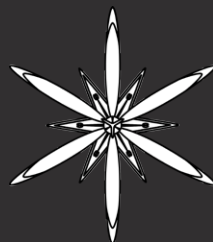
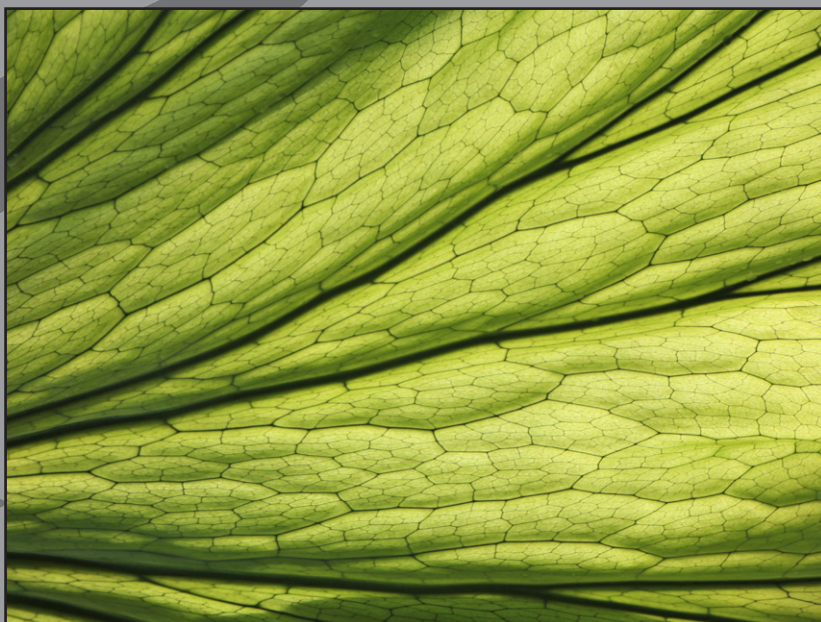


# MODERN PHYTOMORPHOLOGY



ISSN 2226-3063  
e-ISSN 2227-9555



Volume 6

2014



# Scratchpads

biodiversity online

**Scratchpads** is an **open source** and **free to use** platform that enables you to work in a collaborative online environment.

With a Scratchpad you can easily create your own website to **structure, manage, link** and **publish** your **biodiversity** data.

Currently with more than 7,000 active users from all over the world forming 640 communities, Scratchpads hold data for 190,000 taxa.

Start your Scratchpad site now  
<http://scratchpads.eu>

### A place for your data



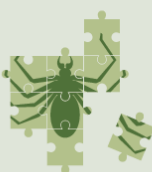
Create and manage different types of biodiversity data online. Scratchpads store all kinds of biodiversity data from taxonomies, media, literature and pages to species descriptions, observations, morphological and ecological traits, and more!

### A collaborative environment



An extensive suite of communication tools, including forums, blogs, newsletters and content feedback allow you to nurture and sustain vital online discussions with your peers.

### A link to big data



Scratchpads are built to easily share and link your data with all the major biodiversity repositories including: Encyclopedia of Life (EOL), IUCN Red List, the Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Biodiversity Heritage Library (BHL) and the Bibliography of Life.

### A publication platform



A work environment to bring together your community's data, easily compile manuscripts and directly send them to be published in a peer-reviewed and open-access journal. Take credit for all your work, no matter how big it is!

Scratchpads are being developed since 2007 under several UK and EU projects and are currently supported by the Natural History Museum of London.

**Kew**  
PLANTS PEOPLE  
POSSIBILITIES



UNIVERSITY OF  
**OXFORD**

**N** NATURAL  
HISTORY  
MUSEUM



Головний редактор: ТАСЕНКЕВИЧ Л.О. Львівський національний університет імені Івана Франка  
Заступник редактора: КОНДРАТЮК С.Я. Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
Відповідальний секретар: НОВІКОВ А.В. Державний природознавчий музей НАН України

*Редакційна колегія:*

БЕРКО Й.М.	Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького
БУДЖАК В.В.	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
БУХТІЯРОВА Л.М.	Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
ДАНИЛЮК К.М.	Державний природознавчий музей НАН України
ДЕРОА Т.	Національний природознавчий музей, Париж, Франція
ЕБЕРВАЙН Р.	Ботанічний центр Карінтії, Клягенфурт-на-Вьортер-Зе, Австрія
КАЛІНОВИЧ Н.О.	Львівський національний університет імені Івана Франка
КЛИМИШИН О.С.	Державний природознавчий музей НАН України
КОРЖЕНЕВСЬКИЙ В.В.	Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр
КОЖЕНЯК Й.	Інститут охорони природи ПАН, Краків, Польща
ЛОБАЧЕВСЬКА О.В.	Інститут екології Карпат НАН України
ЛЯХ А.М.	Інститут біології південних морів ім. О.О. Ковалевського НАН України
МАМУР З.І.	Львівський національний університет імені Івана Франка
МІТКА Ю.	Інститут ботаніки ПАН, Краків, Польща
ОДІНЦОВА А.В.	Львівський національний університет імені Івана Франка
ОСТАШ Б.О.	Львівський національний університет імені Івана Франка
ПЕРУЦЦІ А.	Університет Пізи, Піза, Італія
САВІНИХ Н.П.	Вятський державний університет, Кіров, Росія
ТЕРЕК О.І.	Львівський національний університет імені Івана Франка
Т'ЄЗІ А.	Університет Тусції, Вітербо, Італія
ФЕДОРЕНКО В.О.	Львівський національний університет імені Івана Франка
ЦАРИК Й.В.	Львівський національний університет імені Івана Франка
ЧЕРНОБАЙ Ю.М.	Державний природознавчий музей НАН України
ЧОРНЕЙ І.І.	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
ШИПУНОВ О.Б.	Державний університет Майнота, Майнот, США
ШЕВЧЕНКО С.В.	Нікітський ботанічний сад – Національний науковий центр
ЩЕПАНАК К.	Інститут ботаніки ПАН, Краків, Польща

Рекомендовано до друку Вченою радою Державного природознавчого музею НАН України, протокол №2 від 12 березня 2014 р.

**Сучасна Фітоморфологія:** Матеріали 3-ї міжнародної наукової конференції з морфології рослин (Львів, 13-15 травня 2014 р.). – Львів, 2014. – Т. 6. – 366 с.

Індексується у algaeBASE, BASE, CABI, CaRLO, CiteFactor, COPAC, CORE, DOAJ, DRJI, EBSCO, E-journals, EZB, Genamics JournalSeek, Global Impact Factor, Google Scholar, Index Copernicus, IPNI, Vifabio, WorldCat, WorldWideScience.

[www.phytomorphology.org](http://www.phytomorphology.org)

© Сучасна Фітоморфологія

© Державний природознавчий музей НАН України

Технічний редактор  
Верстка  
Дизайн  
Фото обкладинки

НОВІКОВ А.В.  
НОВІКОВ А.В.  
НОВІКОВА-СУП М.Р., НОВІКОВ А.В.  
© НОВІКОВА-СУП М.Р., 2013



*Editor-in-Chief*  
*Editorial Assistant*  
*Executive Editor*

TASENKEVICH L.O.  
KONDRATYUK S.YA.  
NOVIKOFF A.V.

*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*M.G. Kholodny Institute of Botany NASU, Kyiv, Ukraine*  
*State Natural History Museum NASU, Lviv, Ukraine*

*Editorial Board*

BERKO YO.N.  
BUDZHAK V.V.  
BUKHTIYAROVA L.N.  
DANYLUK K.N.  
DEROIN T.  
EBERWEIN R.  
KALINOVYCH N.O.  
KLYMYSHYN A.S.  
KORZHENEVSKY V.V.  
KORZENIAK J.  
LOBACHEVSKA O.V.  
LYAKH A.M.  
MAMCHUR Z.I.  
MITKA J.  
ODINTSOVA A.V.  
OSTASH B.O.  
PERUZZI L.  
SAVINYKH N.P.  
TEREK O.I.  
TIEZZI A.  
FEDORENKO V.A.  
TSARYK YO.V.  
CHERNOBAY YU.M.  
CHORNEJ I.I.  
SHIPUNOV A.  
SHEVCHENKO S.V.  
SZCZEPANEK K.

*S.Z. Gzhytskyj Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine*  
*Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*  
*M.G. Kholodny Institute of Botany NASU, Kyiv, Ukraine*  
*State Natural History Museum NASU, Lviv, Ukraine*  
*National Museum of Natural History, Paris, France*  
*Carinthian Botanic Center, Klagenfurt am Woerthersee, Austria*  
*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*State Natural History Museum NASU, Lviv, Ukraine*  
*Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Centre, Yalta, Ukraine*  
*Institute for Nature Conservation PAS, Cracow, Poland*  
*Institute of Ecology of the Carpathians of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine*  
*A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas NASU, Sevastopol, Ukraine*  
*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*Institute of Botany PAS, Cracow, Poland*  
*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*University of Pisa, Pisa, Italy*  
*Vyatka State University, Kirov, Russia*  
*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*Tuscia University, Viterbo, Italy*  
*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine*  
*State Natural History Museum NASU, Lviv, Ukraine*  
*Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*  
*Minot State University, Minot, USA*  
*Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Centre, Yalta, Ukraine*  
*Institute of Botany PAS, Cracow, Poland*

*Approved for publication by Scientific Council of the State Natural History Museum NAS Ukraine, protocol Nr.2 on March 12, 2014*  
**Modern Phytomorphology.** 3<sup>rd</sup> International Scientific Conference on Plant Morphology (13-15 May 2014, Lviv, Ukraine). – Lviv, 2014. – Vol. 6. – 366 p.

Indexed in algaeBASE, BASE, CABi, CaRLO, CiteFactor, COPAC, CORE, DOAJ, DRJI, EBSCO, E-journals, EZB, Genamics JournalSeek, Global Impact Factor, Google Scholar, Index Copernicus, IPNI, Vifabio, WorldCat, WorldWideScience.

[www.phytomorphology.org](http://www.phytomorphology.org)

© Modern Phytomorphology

© State Natural History Museum NAS Ukraine

*Technical Editor*  
*Layout*  
*Design*  
*Cover photo*

NOVIKOFF A.V.  
NOVIKOFF A.V.  
NOVIKOFF-SUPP M.R., NOVIKOFF A.V.  
© NOVIKOFF-SUPP M.R., 2013



Ivan Franko National University of Lviv Biological Faculty Department of Botany	Львівський національний університет імені Івана Франка біологічний факультет кафедра ботаніки	Львовский национальный университет имени Ивана Франко биологический факультет кафедра ботаники
State Natural History Museum NAS of Ukraine	Державний природознавчий музей НАН України	Государственный природоведческий музей НАН Украины
Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine	Інститут екології Карпат НАН України	Институт экологии Карпат НАН Украины
Lviv Branch of Ukrainian Botanical Society	Львівське відділення Українського ботанічного товариства	Львовское отделение Украинского ботанического общества

## ACKNOWLEDGMENTS

### Подяки

### БЛАГОДАРНОСТИ

We express our sincere gratitude to the reviewers who have taken part in the preparation of the volumes:

Висловлюємо щиру вдячність рецензентам, що прийняли участь у підготовці видання:

Выражаем искреннюю благодарность рецензентам, принявших участие в подготовке издания:

EVERWEIN R.  
MITKA J.  
RACHSCHWOELL C.  
БОРСУКЕВИЧ Л.М.  
ВОЛОЩУК К.В.  
ГОНЧАРЕНКО В.І.  
ДАНИЛЮК К.М.  
ДАНЧЕНКО М.  
ДИКІЙ О.О.

КАЛІНОВИЧ Н.О.  
КУЗЯРИНУ О.Т.  
ЛЯХУ А.М.  
МІХЕЄВИЙ Т.М.  
ОДІНЦОВІЙ А.В.  
ОМЕЛЬЧУК О.С.  
ПАЦУЛІ О.І.  
ПІРОГОВУ М.В.  
ПОЧИНОК Т.В.

ПРОКОПІВУ А.І.  
РАГУЛІНІЙ М.Є.  
РОМАНЮК Н.Д.  
СВІРІД А.А.  
ТАСЕНКЕВИЧ Л.О.  
ТЕРЕК О.І.  
ШЕВЧЕНКО С.В.

**CONTENTS**  
**ЗМІСТ**  
**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ŠTRBA T., ASCHENBRENNER Š.</b> Morphometric traits of <i>Picea abies</i> L. and <i>Pinus sylvestris</i> L. on the copper dump-field Maximilián in Špania Dolina (Starohorské vrchy Mts., Slovakia).....	11
<b>SMIRNOV O.E., KOSYAN A.M., KOSYK O.I., TARAN N.YU.</b> Buckwheat stomatal traits under aluminium toxicity .....	15
<b>POPIELARSKA-KONIECZNA M., KOZIERADZKA-KISZKURNO M., MARCIŃSKA I., KWOLEK D., ŚLESAK H.</b> Isolated endosperm tissue as a model for experimental botany.....	19
<b>SULBORSKA A., KONARSKA A., CHMIELEWSKI P.</b> Morphology and histochemistry of glandular trichomes of <i>Orobanche alba</i> Stephan ex Willd.....	21
<b>SULBORSKA A., KONARSKA A., CHMIELEWSKI P.</b> Micromorphology of flowers and the structure of floral nectaries in <i>Orobanche alsatica</i> Kirschl. ....	23
<b>ŚLESAK H., DZIEDZIC K., KWOLEK D.</b> <i>In vitro</i> organogenesis in <i>Rumex thyrsoiflorus</i> Fingerh. – problems of sex ratios.....	25
<b>ŚLESAK H., LISZNIANŃSKA M., POPIELARSKA-KONIECZNA M., ŚLESAK I.</b> Hybrid sorrel ( <i>Rumex tianschanicus</i> × <i>Rumex patientia</i> ) a high biomass yielding plant as an interesting object of physiological research .....	29
<b>TULEJA M., ŚLESAK H., MUSIAŁ K., JOACHIMIĄK A.J.</b> Molecular, histological and embryological analysis of regenerants obtained during <i>in vitro</i> culture of immature embryos of apomictic <i>Taraxacum belorussicum</i> Val. N. Tikhom.....	33
<b>TULEJA M., CHMIELEWSKA A., PŁACHNO B.J.</b> The preliminary attempts of <i>in vitro</i> regeneration from petioles of recalcitrant species of <i>Cephalotus follicularis</i> Labill.....	37
<b>TULEJA M., KRUPA A., GÓRALSKI G., PŁACHNO B.J.</b> Morphological and histological events in the preliminary tissue culture of haploid and diploid <i>Pelargonium zonale</i> var. 'Kleiner Liebling' .....	39
<b>BIZAN J., DENYSENKO M., KWOLEK D., JOACHIMIĄK A.J.</b> Sex ratio of <i>Rumex acetosa</i> seeds obtained from pollination within and between populations.....	41
<b>GOLIVETS M.</b> Variation in quantitative seed traits of <i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et A. Gray (Cucurbitaceae).....	43
<b>CHWIL M.</b> Micromorphology of pollen grains of three cultivars of <i>Prunus armeniaca</i> L.....	45
<b>CHWIL M.</b> The nectary structure and nectar production in flowers of <i>Daphne mezereum</i> L.....	47
<b>WERYSZKO-CHMIELEWSKA E., CHWIL M.</b> Micromorphology of the floral nectary of red horse chestnut ( <i>Aesculus ×carnea</i> Hayne) .....	49
<b>WERYSZKO-CHMIELEWSKA E.</b> The anatomy and ultrastructure of the nectaries and osmophores of water forget-me-not ( <i>Myosotis scorpioides</i> L.) .....	51

