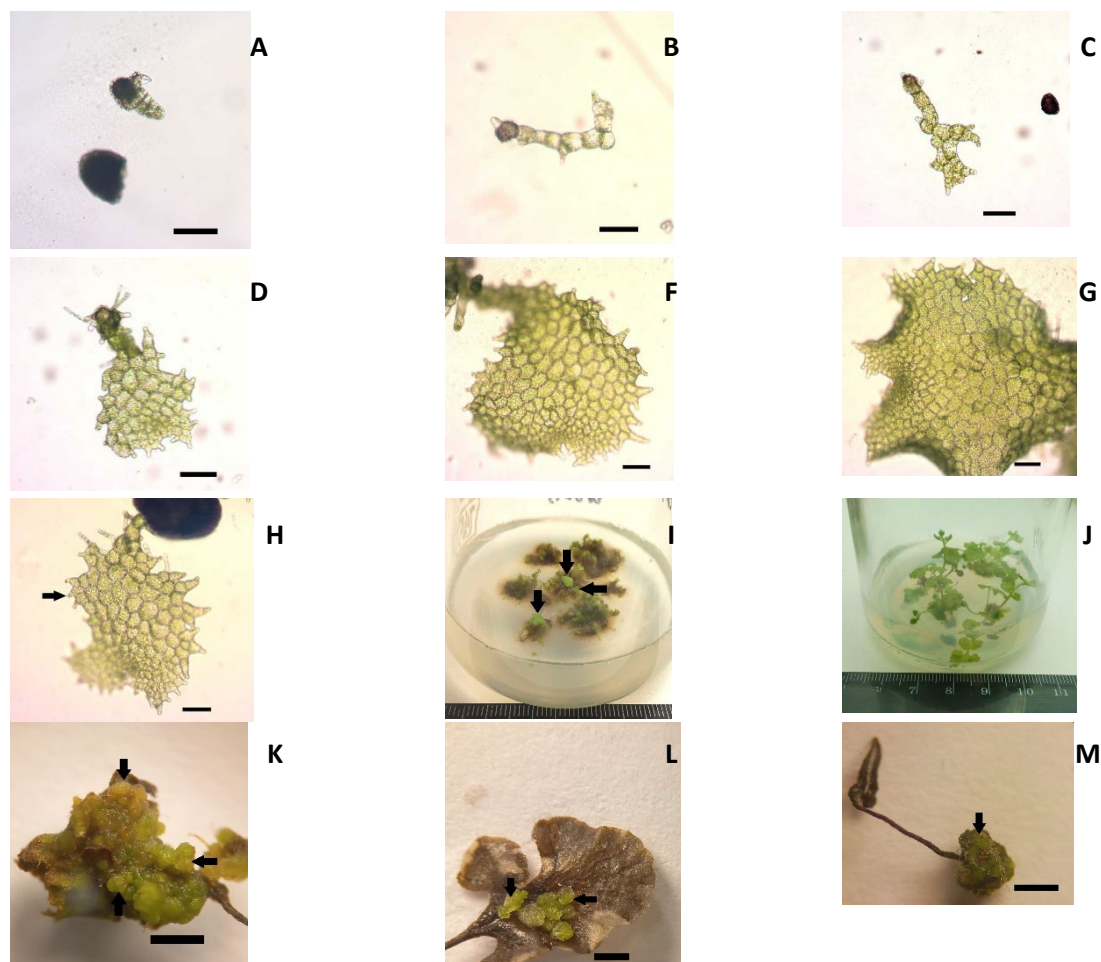


Рисунок 1. Введение в культуру *in vitro* *Woodsia polystichoides*. А, В, – развитие протонемы; С, D, F, G – развитие проталлия; H – развивающийся гаметофит, стрелкой отмечен маргинальный секреторный волосок; I – проростки спорофитов в колониях гаметофитов, стрелками отмечены спорофиты; J – спорофиты; K – зеленые глобулярные тела (GGB) на основании побега; L – GGB на вайе; M – GGB на корне. Стрелками отмечены GGB. Шкалы: А, В, С, D, F, G, H = 100 µm; K, L, M = 1 мм.

Инициация зеленых глобулярных тел была отмечена через 12–15 недель на всех трех типах эксплантов на среде 1/2 МС 0,5 мг/л БАП (РИС. 1K,L,M). На среде 1/2 МС (-NH₄NO₃; -вит.) 0,5 мг/л БАП формирования GGB не было обнаружено ни на одном типе экспланта. Полученные зеленые глобулярные тела будут использованы для дальнейших исследований по массовому клональному микроразмножению *W. polystichoides*.