<b>NIKOLAIEVA N., BRINDZA J., GARKAVA K., OSTROVSKY R.</b> Pollen features of hazelnut ( <i>Corylus avellana</i> L.) from different habitats .....	53
<b>CHKHAIDZE N., GOGINASHVILI N., ZURABISHVILI M., MANVELIDZE Z.</b> Some morphological and anatomical descriptions of seed in <i>Galanthus woronowii</i> Losinsk. from Western Georgia .....	59
<b>TOMASZEWSKA P., KOSINA R.</b> Microstructural and cytogenetic disorders in endosperm of an <i>Avena fatua</i> × <i>A. sterilis</i> hybrid .....	67
<b>GĖBURA J., WINIARCZYK K.</b> Reproductive biology of <i>Tinantia anomala</i> (Torr.) C.B. Clarke ....	69
<b>GĖBURA J., WINIARCZYK K., KLOC A.</b> Microsporogenesis in two types of anther in <i>Tinantia anomala</i> (Torr.) C.B. Clarke.....	71
<b>Jura-Morawiec J., Tulik M.</b> Morpho-anatomical characteristics of the cork of <i>Dracaena draco</i> L. tree regarding the production of dragon's blood.....	73
<b>JURA-MORAWIEC J., WILAND-SZYMAŃSKA J.</b> A contribution to understanding the structure of amphivasal secondary bundles in monocotyledons .....	75
<b>Tulik M.</b> Does the structure of wood contribute to understanding the oaks decline phenomenon? .....	77
<b>YAMAN B.</b> Anatomical differences between stem and branch wood of <i>Ficus carica</i> L. subsp. <i>carica</i> .....	79
<b>DMITRUK M., HARATYM W.</b> Morphological differentiation of non-glandular and glandular trichomes on <i>Marrubium vulgare</i> L.....	85
<b>JOPEK M., DĄBROWSKA M.</b> Searching for SCAR markers needed for diversification of three groups within <i>Ranunculus trichophyllus</i> (Ranunculaceae, subgen. <i>Batrachium</i> ).....	87
<b>KASPRZYK A., MYŚLIWIEC D., SZCZUKA E.</b> Studies on suspension culture of virginia mallow .....	89
<b>KASPRZYK A., LESZCZUKA., SZCZUKA E.</b> Virginia mallow ( <i>Sida hermaphrodita</i> (L.) Rusby) – properties and application.....	91
<b>BERADZE L., GABAIDZE M.</b> About <i>Apiospora phyllostachidis</i> , a new representative of mycobiota .....	93
<b>HADIZADEH F., SAEIDI MEHRVARZ S., MIRPOUR M.S.</b> Effect of <i>Bacillus</i> spp. on seed germination of selected species of the genus <i>Cuscuta</i> (Convolvulaceae) .....	97
<b>ZAWITKOWSKI J.</b> The efficiency of infection of the greater wax moth ( <i>Galleria mellonella</i> L.) caterpillars by entomopathogens isolated from soils of selected parks of the Mokotów District in Warsaw .....	103
<b>ZHUK I.V., LISOVA G.M., DOVGAL Z.M., DMITRIEV A.P.</b> The induction of <i>Triticum aestivum</i> L. tolerance to <i>Septoria tritici</i> by oxalic acid.....	105
<b>ZHUK O.I.</b> The stem structure of <i>Triticum aestivum</i> L. under different mineral nutrition.....	109
<b>TERLECKI K., CHWIL P., SOBSTYL J., SOBSTYL P., KOTUŁA L., KOCKI J.</b> Genetically engineered rice. The source of β-carotene.....	115
<b>CHWIL P., TERLECKI K., SOBSTYL J., SOBSTYL P., KOTUŁA L., KOCKI J.</b> <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. and <i>C. oxyacantha</i> L. Medical applications of quercetin.....	117

<b>CHWIL P., TERLECKI K., SOBSTYL J., SOBSTYL P., KOTUŁA L., KOCKI J.</b> <i>Melissa officinalis</i> L. extract – an effective remedy.....	119
<b>KOTUŁA L., SOBSTYL P., SOBSTYL J., CHWIL P., TERLECKI K., KARWAT J., GIL-KULIK P., NIEDOJADŁO A., KOCKI J.</b> Application of medical cannabis in patients with the neurodegeneration disorders .....	121
<b>KIRYANOVA V.A., ВАБАЕВА E.U.</b> Comparison of anatomical characteristics of leaves and flowers of <i>Crataegus</i> and some species of Rosaceae family .....	123
<b>ВУЧКОВА Y.O., ВАБАЕВА H.Y., DEVIATOV A.G.</b> Pharmacognostical study of achenes of some plants from Asteraceae family .....	125
<b>АНТОНОВА E.B.</b> Морфология микростробилов подрода <i>Sabina</i> рода <i>Juniperus</i> .....	127
<b>ANTONOVA E.</b> Microstrobiles morphology in <i>Juniperus</i> subgen. <i>Sabina</i> .....	127
<b>ДЪЯКОВА И.Н.</b> Морфология пыльцы видов рода <i>Malus</i> Mill. ....	129
<b>ДУАКОВА I.</b> Pollen morphology of the genus <i>Malus</i> Mill. ....	129
<b>АСТАПЕНКО H.A., ТЕПЛИЦКАЯ Л.М.</b> Биоморфометрические исследования семян <i>Cephalanthera damasonium</i> (Orchidaceae) с целью оптимизации семенного асимбиотического размножения <i>in vitro</i> .....	133
<b>АСТАРЕНКО N., ТЕРЛИТСКАЯ L.</b> Biomorphometric researches of the seeds of <i>Cephalanthera damasonium</i> (Orchidaceae) to optimize the seed asymbiotic reproduction <i>in vitro</i> .....	133
<b>МИРОШНИЧЕНКО H.H.</b> К вопросу о семенной продуктивности некоторых видов рода <i>Campanula</i> L. ....	135
<b>MIROSHNICHENKO N.N.</b> Toward the seed reproduction of some species from genus <i>Campanula</i> L. ....	135
<b>ЖАЛДАК С., КУХАРСКА А.З., ПИОРЕЦКИЙ H., БУГАРА И.</b> Оценка морфометрических параметров плодов <i>Cornus mas</i> L. в ценопопуляциях в Крыму.....	137
<b>ZHALDAK S., KUCHARSKA A.Z., PIÓRECKI N., BUGARA I.</b> Evaluation of morphometric parameters of <i>Cornus mas</i> L. fruits from coenopopulations in Crimea .....	137
<b>ТРУСОВ H.A.</b> Морфолого-анатомическое строение и развитие ариллуса <i>Viola odorata</i> L. (Violaceae).....	141
<b>TRUSOV N.A.</b> Aril morpho-anatomical structure and development of <i>Viola odorata</i> L. (Violaceae).....	141
<b>ХРЫНОВА Т.Р., МАРКЕЛОВ И.Н.</b> Особенности строения цветка представителей рода <i>Primula</i> L. коллекции НИИ БС ННГУ .....	143
<b>HRYNOVA T.R., MARKELOV I.N.</b> Features of the flower's structure in the genus <i>Primula</i> L. from collections of Research Institute of BG UNN.....	143
<b>ИВАЩЕНКО А.А.</b> Количественные показатели тератологической изменчивости казахстанских тюльпанов в природе и культуре .....	151
<b>IVASHCHENKO A.</b> Quantitative indicators of teratological variability of Kazakhstan tulips in nature and in culture.....	151
<b>ГЛУХОВ А.З., СТРЕЛЬНИКОВ И.И.</b> Машинная классификация видов рода <i>Ficus</i> L. на основе форм листовых пластинок .....	155
<b>GLUHOV A.Z., STRELNIKOV I.I.</b> Computer aided identification of the <i>Ficus</i> L. species by the lamina shape .....	155
<b>НИКОЛАЕВА H.H.</b> Морфологические формы карельской березы.....	161
<b>NIKOLAIEVA N.N.</b> Morphological forms of Karelian birch.....	161



<b>НИКОЛАЕВА Н.Н., ВОРОБЬЕВ В.В.</b> Морфология коры <i>Betula pendula</i> var. <i>carelica</i> на прегенеративном этапе.....	167
<b>NIKOLAIEVA N.N., VOROBIEV V.V.</b> Morphology of <i>Betula pendula</i> var. <i>carelica</i> bark at the pre-reproductive stage.....	167
<b>КОБЕЧИНСКАЯ В.Г., ОТУРИНА И.П., ЛИТВИНОВА М.П.</b> Особенности биоморфологической структуры степных фитоценозов Опукского природного заповедника.....	175
<b>KOBESHINSKAYA V., OTURINA I., LITVINOVA M.</b> Features of biomorphological structure of the steppe phytocenoses of Opuk Natural Reserve.....	175
<b>НЕВИДОМОВА Е.В.</b> Морфологическая характеристика экологических ареалов дубрав природоохранной территории Нижегородского мегаполиса «Стригинский Бор».....	181
<b>NEVIDOMOVA E.V.</b> Morphological characteristic of ecological areals of the oak forest on the territory of "Stryginsky Bor".....	181
<b>ДАВИТАДЗЕ М., МИКЕЛАДЗЕ И., БОЛКВАДЗЕ Г., МЕТРЕВЕЛИ М., ЧАГАЛИДЗЕ Р.</b> Жизненные формы инвазивных травянистых растений Южной Колхиды.....	189
<b>DAVIDADZE M., MICKELADZE I., BOLKVADZE G., METREVELI M., CHAGALIDZE R.</b> Life forms of invasive herbaceous plants of the South Colchis.....	189
<b>ЧАИДЗЕ Ф., ЦХОИДЗЕ Т.</b> Экофитоморфологические особенности магнолии трёхлепестковой в Батумском ботаническом саду.....	195
<b>TCHAIIDZE F., TSKHOIDZE T.</b> Ecophytomorphological peculiarities of <i>Magnolia tripetala</i> L. at the Batumi Botanical Garden.....	195
<b>ЛАДЫЖЕНКО Т.А.</b> Анатомическая структура листа <i>Nerium oleander</i> L. как отражение его адаптационного потенциала к условиям произрастания.....	197
<b>LADYZHENKO T.</b> Leaf anatomical structure of <i>Nerium oleander</i> L. as a reflection of its adaption potential on habitat.....	197
<b>ЦЫРЕНОВА Д.Ю., КАСАТКИНА А.П.</b> Анатомическая структура <i>Coleanthus subtilis</i> (Tratt.) Seidel в связи с экологией вида.....	201
<b>TZYRENOVA D.J., KASATKINA A.P.</b> Anatomical structure of <i>Coleanthus subtilis</i> (Tratt.) Seidel in context of the species ecology.....	201
<b>АХМЕТОВА А.Б., МУХИТДИНОВ Н.М., ЫДЫРЫС А.</b> Анатомическая структура виргинильных растений <i>Ikonnikovia kaufmanniana</i> (Regel) Lincz. ....	205
<b>AKHMETOVA A., MUKHITDINOV N., YDYRYS A.</b> Anatomical structure of virginal plants of <i>Ikonnikovia kaufmanniana</i> (Regel) Lincz.....	205
<b>АБИДКУЛОВА К.Т., МУХИТДИНОВ Н.М., АМЕТОВ А.А., ЫДЫРЫС А., КУДАЙБЕРГЕНОВА Н.</b> Морфологические особенности разных возрастных состояний редкого, эндемичного растения <i>Ikonnikovia kaufmanniana</i> (Regel) Lincz. ....	209
<b>ABIDKULOVA K., MUKHITDINOV N., AMETOV A., YDYRYS A., KUDAJBERGENOVA N.</b> Morphological features of different age state of rare, endemic plants <i>Ikonnikovia kaufmanniana</i> (Regel) Lincz.....	209
<b>ШКУРАТОВА Н.В.</b> О формировании кольцевых структур в коре некоторых ив подрода <i>Vetrix</i> .....	217
<b>SHKURATOVA N.V.</b> About formation of circular structures in the bark of willows from the subgenus <i>Vetrix</i> .....	217

<b>ХАЛВАШИ Н., МЕМАРНЕ Г.</b> Морфологические особенности рода фортуNELLA ( <i>Fortunella Swingle</i> ) и перспективы его использования.....	221
<b>KHALVASHI N., MEMARNE G.</b> Morphological peculiarities of the genus <i>Fortunella Swingle</i> and perspectives of its application .....	221
<b>КОНСТАНТИНОВ А.В.</b> Особенности регенерации побегов форсайтии европейской ( <i>Forsythia europaea Degen et Bald.</i> ) в стерильной культуре .....	225
<b>KONSTANTINOV A.V.</b> The features of shoots regeneration of European forsythia ( <i>Forsythia europaea Degen et Bald.</i> ) in sterile culture.....	225
<b>РЕУТ А.А., МИРОНОВА Л.Н.</b> Начальный онтогенез редких видов рода <i>Paeonia L.</i> при интродукции в Башкирском Предуралье.....	231
<b>REUT A.A., MIRONOVA L.N.</b> Initial ontogenesis of rare <i>Paeonia L.</i> species introduced in Bashkir Cis-Urals.....	231
<b>СИЛАЕВА Ж.Г.</b> Поливариантность онтогенеза спорофитов <i>Polypodium vulgare L.</i> .....	235
<b>SILAYEVA Zh.G.</b> Polyvariantness of onthogenesis of <i>Polypodium vulgare L.</i> sporophytes .....	235
<b>ШАМИЛОВ Э., АБДУЛЛАЕВ А., АЗИЗОВ И., САМЕДОВ П.</b> Растительность нефтезагрязненных серо-бурых почв Абшераона и перспективы очищения этих территорий.....	239
<b>SHAMILOV E., ABDULLAYEV A., AZIZOV I., SAMEDOV P.</b> Vegetation of the petropolluted gray-brown soils of Absheron and clarification perspectives of these territories .....	239
<b>КОЛОМІЄЦЬ К.</b> Морфологія пилку деяких представників роду <i>Billbergia Thunb.</i> (Bromeliaceae Juss.) .....	243
<b>КОЛОМІУЕТС Т.</b> Morphology of pollen of some representatives of the genus <i>Billbergia thunb.</i> (Bromeliaceae Juss.) .....	243
<b>БАБИЦЬКИЙ А.І.</b> Порівняльний аналіз плодів декоративних кущових інтродуцентів родини Rosaceae Juss. в умовах Правобережного Лісостепу України.....	251
<b>ВАВУТСЬКИЙ А.І.</b> The comparative carpological analyze of ornamental shrubby introducents from Rosaceae Juss. family in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine ....	251
<b>СКРИПЕЦЬ Х.І., ОДІНЦОВА А.В.</b> Анатомічна структура оплодня <i>Gladiolus imbricatus L.</i> та <i>Iris sibirica L.</i> (Iridaceae).....	257
<b>SKRYPEC S., ODINTSOVA A.</b> Anatomical structure of pericarp in <i>Gladiolus imbricatus L.</i> and <i>Iris sibirica L.</i> (Iridaceae).....	257
<b>ДРЕМЛЮГА Н.Г.</b> Морфологічні особливості чашечки квітки представників підсекції <i>Involucratae</i> (Fom.) Fed. роду <i>Campanula L.</i> флори України .....	259
<b>DREMLIUGA N.G.</b> Morphological peculiarities of calyx in species from <i>Campanula L.</i> subsection <i>Involucratae</i> (Fom.) Fed. in flora of Ukraine .....	259
<b>ПАВЛЕНКО-БАРИШЕВА В.С.</b> Ультраструктура плодів видів секцій <i>Praealtina</i> (Gremli) Schljak. та <i>Echinina</i> (Näeg. et Peter) Schljak роду <i>Pilosella Vaill.</i> флори Криму.....	263
<b>PAVLENKO-BARYSHEVA V.S.</b> The fruit ultrastructure of the species from sections <i>Praealtina</i> (Gremli) Schljak. and <i>Echinina</i> (Näeg. et Peter) Schljak of the genus <i>Pilosella Vaill.</i> in Crimean flora .....	263
<b>КАРПЕНКО Н., БАДАНИНА В.</b> Морфологія представників триби Coronilleae (Adans.) Boiss. (Fabaceae) флори України на ранніх стадіях онтогенезу .....	269
<b>KARPENKO N.I., BADANINA V.A.</b> Morphology of representatives of the tribe Coronilleae (Adans.) Boiss. (Fabaceae) from Ukrainian flora on early stages of ontogenesis .....	269

<b>КАЛАШНИК С.О.</b> Співвідношення площі листків та зелених стебел і ступінь редукції листків у сукулентних рослин роду <i>Euphorbia</i> L. (Euphorbiaceae Juss.) .....	277
<b>KALASHNYK S.O.</b> The area ratio of leaves and green stems and degree of leaves reduction of succulent plants of the genus <i>Euphorbia</i> L. (Euphorbiaceae Juss.) .....	277
<b>КАЛАШНИК Г.В., ГАЙДАРЖИ М.М.</b> Анатомічні дослідження рослин родини Cactaceae Juss.: історичний аспект .....	283
<b>KALASHNYK G.V., GAJDARZY M.M.</b> Anatomical investigation on Cactaceae Juss.: a historical retrospect .....	283
<b>БАГЛАЙ К.</b> Колекція рослин роду <i>Melocactus</i> (Tourn.) Link et Otto (Cactaceae Juss.) та особливості їх розмноження .....	289
<b>BAGLAY K.</b> Collection of plants of the genus <i>Melocactus</i> (Tourn.) Link et Otto (Cactaceae Juss.) and peculiarities of their reproduction .....	289
<b>МИКОЛАЙЧУК В.Г.</b> Морфологія суцвіття та особливості цвітіння <i>Baptisia australis</i> (L.) R.Br. (Fabaceae) при інтродукції у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України .....	293
<b>МИКОЛАЈСЬКИЙ В.Г.</b> Morphology of inflorescence and blooming peculiarities of <i>Baptisia australis</i> (L.) R.Br. (Fabaceae) introduced in M.M. Grishko National Botanical Garden NAS of Ukraine .....	293
<b>КОТЮК Л.А., РАХМЕТОВ ДЖ.Б.</b> Біоморфологічні особливості <i>Lophanthus anisatus</i> Adans при інтродукції в умовах ботанічного саду ЖНАЕУ .....	297
<b>КОТЮК Л.А., РАХМЕТОВ ДЖ.Б.</b> Biomorphological features of <i>Lophanthus anisatus</i> Adans introduced in conditions of ZhNAEU's Botanical Garden .....	297
<b>ЖИЛА А., ТИМЧЕНКО О.</b> Будова пагонової системи <i>Oxalis tetraphylla</i> Cav. ....	303
<b>ZHILA A., TIMCHENKO O.</b> The shoot system structure in <i>Oxalis tetraphylla</i> Cav. ....	303
<b>ПАШКЕВИЧ Н.А.</b> Анатомо-морфологічні адаптації листків <i>Eragrostis minor</i> Host (Poaceae) за різних екологічних умов .....	309
<b>PASHKEVYCH N.A.</b> Anatomical and morphological adaptation of the leaves of <i>Eragrostis minor</i> Host (Poaceae) in different ecological conditions .....	309
<b>НУЖИНА Н.В., РИБАК Л.М., КОНОВАЛОВА О.Ю., МЕНЬШОВА В.О.</b> Анатомія листка <i>Geranium sanguineum</i> L. (Geraniaceae) .....	315
<b>NUZHINA N.V., RYBAK L.M., KONOVALOVA E.Y., MENSHOVA V.O.</b> Leaf anatomy of <i>Geranium sanguineum</i> L. (Geraniaceae) .....	315
<b>СОДЕЛЬ О., ПАЛАМАРЧУК О., ВАКУЛЕНКО Т.</b> Особливості будови листка деяких видів роду <i>Grindelia</i> Willd. (Asteraceae) .....	319
<b>SODEL O., PALAMARCHUK O., VAKULENKO T.</b> Peculiarities of leaf structure of some species of <i>Grindelia</i> Willd. (Asteraceae) .....	319
<b>СКРИПЧЕНКО Н., ВАКУЛЕНКО Т., ДЗЮБА О.</b> Анатомо-морфологічні особливості листка <i>Schisandra chinensis</i> за умов інтродукції у лісостепу України .....	323
<b>SKRYPCHENKO N., VAKULENKO T., DZUBA O.</b> Morpho-anatomical features of <i>Schisandra chinensis</i> leaf under conditions of introduction in forest-steppe of Ukraine .....	323
<b>КЛИМЕНКО О.М.</b> Анатомія плаваючих та підводних листків гетерофільної рослини <i>Nymphaea candida</i> L. ....	327
<b>KLIMENKO E.N.</b> Anatomy of floating and submerged leaves of heterophyllous plant of <i>Nymphaea candida</i> L. ....	327

<b>НЕДУХА О.М.</b> Порівняльне дослідження калози у підводних та повітряних листках <i>Sagittaria sagittifolia</i> L. ....	331
<b>НЕДУКНА О.М.</b> Comparative study of callose in <i>Sagittaria sagittifolia</i> L. submerged and aerial leaves .....	331
<b>НЕДУХА О.М.</b> Участь монолігнінів у природній адаптації <i>Trapa natans</i> L. до водного середовища .....	337
<b>НЕДУКНА О.М.</b> Monolignins participation in nature adaptation of <i>Trapa natans</i> L. to water environment .....	337
<b>ВОДКА М.В., БІЛЯВСЬКА Н.О.</b> Зміни мембранної системи хлоропластів листків гороху під дією інгібіторів карбоангідрази (іонів міді та цинку) .....	343
<b>VODKA M.V., BILYAVS'KA N.O.</b> The changes in the chloroplast membranes of pea leaves under the influence of carbonic anhydrase inhibitors (ions of copper and zinc).....	343
<b>БЕШЛЕЙ З.М., БЕШЛЕЙ С.В., БАРАНОВ В.І., ТЕРЕК О.І.</b> Порівняльний морфометричний аналіз рослин сорго алепського за умов росту на субстратах породного відвалу з додаванням нетрадиційних добрив .....	347
<b>BESHLEY Z.M., BESHLEY S.V., BARANOV V.I., TEREK O.I.</b> Comparative morphometric analysis of <i>Sorghum halepense</i> plants growing on substrates of rock dump with addition of alternative fertilizers .....	347
<b>КРИВА О.І.</b> Вплив транспортного забруднення на морфологію та розвиток плодових тіл <i>Sawadaea bicornis</i> (Erysiphaceae) у місті Львові.....	349
<b>КРУВА О.</b> The influence of transport pollution on morphology and development of ascomata of <i>Sawadaea bicornis</i> (Erysiphaceae) in Lviv city .....	349
<b>БОНДАР Т.І., ТОКОВА В.М.</b> Використання морфологічних критеріїв розвитку мікроміцетів під час оцінки якості поживних середовищ.....	353
<b>BONDAR T.I., TOKOVA V.M.</b> Application of morphological criteria of micromycetes development for estimation of quality of cultural media .....	353
<b>ІВАЩЕНКО І.В., РАХМЕТОВ ДЖ.Б., ІВАЩЕНКО О.А.</b> Фітохімічне дослідження <i>Artemisia dracunculus</i> L. у зв'язку з інтродукцією в умовах Полісся України.....	357
<b>IVASHCHENKO I.V., RAKHMETOV DZ.B., IVASHCHENKO O.A.</b> Phytochemical investigation on <i>Artemisia dracunculus</i> L. due to its introduction in the Ukrainian Polissya .....	357



## MORPHOMETRIC TRAITS OF *PICEA ABIES* L. AND *PINUS SYLVESTRIS* L. ON THE COPPER DUMP-FIELD MAXIMILIÁN IN ŠPANIA DOLINA (STAROHORSKÉ VRCHY MTS., SLOVAKIA)

TOMÁŠ ŠTRBA<sup>1</sup> & ŠTEFAN ASCHENBRENNER<sup>2</sup>

**Abstract.** The main aim of the work was to determine difference in length of needles and annual wood increments of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* L. on the dump-field and for comparison on referential site. We performed 500 measurements of needles for each tree species and for each study area. The annual wood increments were measured on wood bores from five tree individuals from each species and from both study areas – dump-field and referential site. Student *t*-test and indicators of central values evaluated differences of the measured attributes. The results show statistically significant difference at 99% level of confidence for both attributes – length of needles and annual wood increments. The results support the hypothesis about influence of heavy metals on the plants growing.

**Key words:** *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, length of needles, annual wood increments, heavy metals, Špania Dolina

<sup>1</sup> Matej Bel University in Banská Bystrica, Faculty of Natural Sciences, Department of Biology and Ecology, Tajovského str. 40, 974 01 Banská Bystrica, Slovakia; strba.thomas@gmail.com

<sup>2</sup> SVP, š.p., OZ Banská Bystrica, Partizánska cesta str. 69, 974 98 Banská Bystrica, Slovakia; steven.aschenbrenner@gmail.com

### Introduction

Mine waste heap is the habitat with the specific environmental conditions different from their environment. It contains elevated or extreme amounts of heavy metals in comparison with natural content in soil unaffected by human activities. Those habitats are colonized by plants taxa, which can adapt to these conditions by special mechanisms (BANÁSOVÁ 1976). As the heaps are from different time periods, therefore they have developed vegetation in different succession levels. Low cover of vegetation characterizes mine dump-fields, because a species composition is limited by ability of plant adaptation. (BANÁSOVÁ & HAJDÚK 2006).

The aim of the current investigation was to deduce morphometric traits of needles and annual wood increments on *Picea abies* L. and *Pinus sylvestris* L. as typical exponents of the copper dump fields. Results of research should indicate specific features, which are depended with content of the heavy metals on the dump-fields.

### Material and methods

Field research was realized during growing season 2011 (from June to September) on the copper heap Maximilián and neighbor site (reference site). From arbor species we selected *P. abies* and *P. sylvestris*, because of their domination of arbor flora on heap and reference site. We measured 10 individuals from both selected species. On the each individual we measured 50 needles (10 needles per each of five boughs). We measured two-years or multi-years needles from the middle part of bough. Length of needles was measured from its base to the top. Annual wood increments were measured on the barrel bore from phylum of three. Collection of barrel bore we realized on the 5 individuals from the heap as well as the reference site on *P. abies* and *P. sylvestris*. Annual wood increments were measured by sliding caliper with accuracy of 0.05 mm. On the collect of barrel bore we used increment borer. The results of calculations were statistically processed by Student *t*-test. Basic indicators of variability and middle values were showed graphically by Box and Whiskers plots methods.

**Table 1.** Central values, variability and results of Student *t*-test for length of needles on *Picea abies* and *Pinus sylvestris*.

Central values	<i>Picea abies</i>		<i>Pinus sylvestris</i>	
	Heap	Ref. site	Heap	Ref. site
Measurements	500	500	500	500
Average	11.33	19.37	37.2	77.98
Median	11	18	36	76.5
Variance	6.07	15.13	102.37	412.58
Standard deviation	2.46	3.89	10.12	20.31
Coefficient of variation	21.74	20.07	27.2	26.05
<i>t</i> -test (significant level)	0 (99 %)		0 (99 %)	

**Table 2.** Central values, variability and results of Student *t*-test for the annual wood increments on *Picea abies* and *Pinus sylvestris*.

Central values	<i>Picea abies</i>		<i>Pinus sylvestris</i>	
	Heap	Ref. site	Heap	Ref. site
Measurements	169	82	137	102
Average	1.69	4.19	2.05	3.61
Median	1.6	4	1.75	3.1
Variance	0.63	1.28	1.56	4.34
Standard deviation	0.8	1.13	1.25	2.08
Coefficient of variation	46.91	26.99	61.06	57.65
<i>t</i> -test (significant level)	0 (99 %)		0 (99 %)	

The nomenclature of the plant taxa was accepted, following MARHOLD & HINDÁK (1998).

### Floristic-ecological characteristic of the sites

1. Copper heap Maximilián in Špania Dolina, Starohorské vrchy Mts. is mostly rocky and sandy site, at the top of an emerging initiation vegetation successively passing through the coherent vegetation cover with a high representation of the rocks, about 780 m a.s.l., N 48.483282, E 19.080728.

The lichens growing on the heap belong to the genera: *Rhizocarpon*, *Cladonia*, *Cetraria*, *Lecanora* and *Peltigera*. From the mosses the most frequently genera are: *Dicranum*, *Hylocomium*, *Plagiomnium*, *Pleurozium*, *Polytrichum*, *Rhytidiadelphus* and *Thuidium*. The most occurred vascular plants are: *Agrostis*

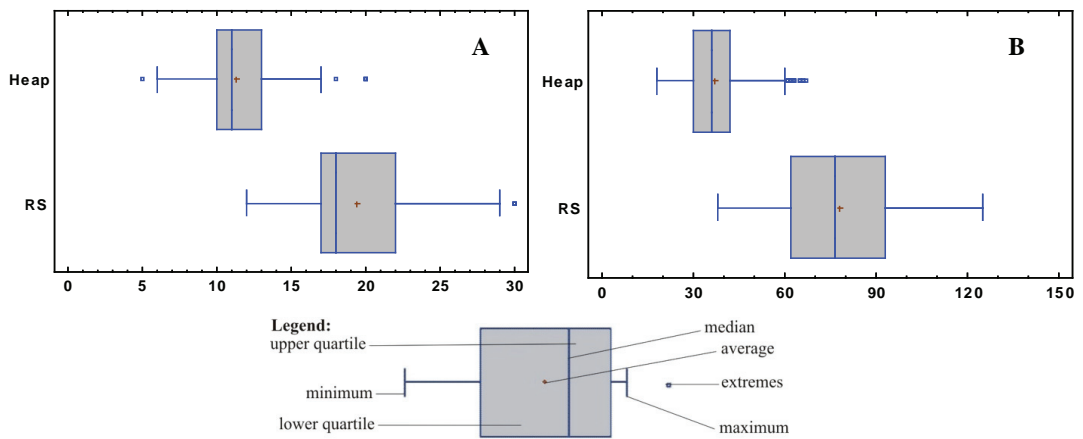
*capillaris* L., *Arabidopsis arenosa* (L.) Lawalrée, *Acetosella vulgaris* (W.D.J. Koch) Fourr., *Silene dioica* (L.) Clairv., *Picea abies* and *Pinus sylvestris* (ASCHENBRENNER *et al.* 2011).

2. Reference site was the forest over the heap (about 75 meters), 250 meters in length, with well developed undergrowth and the low level of rocks and sandy, about 828 m a.s.l., N 48.483745, E 19.081016.

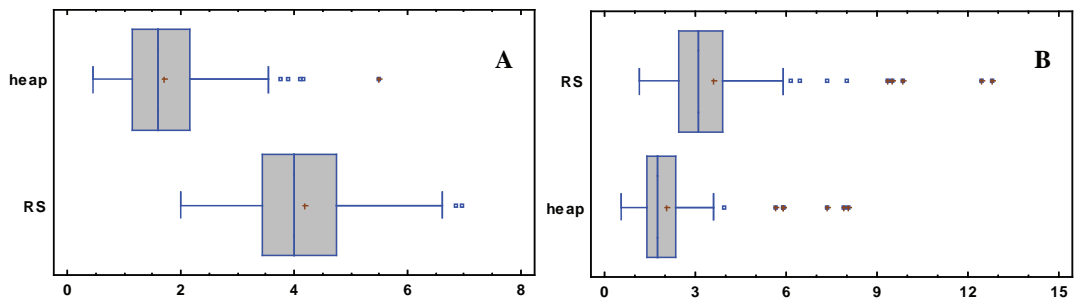
The most occurred species are: *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Abies alba*, *Fagus sylvatica* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Avenella flexuosa* (L.) Drejer, *Calamagrostis* sp., *Oxalis acetosella* L.

### Results

We reviewed homogeneity and variability of length of needles (Tab. 1) and annual wood increments (Tab. 2), which were based on calculated indicators of variability and central



**Fig. 1.** Graphical comparison of length of the needles from the heap and reference site (RS) for the *Picea abies* (A) and *Pinus sylvestris* (B).



**Fig. 2.** Graphical comparison of annual wood increments between the heap and reference site (RS) for the *Picea abies* (A) and *Pinus sylvestris* (B). Legend – see Fig. 1.

values. The average length of needles and annual wood increments were significantly higher on the reference site in the case of both species.

### Length of the needles

These indicators showed that individuals of *P. sylvestris* from reference site had two times longer needles than individuals from the heap, which had smaller needles; likewise *P. abies* from the reference site had longer needles (nearly two times) than individuals from the dump-fields. On the base of the coefficient of variation we can confirm relatively low variability of the length of needles for both species (Fig. 1). Individuals from the heap had shorter needles, however individuals from reference site had always longer needles. Differences in the length of the needles could be caused by increased content of heavy metals in the substrate of the heap.

### Annual wood increments

We recorded relatively increased value of the coefficient of variation in the annual woods increments from the heap (*P. sylvestris* – 61.06; *P. abies* – 46.91) and in the case of *P. sylvestris* from the reference site (57.65). In the case of the *P. abies* from the reference site we did not record relatively high values of the coefficient of variation. Variability of the measured values is showed on Fig. 2. These coefficients of variation confirm increased variability of traits. These differences also could be caused by factors beside the habitats (more rocks, low content of nutrients), increased contents heavy metals in the soil substrate.