Благодарности. Автор выражает благодарность Г.Ф. Дарман, научному сотруднику Амурского филиала ФГБУН Ботанического сада-института ДВО РАН г. Благовещенск, за предоставление спор *W. polystichoides* для исследования.

Источники финансирования. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (№ 1021060207393-6-1.6.11) «Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии» (регистрационный номер: 122040800086-1).

Библиографический список

1. Арнаутова, Е.М. Гаметофиты равноспоровых папоротников / Е.М. Арнаутова. – СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2008. – 456 с.
2. Диев, М.М. Садовые папоротники / М.М. Диев; под. ред. О.В. Храпко. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2018. – 194 с.
3. Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов / гл. ред. А.В. Сенчик, науч. ред. Е.И. Маликова – 2-е изд. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2020. – 502 с.
4. Шелихан, Л.А. Размножение папоротников посредством спор в культуре *in vitro* (обзор литературы) / Л.А. Шелихан, Э.В. Некрасов // Бюллетень БСИ ДВО РАН. – 2018. – Вып. 20. – С. 23–42.
5. Шелихан, Л.А. Влияние различных концентраций сахарозы на формирование зеленых глобулярных тел (GGB) у *Polystichum craspedosorum* (Maxim.) Diels *in vitro* / Л.А. Шелихан // Ботанические сады как центры изучения и сохранения фиторазнообразия: межд. конф., Томск, 28–30 сентября 2020 г. – Изд-во Томского гос. ун-та, 2020. – С. 210–212.
6. Шелихан, Л. Введение в культуру *in vitro* редкого папоротника *Aleuritopteris kuhnii* (Milde) Ching / Л.А. Шелихан // Труды по интродукции и акклиматизации растений – УдмФИЦ УрО РАН, Ижевск. – 2021. – Вып. 1. – С. 421–424.
7. Шелихан, Л.А. Влияние различных концентраций сахарозы на формирование зеленых глобулярных тел (GGB) у *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. *in vitro* / Л.А. Шелихан // Современные проблемы интродукции и сохранения биоразнообразия растений, материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Ботанического сада имени профессора Б.М. Козо-Полянского и 80-летию Е.А. Николаева. Воронеж, 20 июля 2022 г. – Изд-во Цифровая полиграфия, 2022. – С. 229–233.
8. Шелихан, Л.А. Введение в культуру *in vitro* редкого папоротника *Asplenium incisum* Thunb. / Л.А. Шелихан // Проблемы интродукции растений и сохранения биологических ресурсов, материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Воронеж, 21 ноября 2023 г. – Изд-во Цифровая полиграфия. 2023. – С. 221–224.
9. Шелихан, Л.А. Регенерация папоротников в культуре *in vitro* посредством зеленых глобулярных тел / Л.А. Шелихан // Физиология растений. – 2023. – Т. 70, № 2. – С. 160–170.
10. Храпко, О.В. Семейство Вудсиевые – биологическое разнообразие и место в дальневосточной птеридофлоре // Бюллетень БСИ ДВО РАН. – 2016. – Вып. 16. – С. 1–6.
11. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiologia Plantarum. – 1962. – Vol. 15. – P. 473–497.
12. Nayar, B.K. Gametophytes of homosporous ferns / B. K. Nayar, S. Kaur // The Botanical Review. – 1971. – Vol. 37. – P. 295–396.
13. Shelikhan, L.A. *In vitro* culture of the rare fern *Polystichum craspedosorum* (Maxim.) Diels / L.A. Shelikhan // Botanica Pacifica. – 2020. – Vol. 9, № 1. – P. 91–95.

ЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА (ГБС РАН) ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЦЕННЫХ ПЕТРОФИТНЫХ ТАКСОНОВ ФЛОРЫ ООПТ РОССИИ

Шустов М.В.¹, Мамонтов А.К.², Зуева М.А.², Стогова А.В.²

¹*Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия*

²*Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия*

veidelev@rambler.ru

Аннотация. Лаборатория природной флоры – основной опорный пункт сохранения петрофитных видов ООПТ в структуре ГБС РАН, где с 2009 г. проводится работа по их адаптации в условиях Москвы в искусственных, но аналогичных природным местообитаниях. Всего в ГБС РАН нами было испытано более 24 таксонов флоры из 9 ООПТ. Основные аспекты биологии и фенологии рассмотренных видов в ГБС, важные для воспроизводства в культуре схожи с таковыми в природе.