### Discussion

One of the main characteristics of the mine heap is high content of rocks, particles largest

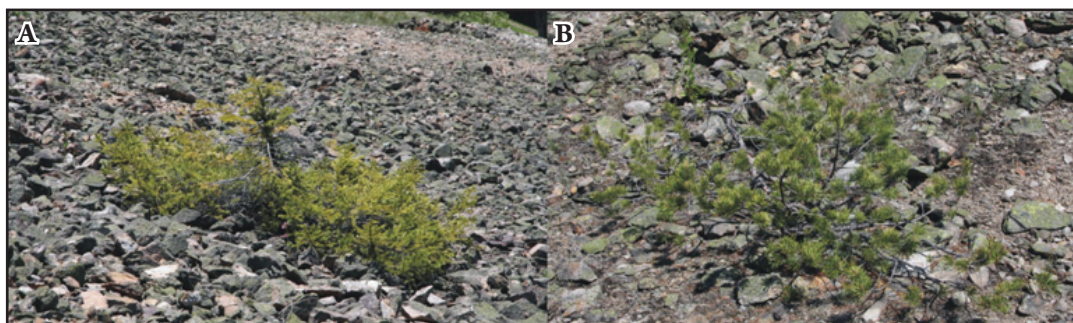


Fig. 3. Habitus of *Picea abies* (A) and *Pinus sylvestris* (B) from the copper heap Maximilián.

than 2 cm (up to 80 %) and low content of nutrients. Old medieval mine heaps generally have higher concentration of heavy metals than heaps created in 20<sup>th</sup> century. This fact can be attributed to advanced technologies of mining and shaping ores (BANASOVÁ 1976; BANASOVÁ & HAJDÚK 2006). Only specific group of species is able to grow in these specific habitats. These plants are more often different from ones growing in natural or semi-natural habitats (PRZEDPELSKA & WIERZBICKA 2007). The species growing on such specific habitats as mine heaps are often characterized by high vitality, which resulting from good adaptation mechanism and ability to eliminate less adapted species (LAMBION & AUQUIER 1963; ERNST 1974; ERNST *et al.* 1992). Influence of heavy metals on plants could be realized through different actions: necrosis on leaves, dwarfed roots and dwarf looks, dieback and dead organs, the size and shape of leaves (needles), lower thickness of annual wood increments etc (CANNON 1960). ANDRÁŠ *et al.* (2007) showed, that *P. sylvestris*, as well as the *P. abies*, on copper mine heap Podlipa (Lubietová village) had significantly smaller needles. It was caused by high level of heavy metals' content (especially Fe) which has a negative impact on the growth of these plants. It was particularly marked also by deformation of top parts of trees up to the stadium called "nest of stork". On the copper mines heaps in Staré hory BANASOVÁ (2006) showed shrubby *P. abies*, which shape was caused by low annual wood increments. Such phenomena we also observed in mine heap Maximilián in Špania Dolina (Fig. 3). As a result, we can suggest, that the toxic influence

of heavy metals is reflected on the length of the needles and annual wood increments.

### Acknowledgements

The work was financially supported by grant scheme APVV-0663-10.

### References

- ANDRÁŠ P., TURISOVÁ I., KRÍŽÁNI I., JELEŇ S. 2007. Obsah ťažkých kovov v rastlinstve na bankských haldách v lokalite Lubietová-Podlipa. *Mineralia Slovaca* **39** (4): 309–322. (in Slovakian)
- ASCHENBRENNER Š., TURISOVÁ I., ŠTRBA T. 2011. Flóra a vegetácia haldového poľa v Španej Doline. *Acta universitatis Matthiae Belii, séria Environmentálne manažérstvo* **13** (2): 48–57. (in Slovakian)
- BANASOVÁ V. 1976. Vegetácia medených a antimónových hald. *Biol. Práce, Bratislava* **22**: 1–109. (in Slovakian)
- BANASOVÁ V. 2006. Rastliny na bankských odpadoch. Tvorba a hodnotenie nebezpečného bankského znečistenie. Modra. (in Slovakian)
- BANASOVÁ V., HAJDÚK J. 2006. Príspevok k vegetácii bankských hald z malokarpatských rudných ložísk. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* **28**: 203–210. (in Slovakian)
- CANNON H.L. 1960. Botanical prospecting for ore deposits. *Science* **132** (3427): 591–598.
- ERNST W.H.O. 1974. *Schwermetallvegetation der Erde*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- ERNST W.H.O., VERKLEIJ J.A.C., SCHAT H. 1992. Metal tolerance in plants. *Acta Bot. Neerl.* **41**: 229–248.
- LAMBION J., AUQUIER P. 1963. La flore et la vegetation des terrains calaminaires de la Wallonie septentrionale et de la Rhénanie aixoise. Types chorologiques et groups écologiques. *Natura Mosana* **16**: 113–130.
- MARHOLD K., HINDÁK F. (eds) 1998. *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Veda, Bratislava. (in Slovakian)
- PRZEDPELSKA E., WIERZBICKA M. 2007. *Arabidopsis arenosa* (Brassicaceae) from a lead-zinc waste heap in southern Poland – a plant with high tolerance to heavy metals. *Plant Soil* **299**: 43–53.





## BUCKWHEAT STOMATAL TRAITS UNDER ALUMINIUM TOXICITY

OLEKSANDR E. SMIRNOV \*, ANATOLIY M. KOSYAN, OKSANA I. KOSYK, NATALIA YU. TARAN

**Abstract.** Aluminium influence on some stomatal parameters of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) was studied. Significant changes in stomatal density, stomatal index and stomatal shape coefficient under aluminium treatment were revealed. Stomatal closure and no difference in total stomatal potential conductance index of treatment plants were suggested as aluminium resistance characteristics.

**Key words:** *Fagopyrum esculentum*, common buckwheat, stomata, aluminium toxicity, aluminium resistance

Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC "Institute of Biology", Plant Physiology and Ecology Department, Volodymyrska str. 64, 01033 Kyiv, Ukraine; \*plantaphys@gmail.com

### Introduction

Aluminium (Al) toxicity is the most significant factor reducing crop production worldwide. Al is highly active in acid soil (pH < 5.0) and toxic for plant growth (KOCHIAN *et al.* 2004). The first symptoms of aluminium stress are disruptions of growth parameters: inhibition of root and shoot elongation, decrease in total plant biomass and diminution of leaf area. A change in morphological parameters is the response of plant to aluminium toxicity. Rate of this change can be used for characterization plant aluminum resistance (SILVA *et al.* 2012). Meanwhile the changes in the leaf anatomy as induced by aluminium are model in many plants due to the same defense mechanisms. Stomatal parameters such as stomatal density, size, potential conductance and closure also can be used as stressful condition signs and indicators of aluminium resistance (ÖZYIĞIT & AKINCI 2009).

### Material and methods

Seeds of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) were germinated in the dark at 25°C in Petri dishes with deionized water. After 2 days seedlings were transferred in pots with sterilize sand and ½ Hoagland solution (pH 6.5) in trays. On 7 day the

© The Author(s), 2014

aluminum (50 µM) was added to ½ Hoagland's solution that did not contain phosphorus with full strength micronutrients. Each day the solutions with Al were adjusted to a pH 4.5. The experiment was conducted in a growth room with controlled temperature (25±2°C), and a photoperiod of 16 hours.

Ten days after treatment with Al, stomatal parameters were determined on adaxial (top) and abaxial (lower) leaf surface of common buckwheat using imprints made with nail enamel. Imprints were observed through Bresser LCD Microscope and photographed. Anatomic investigation of stomata included: stomatal density per mm<sup>2</sup> (SD), stomatal index (SI) (ROYER 2001), stomatal length (SL), stomatal width (SW) (MAHERALI *et al.* 2002), stomatal surface (SS), stomatal shape coefficient (SSC) and potential conductance index (PCI) (WANG *et al.* 2012).

For statistical analysis the data were subjected to paired-sample *T*-tests, using Microsoft Excel 2007, with 99% ( $P \leq 0.01$ ) and 95% ( $P \leq 0.05$ ) least significance of differences between means.

### Results and discussion

Stomatal movement and functional status of the guard cells are one of the important regulation factors in the connections between plant and environmental state. Studied stomatal

**Table 1.** Changes of stomatal parameters under aluminium treatment.

Parameters	control		aluminium (50 µM) treatment	
	adaxial surface	abaxial surface	adaxial surface	abaxial surface
stomatal density (n/mm <sup>2</sup> )	55	68	50*	47*
stomatal index	16.4	18.17	15.2**	15.7*
stomatal length (µm)	33.64	30.28	29.85*	40.57*
stomatal width (µm)	23.28	23.57	19.85*	22.85**
stomatal surface (µm <sup>2</sup> )	614.76	560.25	465.29	727.71
stomatal shape coefficient	69.20	77.84	66.50	56.32
potential conductance index	6.22	6.23	4.45	7.73

Significant at: \*p=0.01, \*\*p=0.05

parameters are very sensitive to changes of growth conditions – temperature (BEERLING & CHALONER 1993), CO<sub>2</sub> concentration (ROYER 2001), water stress and soil salinity (BUCKLEY 2005), heavy metal toxicity (ABDUSSALAM *et al.* 2013).

Buckwheat is highly resistance to aluminum stress and is known to be a bioaccumulator of aluminum (SHEN *et al.* 2006). It is well known mechanisms of buckwheat external and internal aluminum detoxifying by oxalic acid (KLUG *et al.* 2011). But aluminum effect on the reaction of stomatal parameters is not yet completely understood.

Aluminum effects on stomatal parameters of *F. esculentum* leaves are presented in Tab. 1. It was observed that stomatal density and stomatal index were significantly decreased under aluminum treatment.

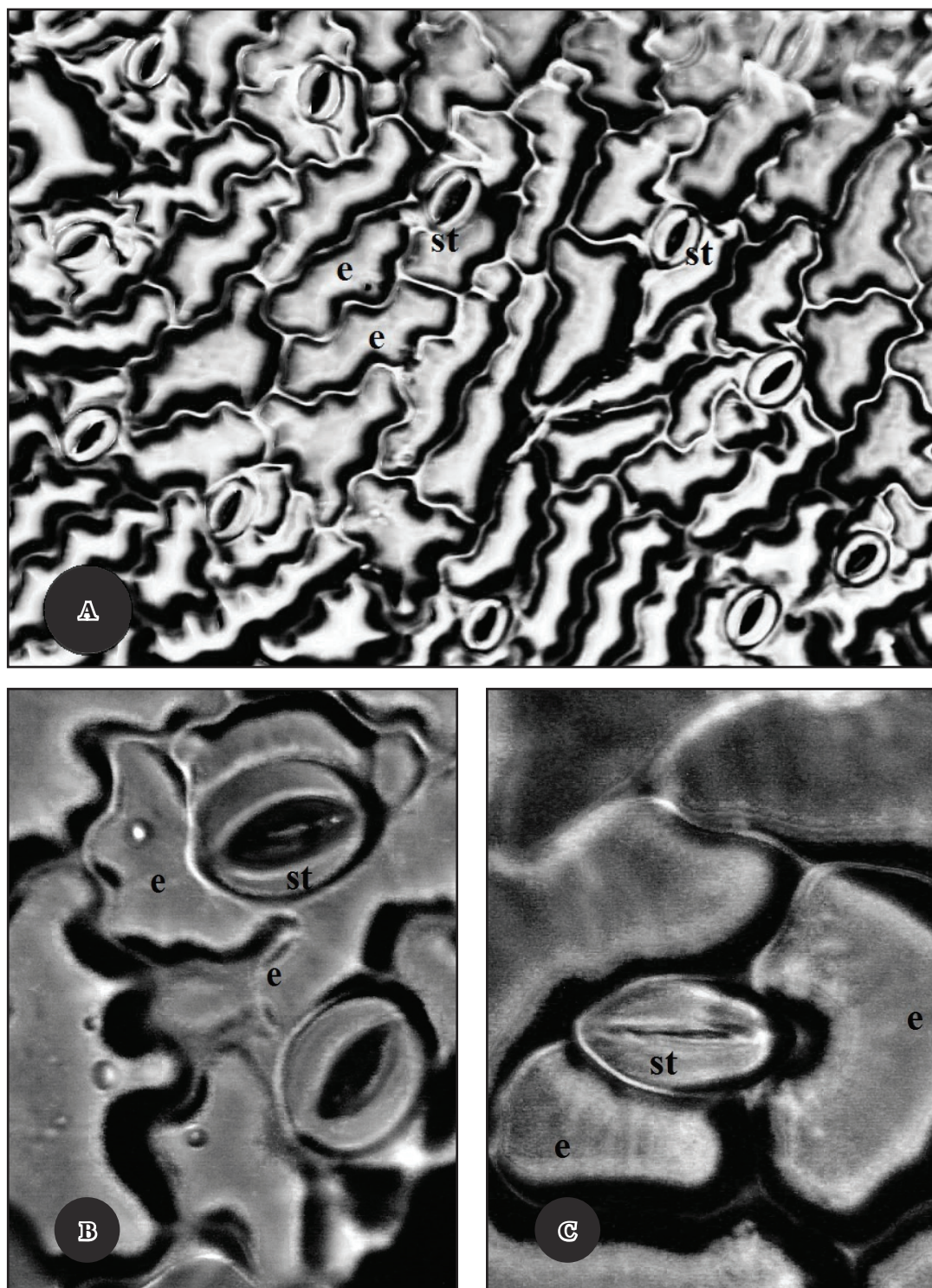
The greatest influence of 50µM Al was revealed at abaxial leaf surface on SD, SI and SSC parameters which were 69%, 86% and 72% of control values. The maximum inhibition of stomatal surface was observed at adaxial side – 83% of control value. Reduction of stomatal density per mm<sup>2</sup> could be a consequence of aluminum effect on protodermal sister cell division into guard cells. The similar effect of cadmium was detected in burley plants (KAZNINA *et al.* 2011).

Changes in stomatal shape coefficient under aluminium treatment directly connected with stomatal closure (Fig. 1 A-C). Stomatal movement under aluminium stress is the signal of transpiration inhibition. Thus, it should

be noted that stomatal length and stomatal surface at abaxial leaf side of treatment plants were increased on 33% and 29% respectively. Such changes of these parameters allowed removing the total (two-sided) stomatal potential conductance to the control value (see Tab. 1). Received data can be an assertion of the buckwheat resistance to aluminium stress that confirmed by activation of adaptive mechanisms that control functional status of the stomatal apparatus.

## References

- ABDUSSALAM A.K., RATHEESH CHANDRA P., KOORIMANNIL H., SALIM N. 2013. Response and bioaccumulation potential of *Boerhavia diffusa* L. towards different heavy metals. *J. Stress Phys. Biochem.* **9** (3): 23–36.
- BEERLING, D., CHALONER W. 1993. The impact of atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature change on stomatal density: observations from *Quercus robur* lammas leaves. *Ann. Bot.* **71**: 231–235.
- BUCKLEY T. 2005. The control of stomata by water balance. *New Phytol.* **168**: 275–292.
- KAZNINA N., TITOV A., LAIDINEN G., BATOVA J. 2011. Effect of cadmium on water relations in barley plants. *Transaction of Karelian research centre of Russian Academy of Science* **3**: 57–61. (in Russian).
- KLUG B., SPECHT A., HORST W. 2011. Aluminium localization in root tips of the aluminium-accumulating plant species buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *J. Exp. Bot.* **62** (15): 5453–5462.
- KOCHIAN L., HOEKENGA O., PINEROS M. 2004. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Ann. Rev. Plant Biol.* **55**: 459–493.



**Fig. 1.** Stomatal apparatus of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) leaves: **A** – stomatal density at abaxial surface of control plants; **B** – opened stomata of control plants; **C** – stomatal closure under aluminium treatment. **e** – epidermal cell; **st** – stoma.

- MAHERALI H, REID C., POLLEY H., JOHNSON H., JACKSON R. 2002.** Stomatal acclimation over a subambient to elevated CO<sub>2</sub> gradient in a C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> grassland. *Plant Cell Environ.* **25**: 557–566.
- ÖZYİĞİT I., AKINCI S. 2009.** Effects of some stress factor (aluminium, cadmium and drought) on stomata of roman nettle (*Urtica pilulifera* L.). *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cl.* **37**: 108–115.
- ROYER D. 2001.** Stomatal density and stomatal index as indicators of paleoatmospheric CO<sub>2</sub> concentration. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **114**: 1–28.
- SHEN R.F., CHEN R.F., MA J.F. 2006.** Buckwheat accumulates aluminum in leaves but not in seeds. *Plant Soil* **284 (1-2)**: 265–271.
- SILVA S., PINTO G., DIAS M., CORREIA C., MOUTINHO-PEREIRA J., PINTO-CARNIDE O. SANTOS C. 2012.** Aluminium long-term stress differently affects photosynthesis in rye genotypes. *Plant Physiol. Biochem.* **54**: 105–112.
- WANG H., SHI H., YANG R., LIU J., YU Y. 2012.** Stomatal characteristics of greening plant species in response to different urban atmospheric environments in Xi'an China. *J. Food Agric. Env.* **10 (3-4)**: 1524–1529.



## ISOLATED ENDOSPERM TISSUE AS A MODEL FOR EXPERIMENTAL BOTANY

MARZENA POPIELARSKA-KONIECZNA<sup>1\*</sup>, MAŁGORZATA KOZIERADZKA-KISZKURNO<sup>2</sup>,  
IZABELA MARCIŃSKA<sup>3</sup>, DAGMARA KWOLEK<sup>1</sup>, HALINA ŚLESIAK<sup>1</sup>

**Abstract.** Experiments conducted on isolated endosperm under *in vitro* conditions have opened new possibilities to investigate this specific and unique plant tissue. Results are important as well for basic knowledge as for agriculture practice.

**Key words:** cereals, kiwifruit, regeneration, triploid plants

<sup>1</sup> Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University, Gronostajowa str. 8, 30-387 Cracow, Poland;

\* [m.popielarska-konieczna@uj.edu.pl](mailto:m.popielarska-konieczna@uj.edu.pl)

<sup>2</sup> Department of Plant Cytology and Embryology, University of Gdańsk, Wita Stwosza str. 59, 80-308 Gdańsk, Poland

<sup>3</sup> Institute of Plant Physiology of Polish Academy of Sciences, Niezapominajek str. 21, 30-239 Cracow, Poland

Endosperm is the ephemeral tissue, however it plays an important role in the life cycle of angiosperms plant. In most angiosperms, endosperm is formed during the process of double fertilization as a product of the fusion of a haploid sperm nucleus with two haploid polar nuclei. It results in a triploid structure formation, which develops into the tissue extreme specialized (COSTA *et al.* 2004) and consumed by embryo during embryogenesis or seed germination. Interesting, there are no reports concerning *in vivo* endosperm differentiation resulted in plant regeneration. But it was proved that endosperm under *in vitro* cultures has the potential to proliferate, differentiate and finally even plant regenerate.

Both, mature and immature endosperm tissues revealed ability to proliferate *in vitro*. Factors like proper stage of endosperm development and culture conditions (e.g. plant growth regulators, light conditions) are important for successful plant regeneration. The capacity for tissue proliferation and morphogenetic response differ among species. There could be observed the correlation between nutrition status of plant and a kind of morphogenetic reaction. Usually, direct organogenesis is typical for parasitic and semi-parasitic species. The semi-parasitic *Exocarpos cupressiformis* Labill. was indeed the first species

ever to show the totipotency of endosperm (JOHRI & BHOJWANI 1965). The endosperm of autotrophic plant indicated indirect organogenesis and callus stage is necessary for next steps of differentiation. Continuously growing non-morphogenic callus cultures, without organ regeneration, have been obtained from the endosperm of such important commercial species like maize (*Zea mays* L.), cocos (*Cocos nucifera* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) or cucumber (*Cucumis sativus* L.) (THOMAS & CHATURVEDI 2008). Plants regenerated this way show very often 3C level of nuclear DNA content. Successful 3C plant regeneration from endosperm-derived callus has been reported actually in 19 species, e.g. in acacia (*Acacia nilotica* (L.) Delile), walnut (*Juglans regia* L.), papaya (*Carica papaya* L.).

Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson var. *deliciosa*) is one of the important crops in interests of our team. We described efficient protocol for plant regeneration from endosperm-derived callus (GÓRALSKI *et al.* 2005). Kiwifruit is hexaploid (2n=6x=174) and because of that flow cytometry was used to determine the ploidy of callus and regenerated organs. We investigated the differences (e.g. the presence of the plant extracellular matrix, cutin, pectins) between morphogenic and non-morphogenic

endosperm-derived callus in kiwifruit (POPIELARSKA *et al.* 2006; POPIELARSKA-KONIECZNA *et al.* 2008, 2011).

The other object of our research is cereals. Its isolated immature endosperm develops under *in vitro* conditions in similar way like in caryopsis *in planta*. Recently (POPIELARSKA-KONIECZNA *et al.* 2013) we conducted detailed histological and ultrastructural studies on isolated endosperm of bread wheat (*Triticum aestivum* L.), durum wheat (*T. durum* Desf.) and triticale (*Triticosecale* Wittm.). Endosperm development of cereals is strongly connected with the starch accumulation and programmed cell death (PCD) (SABELLI & LARKINS 2009). In triticale induction of PCD starts in 16 days post anthesis (LI *et al.* 2010). Our data (not published) revealed that cultured endosperm tissue of triticale, which accumulated starch granules under *in vitro* conditions showed the viability during 3-4 months of the culture, what was confirmed using Evans blue staining procedure (according to ZHOU *et al.* 2009).

Recent reports (CARCIOFI *et al.* 2012; LI & BERGER 2012) pointed that experimental research concerning endosperm-tissue are still needed and could be convenient platform to manipulation of the development and study the molecular and biochemical mechanisms regulating seed storage accumulation in the endosperm.

### Acknowledgments

The present works in part are financially supported by grant no. 2012/07/B/NZ9/01325 from The National Science Centre (Poland).

### References

- CARCIOFI M., BLENNOW A., NIELSEN M.M., HOLM P.B., HEBELSTRUP K.H. 2012. Barley callus: a model system for bioengineering of starch in cereals. *Plant Methods* 8: 36.
- COSTA L.M., GUTIÉRREZ-MARCOS J.F., DICKINSON H.G. 2004. More than a yolk: the short life and complex times of the plant endosperm. *Trends Plant Sci.* 9: 507–514.
- GÓRALSKI G., POPIELARSKA M., ŚLESIAK H., SIWIŃSKA D., BATYCKA M. 2005. Organogenesis in endosperm of *Actinidia deliciosa* cv. Hayward cultured *in vitro*. *Acta Biol. Cracov. Series Bot.* 47: 121–128.
- JOHRI B.M., BHOJWANI S.S. 1965. Growth response of mature endosperm in cultures. *Nature* 298: 1345–1347.
- LI C.-Y., LI W.-H., LI C., GAUDET D.A., LAROCHE A., CAO L.-P., LU Z.-X. 2010. Starch synthesis and programmed cell death during endosperm development in triticale (*× Triticosecale* Wittmack). *J. Integrative Plant Biol.* 52: 602–615.
- LI J., BERGER F. 2012. Endosperm: food for humankind and fodder for scientific discoveries. *New Phytol.* 195: 290–305.
- POPIELARSKA M., GÓRALSKI G., ŚLESIAK H. 2006. Histological and SEM studies on organogenesis in endosperm-derived callus of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). *Acta Biol. Cracov. Series Bot.* 48: 97–104.
- POPIELARSKA-KONIECZNA M., KOZIERADZKA-KISZKURNO M., ŚWIERCZYŃSKA J., GÓRALSKI G., ŚLESIAK H., BOHDANOWICZ J. 2008. Ultrastructure and histochemical analysis of extracellular matrix surface network in kiwifruit endosperm-derived callus culture. *Plant Cell Rep.* 27: 1137–1145.
- POPIELARSKA-KONIECZNA M., KOZIERADZKA-KISZKURNO M., BOHDANOWICZ J. 2011. Cutin play a role in differentiation of endosperm-derived callus of kiwifruit. *Plant Cell Rep.* 30: 2143–2152.
- POPIELARSKA-KONIECZNA M., KOZIERADZKA-KISZKURNO M., TULEJA M., ŚLESIAK H., KAPUSTA P., MARCIŃSKA I., BOHDANOWICZ J. 2013. Genotype-dependent efficiency of endosperm development in culture of selected cereals: histological and ultrastructural studies. *Protoplasma* 250: 361–369.
- SABELLI P.A., LARKINS B.A. 2009. The development of endosperm in grasses. *Plant Physiol.* 149: 14–26.
- THOMAS T.D., CHATURVEDI R. 2008. Endosperm culture: a novel method for triploid plant reproduction. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 93:1–14.
- ZHOU Z., WANG L., LI J., SONG X., YANG C. 2009. Study on programmed cell death and dynamic changes of starch accumulation in pericarp cells of *Triticum aestivum* L. *Protoplasma* 236: 49–58.



## MORPHOLOGY AND HISTOCHEMISTRY OF GLANDULAR TRICHOMES OF *OROBANCHE ALBA* STEPHAN EX WILLD

ANETA SULBORSKA<sup>1\*</sup>, AGATA KONARSKA<sup>1\*\*</sup>, PIOTR CHMIELEWSKI<sup>2</sup>

**Key words:** *Orobanche alba*, trichomes, morphology, histochemistry

<sup>1</sup> Department of Botany, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka str. 15, 20-950 Lublin, Poland;

\* [aneta.sulborska@up.lublin.pl](mailto:aneta.sulborska@up.lublin.pl), \*\* [agata.konarska@up.lublin.pl](mailto:agata.konarska@up.lublin.pl)

<sup>2</sup> Zamość Natural Society, Partyzantów str. 74/59, 22-400 Zamość, Poland; [pchmielewski4@wp.pl](mailto:pchmielewski4@wp.pl)

*Orobanche alba* Stephan ex Willd is an achlorophyllous root parasite rare in Poland. It prefers dry and sunny slopes, xerothermic grasslands and pastures, mountain pastures, light scrubs, and rock fissures and ledges. The hosts of *O. alba* include *Thymus polytrichus* A. ern. ex Borbás, *Clinopodium vulgare* L. and *Origanum vulgare* L. The tick and fleshy 10-70 cm high stem in this species bears an inflorescence composed of zygomorphic, white or yellow “spotted” flowers covered by purple glandular trichomes. Glandular trichomes of this type are also borne on other parts of the plant, i.e. on the stem, scaly leaves, sepals, filaments, and the style. The secondary metabolites secreted by the glandular trichomes are related to defense of plants against the attack of herbivores and pathogens or act as attractants to pollinators or for fruit dispersal.

The micromorphology and histochemistry of the glandular trichomes in *O. alba* were examined using scanning electron and light microscopes. In order to determine the type of secondary metabolites produced by the trichomes, the flowing histochemical assays were used: Sudan III and neutral red for detection of lipophilic compounds, IKI for detection of starch, and FeCl<sub>3</sub> for detection of phenolic compounds.

The peltate glandular trichomes of *O. alba* were characterised by a varied length

(0.15-0.48 mm) and different activity phases. The trichome was composed of one larger basal epidermal cell, 1-3 hyaline stalk cells with a striated cuticle, a neck cell with a smooth cuticle on the surface, and a globose head formed of 8-18 secretory cells arranged in a circle. Many stalk cells of the trichomes, particularly those located on the corolla, contained anthocyanins, which give the trichomes dark carmine colour. In turn, the colour of the heads was dependent on trichome age: the heads were brown in older trichomes and yellow in younger hairs. Secretion was produced by both young and older trichomes. It penetrated through the walls of secretory cells of the heads and accumulated in the subcuticular space, wherefrom it was released as smaller or larger droplets through cuticle micropores. Aging of trichomes was accompanied by shrinkage and corrugation as well as collapse of the secretory cells of the head and stalk cells.

Results of histochemical tests showed positive reaction to polyphenols and lipids. Polyphenols occurred abundantly in the heads, neck cells, and stalk cells, particularly in older trichomes, whereas lipophilic compounds were detected in the subcuticular space and in the heads of some trichomes. No starch was detected in the trichomes.



## TRAINING THE NEXT GENERATION OF TAXONOMISTS THE DISTRIBUTED EUROPEAN SCHOOL OF TAXONOMY

The Distributed European School of Taxonomy (DEST) originally funded by the EC in the framework of the EDIT project, offers high-quality education to future taxonomists, and is currently managed by the Royal Belgian Institute of Natural Sciences Brussels. The training curriculum targets both modern disciplines such as molecular systematics and biodiversity informatics, as well as the more 'traditional' approaches such as morphology and descriptive taxonomy. Two types of training courses are provided at various European research facilities and universities. The programme is open to participants from both inside and outside of Europe.

The **Modern Taxonomy programme** offers intensive theoretical courses in subjects as varied as nomenclature, DNA-barcoding, geometric morphometrics and scientific illustration.

More info on the current programme:

<http://www.taxonomytraining.eu/content/modern-taxonomy-course-programme-2013-2014>

The **Expert-in-training programme** enables graduate students and early career researchers to develop and sharpen their practical, taxonomical skills by means of an 'on-the-job' training. The programme includes a great diversity of topics and covers various groups, such as rotifers, Coleoptera and tropical plants. During the internship, the practical exploration of morphological and molecular techniques, bio-informatics and other taxonomical research skills are emphasized.

More info on the current programme:

<http://www.taxonomytraining.eu/content/expert-training-programme-2013-2014>

**New training providers** are most welcome to participate in training delivery within the Distributed European School of Taxonomy. For more information have a look at: <http://www.taxonomytraining.eu/content/interested-training-delivery>

For more information please visit the DEST website at: <http://www.taxonomytraining.eu>

### Coordination:

Dr Isabella Van de Velde

Dr Hendrik Gheerardyn

---

[dest-training@naturalsciences.be](mailto:dest-training@naturalsciences.be)

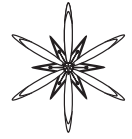
Royal Belgian Institute of Natural Sciences

Vautierstraat 29, B-1000 Brussels, Belgium

<http://www.naturalsciences.be>







## MICROMORPHOLOGY OF FLOWERS AND THE STRUCTURE OF FLORAL NECTARIES IN *OROBANCHE ALSATICA* KIRSCHL.

ANETA SULBORSKA<sup>1\*</sup>, AGATA KONARSKA<sup>1</sup>, PIOTR CHMIELEWSKI<sup>2</sup>

**Key words:** *Orobanche alsatica*, micromorphology, anatomy, flower, floral nectaries

<sup>1</sup> Department of Botany, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka 15, 20-950 Lublin; \* [aneta.sulborska@up.lublin.pl](mailto:aneta.sulborska@up.lublin.pl)

<sup>2</sup> Zamość Natural Society, Partyzantów 74/59, 22-400 Zamość, Poland

*Orobanche alsatica* Kirschl. is a very rare perennial plant included in the Polish Red Data Book. The hosts of this European-West Asian parasite are representatives of the family Apiaceae, primarily from the genera *Peucedanum* and *Seseli*. The species prefers alkaline substrates and sun-exposed slopes and hills. In Poland, it occurs most frequently in xerothermic grasslands and xerothermic fringe.

The morphology of *O. alsatica* flowers, with special emphasis on the structure of the nectaries, was studied using light microscopy and scanning electron microscopy (SEM). The analysed plants originated from the Lublin Upland.

The flowers of the species are characterised by the presence of a double perianth. The sepals are richly glandular, free; the outer sepals are dark red and the inner ones are yellow-green. Fused petals (5) form a bilabiate, dirty yellow corolla with dark red secretory trichomes on the abaxial surface. The stamens (4) with long, white S-shaped filaments are attached at the base to the corolla. There are glandular and non-glandular trichomes at the basal part of the filaments. Brown, oval anthers are characterised by the presence of a beak-like apex. The upper

pistil is composed of an oval ovary and an arched style with a bipartite, fleshy, yellow stigma bearing numerous papillae.

The *O. alsatica* nectary is formed by the basal part of the ovary at the corolla tube base. The secretory gland is intensively yellow and asymmetrical – on one side of the ovary it is higher and forms different height and size 4-5 protuberances, while on the other side it is very low. Nectar is secreted through modified stomata located primarily in the central part of the nectary. Stomatal cells are surrounded by 6-8 other epidermal cells and are located below these. The stomata are very regularly (linearly) arranged forming a ring across the apical part of the protuberances. The stomata function asynchronously, as evidenced by the presence of both open and closed stomata. Dried nectar forming granularities or/and layers was frequently noticed on the stomatal cell surface or inside the porus.

The epidermal cells of the nectary had smaller sizes, were more equidimensional, and had fewer cuticular striae than the neighbouring cells covering the ovary. Numerous different size starch grains were present in the epidermal cells of the gland and in the secretory cell layers.