Ключевые слова: природная флора, петрофитные таксоны, ООПТ, репатриация

THE IMPORTANCE OF THE NATURAL FLORA LABORATORY OF THE MAIN BOTANICAL GARDEN NAMED AFTER N.V. TSITSIN (GBG RAS) FOR THE CONSERVATION OF VALUABLE PETROPHYTE TAXA OF THE FLORA OF PROTECTED NATURE AREAS OF RUSSIA

Shustov M.V.¹, Mamontov A.K.², Zueva M.A.², Stogova A.V.²

¹*Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia*

²*The main botanical garden named after N.V. Tsitsina RAS, Moscow, Russia*

veidelev@rambler.ru

Abstract. The Natural Flora Laboratory is an important support center for the conservation of petrophytic species in protected areas within the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. Since 2009, work has been underway to adapt them to Moscow's conditions in artificial, but similar, habitats. In total, we have tested more than 24 flora taxa from nine protected areas at the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. The key aspects of biology and phenology of the species examined in the Main Botanical Garden, which are important for reproduction in culture, are similar to those in the wild.

Keywords: natural flora, petrophyte taxa, protected areas, repatriation

Роль ГБС РАН в сохранении биоразнообразия трудно переоценить, и особое значение в его структуре имеет лаборатория природной флоры, где с 1945 г. ведется планомерная работа по сохранению растений различных природно-климатических зон Евразии (Культиасов, 1952, Трулевич, 2007, Швецов и др., 2013). Более полному раскрытию природоохранного потенциала данного структурного подразделения способствует привлечение редких стенотопных групп видов, формирующих наиболее ценную фракцию таксонов на государственном уровне. Работа по сохранению *ex situ* ряда редких петрофитных таксонов из ООПТ различного статуса: биосферных заповедников, природных и национальных парков, природных и ландшафтных заказников России, начата нами в 2009 г. на экспериментальном участке лаборатории. Опыты адаптации в условиях ГБС РАН (Москва) прошли образцы растений из природных резерватов Центральной России, Северного Кавказа, Северного Причерноморья, включая Крым, Южной Сибири (Табл.). Основная проблема, возникающая при культивировании петрофитных видов в пространстве равнин – это отсутствие подходящих аналогов местообитаний, что требует проведения специальных агротехнических мероприятий. Изученные в культуре таксоны позволили сделать важные выводы о возможности сохранения в урбанизированной среде

мегаполиса как наиболее значимых и ценных для флоры страны исчезающих таксонов, так и более распространенных видов, сохранение которых может быть обусловлено иными целями.

Пример функционирования некоторых заповедников свидетельствует о том, что действие негативных антропогенных факторов может стать обстоятельством непреодолимой силы и устойчиво препятствовать сохранению заповедных местообитаний, естественному и полноценному воспроизведению высокоценных объектов флоры, в таких случаях методы сохранения *ex situ* становятся особо актуальными. В связи с этим в июле 2013 г. между Главным ботаническим садом им. Н.В. Цицина РАН и Жигулёвским государственным заповедником им. И.И. Спрыгина заключен договор о сотрудничестве в области исследования современного состояния и сохранения генофонда редких исчезающих видов флоры Жигулевской возвышенности *ex situ* и возможностей дальнейшей репатриации некоторых из них (Шустов, Мамонтов, 2014).

Таблица. Перечень ООПТ России и петрофитные таксоны флоры с их территорий, прошедшие успешную адаптацию в условиях ГБС РАН

Название ООПТ	Петрофитные таксоны природной флоры
Заповедник Белогорье (Ямская степь, Стенки-Изгорья, природный парк Ровеньский)	<i>Artemisia salsoloides</i> Willd., <i>Daphne sophia</i> Kalenicz. <i>Ephedra distachya</i> L. <i>Genista tanaitica</i> P. Smirn., <i>Hedysarum ucranicum</i> Kaschm.
Жигулевский государственный природный биосферный заповедник им. И.И. Спрыгина	<i>Astragalus zingeri</i> Korsh., <i>Allium globosum</i> M. Bieb. ex Redoute, <i>Astragalus helmii</i> Fisch., <i>Dianthus acicularis</i> Fisch. ex Ledeb., <i>Clausia aprica</i> (Seph.) Korn.-Tr., <i>Globularia bisnagarica</i> L., <i>Koeleria sclerophylla</i> P.A. Smirn.
Центрально-Чернозёмный природный биосферный заповедник им. профессора В.В. Алехина	<i>Daphne cneorum</i> L., <i>Schivereckia podolica</i> (Besser) Andr. ex DC.
Заповедник Утриш	<i>Astragalus utriger</i> Pall.
Тункинский национальный парк	<i>Chamaenerion latifolium</i> (L.) Sweet, <i>Fritillaria dagana</i> Turcz. ex Trautv.
Кисловодский национальный парк	<i>Inula ensifolia</i> L., <i>Merendera trigyna</i> (Steven ex Adams) Stapf
Заказник Вейделевский	<i>Paeonia tenuifolia</i> L., <i>Adonis vernalis</i> L.
Мыс Фиолент (ландшафтный заказник)	<i>Chrysojasminum fruticans</i> (L.) Banfi, <i>Iris pumila</i> L.
Щербаковская балка (ландшафтный памятник природы)	<i>Cotoneaster alaunicus</i> Golitsin