Xper3 is a versatile web platform dedicated to descriptive data management and interactive identification. This new platform gives users the ability to work simultaneously and remotely on the same knowledge base. Users can edit, analyze and share their descriptive data online. Furthermore, it allows multiple users to edit the same data concurrently (i.e. simultaneously) in a secure manner. The Xper3 data model is closely based on the SDD (Structured Descriptive Data) format, which makes it compatible with any other application using this standard format. Xper3 is still in development. We will demo Xper3's collaborative features, as well as the interactive identification interface. A beta version is available at [www.xper3.com](http://www.xper3.com)

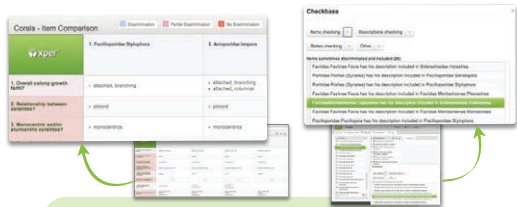
## Collaboration:

Xper3 brings collaborative features to descriptive data management:

- A user can share his own dataset with any other user
- Thus, multiple users can work remotely and simultaneously on the same dataset
- Advanced merging tools are included, to help the users avoiding data conflicts when merging several datasets
- Users can import / export their data using the SDD/CSV formats to collaborate with users who use different descriptive data management tools



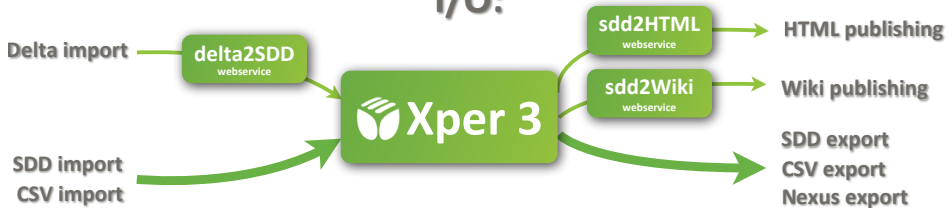
## Analysis:



Xper3 comes with several tool which helps users to enhance the quality of their dataset:

- The Checkbase tool which ensures that the content of the dataset is consistent
- A matrix view, which indicates which part of the dataset has missing descriptions
- An Item comparison view, which allows the user to compare the description of several items

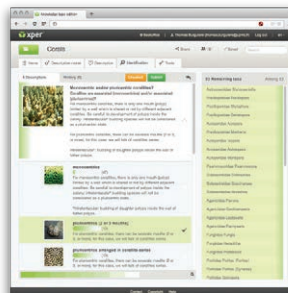
## I/O:



## Identification:

Once a dataset is complete, users can identify new specimens using its content:

- They can perform interactive (a.k.a. free-access) identification, using the ikey+ webservice, which is connected to Xper3
- An independent identification webpage can be generated separately from Xper3 for publication purposes
- They can also generate single-access keys, using the ikey+ webservice, which is also connected to Xper3



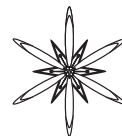
standard identification interface



mobile identification interface

[www.xper3.com](http://www.xper3.com)





## IN VITRO ORGANOGENESIS IN RUMEX THYRSIFLORUS FINGERH. – PROBLEMS OF SEX RATIOS

HALINA ŚLESAK \*, KATARZYNA DZIEDZIC, DAGMARA KWOLEK

**Abstract.** *Rumex thyrsiflorus* Fingerh. is one of the few dioecious plant species, which have sex chromosomes. We conducted the preliminary experiments to determine the type of morphogenesis of *R. thyrsiflorus* explants cultured *in vitro* and to verify, using PCR-based methods, if there is the relationship between sex and morphogenetic response of explants micropropagated under *in vitro* conditions. The results of our studies revealed the female-biased sex ratios among explants cultured *in vitro* (M:F=1:1.7). The female-biased sex ratios in case of explants showed organogenesis *in vitro* (M:F=1:2.44) may suggest a higher regeneration ability of female explants.

**Key words:** *Rumex thyrsiflorus*, *in vitro* culture, organogenesis, histological analysis, SEM, sex chromosomes, sex ratio, genetic sex marker

Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University, Gronostajowa str. 9, 30-387 Cracow, Poland;  
\* halina.slesak@uj.edu.pl

*Rumex thyrsiflorus* Fingerh. is one of the few dioecious plant species, which have sex chromosomes. The chromosome constitution of females is  $2n=12A+XX$  and males is  $2n=12A+XY_1Y_2$  (ŽUK 1963). *R. thyrsiflorus* appeared to be an interesting object of studies on structure and function of chromosomes and sex chromatin and also for studying the sex ratio, a comparison between the primary ratio in seeds and the secondary in populations (RYCHLEWSKI & ZARZYCKI 1986). Although a chromosomal sex determination system is expected to constrain the average primary sex ratios to a 1:1 ratio, the operational sex ratios (the numbers of males per female at sexual maturity) may be biased due to differences between the sexes in germination, mortality, vegetative vigour, flowering frequency, environmental responses, or due to a genetic mechanism distorting the sex ratios (KORPELAINEN 2002). Biased sex ratios in populations are interesting phenomena observed in many dioecious plants. In some species female specimens predominate, while others are male-biased (BŁOCKA-WANDAS *et al.* 2007, and references therein).

We conducted the preliminary experiments to verify the type of morphogenetic response of *R. thyrsiflorus* explants cultured *in vitro* and

to examine sex ratio among all explants used and explants with morphogenetic potential. We wanted to verify, using PCR-based methods, if there is the relationship between sex and morphogenetic response of explants micropropagated under *in vitro* conditions.

### Histological and SEM analysis

During experiments the hypocotyls isolated from 11-day-old seedlings were used as explants. They were cultured on the media supplemented with different concentration of following plant growth regulators: 2,4-D, BAP and TDZ. For histological analysis the material was prepared for embedding tissues in Technovit 7100 as it was described by ŚLESAK *et al.* (2013), sectioned to 5  $\mu\text{m}$  with a rotary microtome and stained using periodic acid Schiff/naphthol blue black (PAS/NBB) double staining.

The callogenesis was observed on all cultured explants, irrespective of their sex. Callus tissue was heterogenous and composed of cells varied in shape, size and vacuolization degree. Large, highly vacuolated callus cells were loosely attached, contrary to small, isodiametric cells with dense cytoplasm forming meristematic centres on the surface (2,4-D, BAP, TDZ) and also in the internal region of the callus (TDZ).

Numerous starch grains were visible firstly in cortex cells and subsequently in stele cells. Histological and scanning electron microscope (SEM) analysis revealed that the regeneration of plantlets occurred *via* indirect organogenesis (adventitious shoots formation *via* callus). The first signs of morphogenetic response were visible on all tested culture media about ten days from the beginning of the culture. Secondary organogenesis was also observed.

### Sex ratio analysis

To analyze sex ratio among explants of *R. thyrsoiflorus* cultured *in vitro*, PCR-based methods, involving DNA markers located on Y chromosomes were used. DNA was extracted from cultured explants by CTAB method (GAWAL & JARRET 1991) with modifications (KWOLEK & JOACHIMIAK 2011). The following primers were used: UGR08-F and UGR08-R, primers specific for the male-specific repetitive sequence RAYSII in *R. acetosa* L. (MARIOTTI *et al.* 2009). The amplification of the sequence RAYSII using the primers UGR08-F and UGR08-R resulted in obtaining a product of the same size (around 700 bp) occurred in all analyzed male plants. They also had an additional amplification product with a size of around 600 bp. The shorter fragment may be a potentially useful molecular marker for taxonomical and population genetic studies on *R. thyrsoiflorus* and its hybrids (GRABOWSKA-JOACHIMIAK *et al.* 2012). None of these products occurred in female plants.

We also confirmed, likewise KWOLEK & JOACHIMIAK (2011), the usefulness of the RAY-f and RAY-r primers, developed by KORPELAINEN (2002). These primers amplifying the male-specific RAYSI sequence presents on the Y chromosomes of *R. acetosa* and its close relatives (NAVAJAS-PERÉZ *et al.* 2006), revealed to be effective for determining gender in *R. thyrsoiflorus*. Amplification of male-specific repetitive sequence RAYSI showed the presence of 930 bp product.

Additionally, amplification with primers R730-A and R730-B (NAVAJAS-PERÉZ *et al.* 2005), which amplify the repetitive RAE 730 sequence located on *Rumex* autosomes was

carried out to verify template DNA quality. PCR products were obtained for all analyzed explants, showing that the DNA templates used for gender determination were of good quality.

According to RYCHLEWSKI & ZARZYCKI (1986) the sex ratio in *R. thyrsoiflorus* seed samples originating from various wild populations was slightly female-biased (1.1-1.6). An average prevalence of female from nature might be expressed with the ratio 1:1.25. The constant predominance of female seeds might result from e.g. a higher mortality of male zygotes or embryos, but a factor most significantly influencing the sex ratio in populations of *R. thyrsoiflorus* seems to be the differential survival rate (RYCHLEWSKI & ZARZYCKI 1986).

The results of our preliminary studies revealed the female-biased sex ratios among explants cultured *in vitro* (M:F=1:1.7). The female-biased sex ratios in case of explants showed organogenesis *in vitro* (M:F=1:2.44) may suggest a higher regeneration ability of female explants. Obtained results seems to be very interesting and future studies concerning some physiological differences (e.g. proteins related to stress responses, antioxidant enzymes, level of endogenous growth regulators), which could determine different morphogenetic reaction of male and female explants under *in vitro* conditions, are needed.

### References

- BŁOCKA-WANDAS M., ŚLIWIŃSKA E., GRABOWSKA-JOACHIMIAK A., MUSIAŁ K., JOACHIMIAK A.J. 2007. Male gametophyte development and two different DNA classes of pollen grains in *Rumex acetosa* L., a plant with an XX/XY<sub>1</sub>Y<sub>2</sub> sex chromosome system and female-biased sex ratio. *Sex. Plant Reprod.* **20**: 171–180.
- GAWAL N.J., JARRET R.L. 1991. A modified CTAB DNA extraction procedure for *Musa* and *Ipomoea*. *Plant Mol. Biol. Rep.* **9**: 262–266.
- GRABOWSKA-JOACHIMIAK A., KWOLEK D., KULA A., MARCINIUK P. 2012. Fluorescent banding pattern and species-specific DNA marker in *Rumex thyrsoiflorus* Fingerh. *Cytogenet. Genome Res.* **137**: 70–77.
- KORPELAINEN H. 2002. A genetic method to resolve gender complements investigations on sex ratios in *Rumex acetosa*. *Mol. Ecol.* **11**: 2151–2156.

- KWOLEK D., JOACHIMIAK A.J. 2011.** Seed sexing revealed female bias in two *Rumex* species. *Acta Soc. Bot. Pol.* **80** (2): 93–97.
- MARIOTTI B., MANZANO S., KEJNOVSKY E., VYSKOT B., JAMILENA M. 2009.** Accumulation of Y-specific satellite DNAs during the evolution of *Rumex acetosa* sex chromosomes. *Mol. Genet. Genomics* **281**: 249–259.
- NAVAJAS-PERÉZ R., DE LA HERRAN R., JAMILENA M., LOZANO R., RUIZ REJÓN M., GARRIDO-RAMOS M.A. 2005.** Reduced rates of sequence evolution of Y-linked satellite DNA in *Rumex* (Polygonaceae). *J. Mol. Evol.* **60**: 391–399.
- NAVAJAS-PERÉZ R., SCHWARZACHER T., DE LA HERRAN R., RUIZ REJÓN C., RUIZ REJÓN M., GARRIDO-RAMOS M.A. 2006.** The origin and evolution of the variability in a Y-specific satellite-DNA of *Rumex acetosa* and its relatives. *Gene* **368**: 61–71.
- RYCHLEWSKI J., ZARZYCKI K. 1986.** Genetical and ecological mechanisms regulating the sex ratio in populations of *Rumex thyrsiflorus* Fingerh. (Polygonaceae). *Bull. Geobot. Inst. ETH* **87**: 132–140.
- ŚLESAK H., GÓRALSKI G., PAWŁOWSKA H., SKUCIŃSKA B., POPIELARSKA-KONIECZNA M., JOACHIMIAK A.J. 2013.** The effect of genotype on a barley scutella culture. Histological aspects. *Cent. Eur. J. Biol.* **8** (1): 30–37.
- ŽUK J. 1963.** An investigation on polyploidy and sex-determination within the genus *Rumex*. *Acta Soc. Bot. Pol.* **32**: 5–72.



Xper3 is a versatile web platform dedicated to descriptive data management and interactive identification. This new platform gives users the ability to work simultaneously and remotely on the same knowledge base. Users can edit, analyze and share their descriptive data online. Furthermore, it allows multiple users to edit the same data concurrently (i.e. simultaneously) in a secure manner.

Xper3 is available on [www.xper3.com](http://www.xper3.com).



## HYBRID SORREL (*RUMEX TIANSCHANICUS* × *RUMEX PATIENTIA*) A HIGH BIOMASS YIELDING PLANT AS AN INTERESTING OBJECT OF PHYSIOLOGICAL RESEARCH

HALINA ŚLESAK<sup>1\*</sup>, MAGDALENA LISZANIAŃSKA<sup>1</sup>, MARZENA POPIELARSKA-KONIECZNA<sup>1</sup>,  
IRENEUSZ ŚLESAK<sup>2</sup>

**Key words:** *Rumex tianschanicus* × *Rumex patientia*, hybrid sorrel, *in vitro* culture, organogenesis, histological analysis, SEM, biomass production, PSII activity, chlorophyll fluorescence

<sup>1</sup> Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University, Gronostajowa str. 9, 30-387 Cracow, Poland;

\* halina.slesak@uj.edu.pl

<sup>2</sup> Institute of Plant Physiology, Polish Academy of Sciences, Niezapominajek str. 21, 30–239 Cracow, Poland

*Rumex tianschanicus* × *R. patientia* is a cross between English spinach (*R. patientia* L.) as a female line and Tien Shan sorrel (*R. tianschanicus* A. Los.) as a male line (UST'AK & UST'AKOVÁ 2004; HAVLÍČKOVÁ & SUCHÝ 2010). This hybrid significantly exceeds both the original plants and many traditional feed crops in terms of the quality of feed production and yields of above-ground biomass and seeds. Long-term trials confirmed that the hybrid sorrel is one of the perennial energetic crops with the most potential, suitable for fuel biomass cultivation as a renewable source of energy in European temperate-climate conditions (UST'AK & UST'AKOVÁ 2004). Moreover, *R. tianschanicus* × *R. patientia* can be used for biogas production and also for manufacturing pellets and briquettes (MYŠKOVÁ *et al.* 2011).

Renewable energy sources continue to play an important role in the energy policies of the developed countries (HAVLÍČKOVÁ & SUCHÝ 2010). New biotechnological approach showed that energetic plants have also significant application for environment friendly management, mainly in phytoremediation technology. Phytoremediation was presented as a cleanup technology belonging to the cost-effective and environment-friendly biotechnology (MASAROVICHOVÁ *et al.* 2009). According to ZHUANG *et al.* (2005), *R. tianschanicus* × *R. patientia* have been proved

to be heavy metal tolerant and have potential in phytoremediation of soils contaminated by multiple heavy metals.

The chemical composition of the hybrid dock was examined by OMAROVA *et al.* (1998). They showed the presence of a high level of biologically active substances e.g.: carotenoids (provitamin A), ascorbic acid (vitamin C), linoleic and linolenic acids (vitamin F), and flavonoids (vitamin P). The hybrid may be of interest not only as a fodder plant, but also as a valuable medicinal raw material.

*R. tianschanicus* × *R. patientia* is a plant with high ecological plasticity, cold and winter hardiness, and tolerance to salt-stress and increased humidity. Under the conditions of short-term heat stress it has been observed a 2-fold increase of protein content in sorrel seedlings. A short-term cold stress also caused substantial increase in protein content in other plant tissues. Protein synthesis in stress tolerance appears to be considerably more sensitive to temperature stresses, than in ruderals. This may be due to the activation of a stress response mechanism, which in turns upregulates protein synthesis. The effect of temperature stress on protein synthesis in *R. tianschanicus* × *R. patientia* seedlings was more dramatic if compare to another plant species (KOSAKIVSKA *et al.* 2008). Indeed, high-temperature stress caused

*de novo* synthesis of a 71 kDa polypeptide, an increase in 44, 78 and 109 kDa proteins and the content of heat shock proteins (HSPs) in mitochondria and chloroplast was increased. The differences observed in protein synthesis pattern in hybrid sorrel suggest, that stress response proteins could be useful biomarkers of different ecological strategies, leading to plants acclimation in unfavourable environmental conditions (KOSAKIVSKA *et al.* 2008).

Moreover, the role of exogenous selenium (Se) on the growth, antioxidant enzymes activities, osmotic regulation, ultrastructural modifications of leaf mesophyll and root tip cells of NaCl-stressed hybrid sorrel seedlings were investigated by KONG *et al.* (2005). It was observed that treatment with 5  $\mu\text{M}$  of Se positively promoted the integrity of membrane systems and cellular organelles, such as chloroplasts and mitochondria in leaf mesophyll and root tip cells. The obtained results suggest that an appropriate concentration of exogenous Se positively affects the antioxidant and osmoregulatory capacity, and enhance the salt-tolerance in sorrel seedlings (KONG *et al.* 2005).

Our studies concern mainly the histological, scanning electron microscopy (SEM) and cytometric analysis of *R. tianschanicus*  $\times$  *R. patientia* micropropagated *in vitro* from hypocotyls cultured on media supplemented with BAP and IAA. Histological analysis revealed, that shoot buds arised directly from pericycle cells and also from regenerated leaves (secondary organogenesis), indicating direct organogenesis. SEM studies showed that callus cells were surrounded by a membranous-fibrillar structure, similar to the extracellular matrix (ECM).

Higher biomass production of *R. tianschanicus*  $\times$  *R. patientia* in comparison to parental lines, suggests enhanced intensity of photosynthesis in hybrid form. Our present experiments focused on the comparison of the efficiency of photosynthetic electron transport in photosystem II (PSII) in *R. patientia* (female line), *R. tianschanicus* (male line) and a hybrid *R. tianschanicus*  $\times$  *R. patientia* under *in vivo* and *in vitro* conditions.

PSII photochemistry was investigated by means of chlorophyll *a* fluorescence on leaves adapted to darkness for 20-30 min. PSII operating efficiency in the light adapted state ( $\Phi\text{PSII}$ ), electron transport rate through PSII (ETR(II)), quantum yield of non-regulated energy dissipation (Y(NO)) and non-photochemical quenching (NPQ) of PSII fluorescence were quantified (GENTY *et al.* 1989; KRAMER *et al.* 2004; BAKER 2008). The results of our preliminary studies concerning chlorophyll *a* fluorescence parameters did not show any significant differences between sorrel hybrid and parental lines growing *in vivo*, indicating similar efficiency of PS II activity.

Significant differences in chlorophyll *a* fluorescence parameters were observed for regenerated hybrid sorrel plants growing *in vitro* before acclimatization, compare to plants acclimated to field conditions. The lower values of  $\Phi\text{PSII}$  and ETR(II) for *in vitro* plants suggest inhibition of photochemical reactions and linear electron transport.

Comparison of selected photosynthetic parameters between growing *in vitro* regenerants and plants acclimated to *in vivo* conditions indicated that photochemical energy conversion and protective regulatory mechanisms are inefficient in plants from *in vitro* culture.

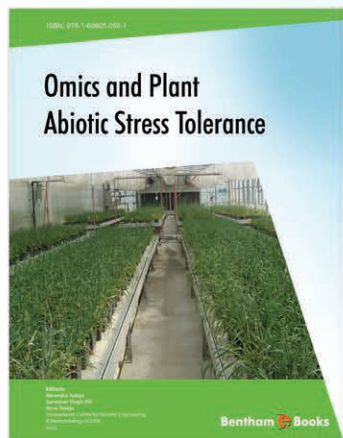
The obtained results suggest that PSII activity in hybrid sorrel plants strongly depends on growth conditions. Photosynthetic activity in regenerants cultured *in vitro* requires further more detailed studies.

## References

- BAKER N.R. 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis *in vivo*. *Annu. Rev. Plant. Biol.* **59**: 89–113.
- GENTY B., BRIANTAIS J.-M., BAKER N.R. 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim. Biophys. Acta* **990**: 87–92.
- HAVLÍČKOVÁ K., SUCHÝ J. 2010. Development model for energy crop plantations in the Czech Republic for the years 2008–2030. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **14**: 1925–1936.



- KONG L., WANG M., BI D. 2005.** Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress. *Plant Growth Regul.* **45**: 155–163.
- KOSAKIVSKA D., KLYMCHUK V., NEGRETZKY D., BLUMA D., USTINOVA A. 2008.** Stress proteins and ultrastructural characteristics of leaf cells of plants with different types of ecological strategies. *Gen. Appl. Plant Physiol.* **34** (3-4): 405–418.
- KRAMER D.M., JOHNSON G., KIRATS O., EDWARDS G.E. 2004.** New flux parameters for the determination of QA redox state and excitation fluxes. *Photosynth. Res.* **79**: 209–218.
- MASAROVIČOVÁ E., KRÁLOVÁ K., PEŠKO M. 2009.** Energetic plants – cost and benefit. *Ecol. Chem. Eng.* **16** (3): 263–276.
- MYŠKOVÁ R., OBRŠÁLOVÁ I., LANGÁŠEK P. 2011.** Economic, environmental and social aspects of renewable energy using for small sources of heating. *WSEAS Trans. Envir. Devel.* **8** (7): 244–253.
- OMAROVA M.A., ARTAMONOVA N.A., CHASOVITINA G.M. 1998.** Chemical composition of the hybrid *Rumex K-1*. *Chem. Nat. Compd.* **34** (4): 426–428.
- UST'AK S., UST'AKOVÁ M. 2004.** Potential for agricultural biomass to produce bioenergy in the Czech Republic. In: PARRIS K. (ed.), *Biomass and agriculture: sustainability, markets and policies*: 229–239. OECD, France.
- ZHUANG P., YE Z.H., LAN C.Y., XIE Z.W., SHU W.S. 2005.** Chemically assisted phytoextraction of heavy metal contaminated soils using three plant species. *Plant Soil* **276**: 153–162.

**Editors:**

Narendra Tuteja  
India

Sarvajeet Singh Gill  
India

Renu Tuteja  
India

eISBN: 978-1-60805-058-1

**US\$  
74.00**  
only

## Omics and Plant Abiotic Stress Tolerance

[www.benthamscience.com/ebooks/9781608050581](http://www.benthamscience.com/ebooks/9781608050581)

### About the ebook

Multiple biotic and abiotic environmental factors may constitute stresses that affect plant growth and yield in crop species. Advances in plant physiology, genetics, and molecular biology have greatly improved our understanding of plant responses to stresses. This book details on technologies that have emerged during the past decade and have been useful in studying the multigenicity of the plant abiotic stress response.

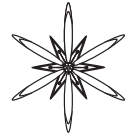
#### Contents

- ▶ "Omics": Will Regulation and Activism Stifle Its Potential?
- ▶ Omics Approaches for Abiotic Stress Tolerance in Plants
- ▶ Plant Responses to Abiotic Stresses: Shedding Light on Salt, Drought, Cold and Heavy Metal Stress
- ▶ Genomic Overview of Ion Transporters in Plant Salt Tolerance
- ▶ Transcriptomics Identifies Cold Stress Determinants in Arabidopsis
- ▶ Transcriptome Analysis of Polyamine Overproducers Reveals Activation of Plant Stress Responses and Related Signalling Pathways
- ▶ Abiotic stress in plants: From Genomics to Metabolomics

For Sales Advertising Inquiries: Contact: [marketing@benthamscience.org](mailto:marketing@benthamscience.org)

**Bentham  Books**

Visit: [www.benthamscience.com/ebooks](http://www.benthamscience.com/ebooks)  
or email: [ebooks@benthamscience.org](mailto:ebooks@benthamscience.org) for more information



## MOLECULAR, HISTOLOGICAL AND EMBRYOLOGICAL ANALYSIS OF REGENERANTS OBTAINED DURING *IN VITRO* CULTURE OF IMMATURE EMBRYOS OF APOMICTIC *TARAXACUM BELORUSSICUM* VAL. N. TIKHOM.

MONIKA TULEJA \*, HALINA ŚLESIAK, KRYSZYNA MUSIAŁ, ANDRZEJ J. JOACHIMIĄK

**Abstract.** Dandelion as a model herbal plant has a wide application in analysis of genetic, molecular background of apomictic reproduction. *Taraxacum belorussicum* Val. N. Tikhom. is a triploid species belonging to *Taraxacum* sect. *Palustria*. As an obligatory apomictic plant it presents attractive experimental material for apomixis and somatic embryogenesis aspects. Here we present the preliminary studies showing direct organogenesis and genetic stability of the regenerants achieved during *in vitro* culture of dandelion along with their embryological analysis.

**Key words:** *Taraxacum belorussicum*, apomixis, somatic embryogenesis, parthenogenetic embryos, regenerants, RAPD, genetic stability

Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University in Krakow, Gronostajowa 9, 30-387 Kraków, Poland;

\* monika.tuleja@uj.edu.pl

### Introduction

Apomixis, the process of asexual seed formation, has been documented in about 44 families of flowering plants including both monocots and eudicots, however, it is especially prevalent within Asteraceae, Poaceae and Rosaceae (BICKNELL & KOLTUNOW 2004; NOYES 2007). In the recent years, the genus *Taraxacum* (Asteraceae) has been widely investigated as a model group for the analysis of embryological, genetic and molecular aspects of apomictic mechanisms (for review see VAN DIJK *et al.* 2009). Moreover, dandelions have long been used as important medicinal herbs due to the content of components demonstrating among other anti-inflammatory, anti-oxidative and anti-carcinogenic activities (ILU & KITTS 2003). The *Taraxacum* species have also been studied under *in vitro* conditions (JAMSHIEED *et al.* 2010 and references therein, TREJGELL *et al.* 2013).

Apomixis in *Taraxacum* includes meiotic diplospory, parthenogenesis and autonomous endosperm formation (ASKER & JERLING 1992). *T. belorussicum* Val. N. Tikhom., an object of this study, is a triploid species ( $2n=3x=24$ ) belonging to *Taraxacum* sect. *Palustria*

(MARCINIUK *et al.* 2010). As an obligatory apomictic species, forming parthenogenetic embryos, it presents an attractive experimental material for comparative research aspects of parthenogenesis and somatic embryogenesis in diplosporous plants. Somatic embryogenesis is the process by which somatic cells develop into differentiated plants through characteristic embryological stages without fusion of the gametes (WILLIAMS & MAHESWARAN 1986). Based on totipotency of plant cell, somatic embryogenesis may be induced almost in all plants and each kind of plant tissues and cells can be used as an explants. Only differences in an efficiency of this process may occur.

Here we present the studies showing direct organogenesis induction during *in vitro* culture of immature parthenogenetic embryos of *T. belorussicum*. Moreover, we present the preliminary results of the molecular and embryological analysis of regenerants achieved during *in vitro* culture of dandelion embryos.

### Material and methods

Single flowers were collected from the older capitula of *T. belorussicum*, and then immature parthenogenetic embryos (IPE) were isolated

from ovules. The cut and uncut IPE, after standard sterilization, were inoculated on MS based media supplemented with IAA and BAP, and on MS based media supplemented with BAP with standard and an enlarged sugar concentration according to JACH & PRZYWARA (2000). Another part of explants were maintained on MS based media containing 2,4-D and KIN at the same light conditions.

Genomic DNA was isolated from the leaves of donor plants and also from 15 randomly selected regenerated plants using CTAB method. Genetic uniformity between the mother plant and *in vitro* regenerated plantlets was assessed by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. RAPD assay was performed using eight primers. The amplified samples were analyzed by electrophoresis in 1% agarose gel using 1xTBE buffer and stained with ethidium bromide. A 100-bp DNA ladder was used as a molecular standard. The bands were transformed into a binary character matrix, "1" for presence and "0" for absence of band. Cluster analysis was performed using dendro UPGMA.

For histological and embryological investigations, the explants, callus as well as whole capitula at the different developmental stages sampled from regenerants were fixed in 5% glutaraldehyd and embedded according Technovit procedure in Technovit 7100 (Heraeus Kulzer). The material was cut on 5  $\mu$ m slides, stained and examined using a Nikon 400 Eclipse microscope.

### Results and discussion

Both cut and uncut cultures resulted in adventitious shoot formation and the induction of organogenesis was observed at the same time (7 days of culture). The differences between these cultures occurred in the efficiency of shoot number, the cut embryos produced much more adventitious shoots than uncut ones. The application of IAA and BAP, described previously for *in vitro* propagation of leaf segments of *T. officinale* (L.) Weber (JAMSHIEED *et al.* 2010) occurred suitable for IPE in our experimental model as well. Regenerated

shoots rooted well when subcultured on MS media containing IBA, next transferred to soil and then to the field. The last ones were in good conditions and produced inflorescences.

Histological analysis confirmed the organogenic character of structures occurring on the media used and showed mostly direct (without callus formation) organogenesis observed on IPE of studied dandelion. In the explants tissue coming from long term culture (47 day of culture) we observed some fibrillar structure located between the cells which was similar to ECM (extracellular matrix) what may confirm the morphogenetic competence of this tissue like in another plants (POPIELARSKA-KONIECZNA 2008). The pictures of SEM showed the presence of membranous structure covering explants surface deriving from the same tissue culture conditions.

With the 8 analyzed primers a total of 102 distinct bands (with an average of 12.75 bands per primer) in the size range of 260-3500 bp were observed. The number of bands for each primer varied from 11 in RAPD8 and RAPD10 to 16 in RAPD4 primer. Among 102 scorable fragments only 7 were polymorphic (6.86%). Despite the stability of DNA profiles, regenerated plants showed changes in chromosome number.

Embryological analysis showed the presence of well-developed ovaries and stamens in flowers of regenerants. Although MARCINIUK *et al.* (2010) noted that *T. belorussicum* is a male sterile dandelion, in the analyzed material, microspores as well as two-celled pollen grains with well developed sporoderm were observed within anthers. However, it should be pointed that in triploid dandelions, as a result of disturbed meiosis, most of the produced pollen is sterile (MUSIAŁ *et al.* 2013). Ovaries in the flowers of regenerants exhibited a structure typical for the members of Asteraceae and contained anatropous, tenuinucellate and unitegmatic ovules. Preliminary analysis revealed the occurrence of dyad of megaspores and one- or two-nucleate female gametophytes in the studied ovules. It therefore appears that in the flowers of dandelion regenerants the

embryological processes are similar to that in apomictic *Taraxacum* species but to confirm this, further detailed studies are required.

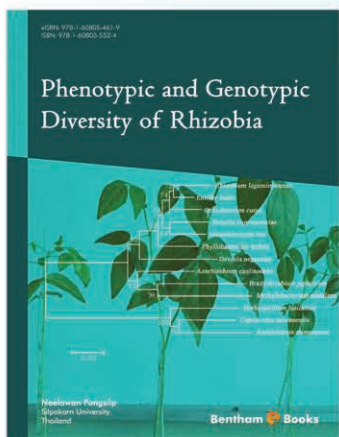
Although only organogenesis was achieved under the conditions used so far, the results seem to be beneficial for the future analysis of aspects of somatic embryogenesis in the obligatory autonomous apomicts.

### Acknowledgements

This study was supported by grant N N303 807940 from the Polish Ministry of Science and Higher Education / NCN.

### References

- ASKER S.E., JERLING L. 1992. Apomixis in plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
- BICKNELL R.A., KOLTUNOW A.M. 2004. Understanding apomixis: recent advances and remaining conundrums. *Plant Cell* **16**: 228–245.
- ILU C., KITTS D.D. 2003. Antioxidant, prooxidant, and cytotoxic activities of solvent fractionated dandelion (*Taraxacum officinale*) flower extracts in vitro. *J. Agric. Food. Chem.* **51**: 301–310.
- JACH M., PRZYWARA L. 2000. Somatic embryogenesis and organogenesis induced on the immature zygotic embryos of *Helianthus annuus* L. – the role of genotype. *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.* **42**: 83–86.
- JAMSHIEED S., DAS S., SHARMA M.P., SRIVASTAVA P.S. 2010. Difference in *in vitro* response and esculin content in two population of *Taraxacum officinale* Weber. *Physiol. Mol. Biol. Plants* **16**: 353–359.
- MARCINIUK J., RERAK J., GRABOWSKA-JOACHIMIĄK A., JASTRZĄB I., MUSIAŁ K., JOACHIMIĄK A.J. 2010. Chromosome numbers and stomatal cell length in *Taraxacum* sect. *Palustris* from Poland. *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.* **52**: 117–121.
- MUSIAŁ K., GÓRKA P., KOŚCIŃSKA-PAJĄK M., MARCINIUK P. 2013. Embryological studies in *Taraxacum udum* Jordan (sect. *Palustris*). *Botany* **91**: 614–620.
- NOYES R.D. 2007. Apomixis in the Asteraceae: diamonds in the rough. *Func. Plant Sci. Biotech.* **1**: 207–222.
- POPIELARSKA-KONIECZNA M., KOZIERADZKA-KISZKURNO M., ŚWIERCZYŃSKA J., GÓRALSKI G., ŚLESIAK H., BOHDANOWICZ J. 2008. Ultrastructure and histochemical analysis of extracellular matrix surface network in kiwifruit endosperm-derived callus culture. *Plant Cell Rep.* **27**: 1137–1145.
- TREJGELL A., CHERNETSKYY M., PODLASKI J., TRETYN A. 2013. An efficient system for regenerating *Taraxacum pieninicum* Pawł. from seedling explants. *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.* **55**: 73–79.
- WILLIAMS E.G., MAHESWARAN G. 1986. Somatic embryogenesis: factors influencing coordinated behavior of cells as an embryogenic group. *Ann. Bot.* **57**: 443–462.
- VAN DIJK P., DE JONG H., VIJVERBERG K., BIJRE A. 2009. An apomixis-gene's view on dandelions. In: SCHÖN I., MARTENS K., VAN DIJK P. (eds), *Lost sex. The evolutionary biology of parthenogenesis*: 474–493. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York.