В ходе обследования петрофитных степей Жигулёвского заповедника нами были выявлены популяции редких видов: *Ephedra distachya* L., *Astragalus testiculatus* Pall., *Galatella* × *crinitoides* Novorokr. и ряд других популяций, состояние которых подрывает усиливающаяся рекреационная активность, что вероятно негативно скажется на разнообразии флоры в будущем. Образцы видов особо уязвимых популяций, с экстремально низкой численностью: *Astragalus helmii*, *Astragalus zingeri*, *Dianthus acicularis* и ряд др. (Табл.) было решено испытать в условиях ГБС РАН для понимания оптимальных и эффективных подходов сохранения подобных таксонов вне естественного ареала. Подобная работа была проведена и в других ООПТ, всего в ГБС РАН нами было испытано более 24 таксонов флоры из 9 ООПТ.

Многие аспекты биологии и фенологии рассмотренных видов в ГБС, важные для воспроизводства в культуре, схожи с таковыми в природе, например, у *Dianthus acicularis* в благоприятных условиях роста и развития формируется много невыполненных семян, в неблагоприятных условиях формируется мало семян, при этом доля невыполненных семян незначительная, что отмечается и другими исследователями (Верещак, Ишмуратова, 2009). Качество и количество плодов вымирающего вида *Daphne sophia*, наблюдаемого на протяжении ряда лет одинаково низкое в природе и в условиях ГБС. Полученные в лаборатории природной флоры результаты позволяют сформировать полноценную ресурсную базу для возможной репатриации особо ценных таксонов.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках темы государственного задания: «Биологическое разнообразие, ресурсный потенциал и сохранение природной и культурной флоры в условиях климатических и антропогенных изменений», № госрегистрации 126020916823-0.

Библиографический список:

1. Верещак Е. В., Ишмуратова М. М. Оценка состояния ценопопуляций *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb. в ходе мониторинговых исследований на Южном Урале // Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург, 2009. – № 6. – С. 103–105.
2. Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в акклиматизации растений природной флоры СССР // В кн.: Тезисы докладов на совещании представителей ботанических садов. М., 1952. С. 10–12.
3. Трулевич Н.В. и др. Ботанико-географические экспозиции растений природной флоры. Итоги сохранения биоресурсов ex situ. М.: ГЕОС, 2007. – 225 с.
4. Швецов А.Н. и др. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2013. – 657 с.
5. Шустов М.В., Мамонтов А.К. Экспедиция в Жигулевский государственный природный биосферный заповедник им. И.И. Спрыгина // Совет ботанических садов стран СНГ при Международной ассоциации академий наук. Информационный бюллетень, 2014. – Вып. 2 (25). – С. 65–69.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Сборник статей участников Всероссийской научной конференции с международным участием

«СТРАТЕГИЯ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ: СОХРАНЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ, РАЗВИТИЕ»,

посвященной 95-летию со дня рождения академика РАН Льва Николаевича Андреева

Россия, Москва, 20–24 июля 2026 г.

Ответственный редактор – Крючкова В.А.

Подготовка материалов к печати – Горбунова Е.О.

Ответственность за достоверность материалов в опубликованных статьях несут их авторы

SCIENTIFIC PUBLICATION

Collection of articles by participation of the All-Russian Scientific Conference with international participation

"STRATEGY OF BOTANICAL GARDENS: CONSERVATION, STUDY, DEVELOPMENT",

dedicated to the 95th anniversary of the birth of Academician of the Russian Academy of Sciences

Lev Nikolaevich Andreev

Responsible editor – Kryuchkova V.A.

Preparation of materials for printing – Gorbunova E.O.

The authors are responsible for the accuracy of the materials in the published articles.

ISBN

ISBN 978-5-6053163-4-3



9 785605 316343 >