**US\$  
64.00  
only**

**Author:**  
Neelawan Pongsilp  
Thailand

eISBN: 978-1-60805-461-9

## Phenotypic and Genotypic Diversity of Rhizobia

[www.benthamscience.com/ebooks/9781608054619](http://www.benthamscience.com/ebooks/9781608054619)

### About the ebook

The book explains background knowledge about rhizobia and follows this up with a broad perspective on rhizobial diversity, information on characteristics specific to each group of rhizobia, the relationship among rhizobial groups as well as genetic factors contributed to rhizobial diversity.

### Contents

- ▶ Classification and Taxonomy of Rhizobia
- ▶ Symbiotic Variation and Plant-Growth-Promoting Traits of Rhizobia
- ▶ Genotypic Diversity of Rhizobia Assessed by Plasmid Profile
- ▶ Genotypic Diversity of Rhizobia Assessed by Polymerase Chain Reaction (PCR) Fingerprinting
- ▶ Genotypic Diversity of Rhizobia Assessed by Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)
- ▶ Genotypic Diversity of Rhizobia Assessed by Sequence Analysis
- ▶ Application of Rhizobia in Agriculture
- ▶ Index

For Sales Advertising Inquiries: Contact: [marketing@benthamscience.org](mailto:marketing@benthamscience.org)

**Bentham  Books**

Visit: [www.benthamscience.com/ebooks](http://www.benthamscience.com/ebooks)  
or email: [ebooks@benthamscience.org](mailto:ebooks@benthamscience.org) for more information



## THE PRELIMINARY ATTEMPTS OF IN IN VITRO REGENERATION FROM PETIOLES OF RECALCITRANT SPECIES OF *CEPHALOTUS FOLLICULARIS* LABILL.

MONIKA TULEJA \*, ALDONA CHMIELOWSKA, BARTOSZ J. PŁACHNO

**Key words:** *Cephalotus follicularis*, *in vitro*, morphogenesis, nitrogen

Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University in Krakow, Gronostajowa 9, 30-387 Kraków, Poland;

\* monika.tuleja@uj.edu.pl

*Cephalotus follicularis* Labill. is representative of the extraordinary carnivorous group of plants. Carnivorous plants with pitcher traps grow in nutrient poor, sunny and wet habitats, they have adapted themselves to growth in bogs, sandy soils and obtain some nutrients (e.g. nitrogen and phosphate) from insects and other arthropods or protozoa, even from small mammals occasionally (KRÓL *et al.* 2012).

*C. follicularis* belongs to the monotypic family Cephalotaceae, and it is the endemic plant of south-western Australia. This Australian pitcher plant is heterophyllous with different types of leaves, specialized either for prey capture or photosynthesis. In the spring, non-carnivorous leaves responsible for photosynthesis, while later, in the summer the second type – carnivorous pitcher-shaped leaves occur (PAVLOVIC 2011).

In this paper we present the first observation of tissue culture of *C. follicularis* for regeneration protocol, taking into account the absence of organic and inorganic nitrogen as well.

We kindly achieved the *in vitro* plants of *C. follicularis* clones: 00001/01 and 0004/03 from collection of Mr. Kamil Pásek (<http://www.bestcarnivorousplants.net/>) from Czech Republic.

These plants have been maintained on MS (Murashige and Skoog) media, in sterile conditions for several years. Under these conditions the plants are smaller than in the nature, do not develop pitchers properly and do not produce flowers, and intensive

multiplication of shoots is observed. Therefore we tried to ensure such conditions, which will enable the proper development of this species in tissue culture. Plants of 00001/01 and 0004/03 clones were transferred to MS solid medium modified by reducing the amount of MS major salts to  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{1}{4}$  ( $\frac{1}{2}$  MS and  $\frac{1}{4}$  MS respectively). Plants were placed on these media in two ways: in small groups and individually.

These same rules were applied when using subsequent  $\frac{1}{2}$  MS based media supplemented with 8,2  $\mu$ M 2,4-D with 9,3  $\mu$ M KIN (first fodder) and 4,9  $\mu$ M IBA with 18,2  $\mu$ M TDZ (second fodder). In addition, on the same media we put photosynthetic and pitcher leaves separately. All cultures were kept in light conditions.

It occurred, that in the long term culture (after 47 days) on the  $\frac{1}{4}$  MS medium the plants growing in small groups, started to develop pitcher and non-carnivorous leaves similar to these in the nature. Plants growing individually on the same medium did not change their appearance. The similar situation was observed for 00001/01 genotype, with one difference, bigger quantity of plants created properly shaped pitcher leaves on  $\frac{1}{2}$  MS medium. Decreasing the quantity of MS major salts to  $\frac{1}{2}$  gave good results in the case of rooting of plants of the *Drosera intermedia* Hayne (KROMER *et al.* 2000) and in *Cephalothus* regeneration system from root mass (KO *et al.* 2010).

The first symptoms of morphogenesis were noted on 42 day of culture as the direct

organogenesis and somatic embryogenesis. The adventitious shoots and young somatic embryos were observed in 0004/03 on photosynthetic leaves, on the medium supplemented with 2,4-D and KIN. The pitcher leaves did not induce morphogenesis.

Histological analysis confirmed direct morphogenesis. Somatic embryos and adventitious shoots appeared on the petioles without callus formation and originated from epidermal and subepidermal layers of the explants.

Taking into account the specific way of nitrogen uptaking by *Cephalothus* plants, the photosynthetic and pitcher leaves were maintained on the conditions with the lack of organic source of nitrogen and lack of inorganic nitrogen in MS medium. The observations showed that in the absence of inorganic nitrogen in the medium the non-carnivorous leaves become white and slowly degenerate. At the same conditions the pitcher leaves growing in small groups develop well traps, but they are fragile and strong red. In this small group the non-carnivorous leaves are not present.

When the medium is free of organic nitrogen the non-carnivorous leaves become white but still alive, while the pitcher leaves are weak and do not develop well shaped traps. Further investigations are necessary for improving the culture protocols for more efficient plant regeneration and improvement of shoots formation, as well as analysis of the nitrogen influence on leaves of this plant.

## Conclusions

1. The time of reaction was long for both genotypes of *C. follicularis* in all applied experimental conditions.
2. These plants prefer the presence of other individuals, and then they develop much better.
3. The callus formation was not observed in tissue culture of *C. follicularis*.
4. The morphogenesis was noted as the somatic embryogenesis and organogenesis on photosynthetic leaves only.

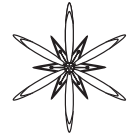
## Acknowledgements

We would like to thank Mr. Kamil Pásek for kindly giving the *Cephalotus* material (<http://www.bestcarnivorousplants.net/>).

## References

- KO C.Y., LIN T.Y., HO C.W., SHAW J.F. 2010. *In vitro* regeneration of *Cephalotus follicularis*. *HortScience* 45: 260–264
- KROMER K., NOWAK T., WOJTUŃ B., POTURALA D. 2000. *In vitro* propagation of the populations of *Drosera intermedia* from Izerskie Mountains. *Biuletyn Ogródów Botanicznych* 9: 147–152.
- KRÓL E., PEACHNO B.J., ADAMEC L., STOLARZ M., DZIUBIŃSKA H., TRĘBACZ K. 2012. Quite a few reason for calling carnivores „the most wonderful plants in the world”. *Ann. Bot.* 109: 47–64.
- PAVLOVIC A. 2011. Photosynthetic characterization of Australian pitcher plant *Cephalotus follicularis*. *Photosynthetica* 49: 253–258.





## MORPHOLOGICAL AND HISTOLOGICAL EVENTS IN THE PRELIMINARY TISSUE CULTURE OF HAPLOID AND DIPLOID *PELARGONIUM ZONALE* VAR. 'KLEINER LIEBLING'

MONIKA TULEJA \*, ALEKSANDRA KRUPA, GRZEGORZ GÓRALSKI, BARTOSZ J. PŁACHNO

**Key words:** *Pelargonium zonale* var. 'Kliener Liebling', *in vitro* culture, haploid, diploid, morphogenesis, histology, SEM

Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University in Krakow, Gronostajowa 9, 30-387 Kraków, Poland;  
\* monika.tuleja@uj.edu.pl

*Pelargonium* species are known and popular as the ornamental plants valued for their colorful, showy flowers and attractive leaf shape. Furthermore, some of these species are used in the pharmacy, aromatherapy, perfumery and cosmetic industry as well (MOYO *et al.* 2012). Most of approximately 280 species of the genus *Pelargonium* (fam. Geraniaceae) are native for South Africa (MITHILA *et al.* 2001). Some of them such as *P. zonale* (L.) L'Hér. ex Aiton were brought to Europe as early as in 1609. *P. zonale* var. 'Kleiner Liebling' is one of the pelargonium dwarf varieties with chromosome number nine, and it is true haploid (monoploid) (DAKER 1966), which makes it an interesting model plant.

The aim of our study was the observation of *in vitro* culture of haploid and diploid plants of *P. zonale* var. 'Kleiner Liebling'. It seems that this is the first attempt to establish an efficient protocol for regeneration in tissue culture conditions for these plants. These studies may serve as a start point for further studies of concerning plants at different ploidy levels.

To obtain the plant regeneration, in the tissue culture conditions, we used explants both from mature haploid and diploid. Fragments of stems, parts of leaf petioles and leaf lamina were maintained on MS (Murashige and Skoog) basal media supplemented by several plant growth regulators. The first medium contained 1  $\mu\text{M}$  2,4-D and 1  $\mu\text{M}$  KIN; the second – 18,2  $\mu\text{M}$  TDZ and 0,57  $\mu\text{M}$  IAA; the third

– 0,44  $\mu\text{M}$  BAP and 0,54  $\mu\text{M}$  NAA; and the fourth – 5,4  $\mu\text{M}$  NAA and 0,44  $\mu\text{M}$  BAP.

The morphological and histological examinations showed the differences in morphogenetic response of haploids and diploids in applied tissue culture conditions. The response time for haploid and diploid *P. zonale* var. 'Kleiner Liebling' plants was also different. First of all, the callus formation on diploid stem explants was observed on eleventh day of culture on the medium with NAA and BAP combination. Two types of callus were observed on both haploid and diploid explants: endogenous and exogenous. The efficiency of callus production varied depending on type of explants used. The most frequent callus formation was found on fragments of stems and leaf blades (they responded in 100%), while leaf petioles were less efficient, 70% in diploids and 50% for haploids.

Organogenesis (mainly direct) was achieved in three types of explants; however, the response was different for haploids and diploids. Shoots were observed in most cases on haploid petiole leaves, whereas direct organogenesis in diploid explants was observed on stems and leaf blades.

The optimal combination of plant hormones for the induction of adventitious shoots were TDZ and IAA (second medium), while in the medium supplemented with 2,4-D and KIN organogenesis was not recorded at all. Regenerated adventitious shoots were transferred to solid 1/2 MS medium, where

their multiplication and successful development were observed.

Direct rhizogenesis was induced only on stem explants. For haploids, roots were obtained on the medium containing TDZ with IAA and 2,4-D with KIN (the first and the second fodders), for diploids third and fourth media (supplemented with NAA and BAP in different concentrations) were suitable.

The histological analysis confirmed the direct organogenesis and rhizogenesis, as well as heterogeneous origin of callus in diploid and haploid plants.

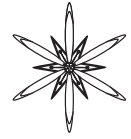
In conclusion the crucial factor for organogenesis induction seems to be TDZ with combination with IAA application, what correlates with other experimental reports, where TDZ has been reported to induce adventitious shoot buds in number of plant species (ACHARJEE *et al.* 2012)

In our experiments the somatic embryogenesis induction was not observed, although it is described in *Pelargonium* (WOJTANIA *et al.* 2004). However the SEM analysis showed the ECM (extracellular matrix)

presence in diploid and haploid explants of leaf petioles, which may suggest the embryogenic potential of this experimental system. Future investigations are necessary for improving the culture protocols to obtain somatic embryos, plant regeneration and improvement of shoots formation.

## References

- ACHARJEE S., HANDIQUE P.J., SARMAH B.K. 2012.** Effect of thidiazuron (TDZ) on *in vitro* regeneration of blackgram (*Vigna mungo* L.) embryonic axes. *J. Crop Sci. Biotech.* **15**: 311–318.
- DAKER M.G. 1966.** 'Kleine Liebling', a haploid cultivar of *Pelargonium*. *Nature (Lond.)* **211**: 549–550.
- MITHILA J., MURCH S.J., KRISHNARAJ S., SAXENA P.K. 2001.** Recent advances in *Pelargonium in vitro* regeneration systems. *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.* **67**: 1–9.
- MOYO M., FINNIE F. J., VAN STADEN J. 2012.** Topolins in *Pelargonium sidoides* micropropagation: do the new brooms really sweep cleaner? *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.* **110**: 319–327.
- WOJTANIA A., GABRYSZEWSKA E., MARASEK A. 2004.** Regeneration of *Pelargonium × hederæfolium* 'Bonete' from petiole explants. *Acta Physiol. Plant.* **26**: 255–262.



## SEX RATIO OF RUMEX ACETOSA SEEDS OBTAINED FROM POLLINATION WITHIN AND BETWEEN POPULATIONS

JAKUB BIZAN \*, MAGDALENA DENYSENKO, DAGMARA KWOLEK, ANDRZEJ J. JOACHIMIAK

**Key words:** *Rumex acetosa*, sex ratio, seeds, genetic marker

Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University, Gronostajowa 9, 30-387 Cracow, Poland;  
\* jakub.bizan@uj.edu.pl

*Rumex acetosa* L. (common sorrel) is a dioecious, wind pollinated plant with an XX/X<sub>Y</sub><sub>1</sub>Y<sub>2</sub> sex chromosome system. Sex-ratio in the populations of dioecious plants is rarely even; generally it is skewed towards one gender. *Rumex* populations showed female sex-ratio bias at all of the stages of development, but the difference in sex proportion was smaller in earlier stages (STEHLIK *et al.* 2008). Moreover, sex-ratio bias varied in different populations of the same species (ZARZYCKI & RYCHLEWSKI 1972). The possible causes of unequal proportion of males and females are: certation, sex-dependent germinability of seeds, and/or difference in mortality of gametophytes, embryos, and plants (BŁOCKA-WANDAS *et al.* 2007).

The plants originating from two distant populations in S Poland (Dobranowice and Wieliczka) were isolated and pollinated in a controlled condition to minimize the influence of certation. The pollinations were following: DW – ♀ from Dobranowice and ♂ from Wieliczka, WD – ♀ from Wieliczka and ♂ from

Dobranowice, and DD – ♀ from Dobranowice and ♂ from Dobranowice. Seeds obtained from each experiment were collected and examined for sex by PCR.

Two pairs of PCR primers that amplify sequences located in Y chromosomes were used: RAY-f and RAY-r (KORPELAINEN 2002), and UGR08-r and UGR08-f (MARIOTTI *et al.* 2009). To confirm the good quality of isolated DNA an amplification of autosomal sequence using R730-a and R730-b primers were carried out (NAVAJAS-PERÉZ *et al.* 2005). The same set of primers was successful in our previous studies on sorrel (KWOLEK & JOACHIMIAK 2010).

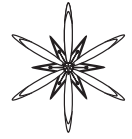
Sex ratios of WD and DW seeds were similar, but clearly differed from the observed in DD seeds (Tab. 1). Progeny produced by parents from different populations showed much larger proportion of females than progeny of parents originated from the same population. The finding requires further investigations to verify the results and to explain the mechanisms underlying the observed phenomenon.

**Table 1.** Seed sex ratios of *Rumex acetosa*: **N** – number of analyzed seeds; **F** – number of female seeds; **M** – number of male seeds; **FF** – frequency of females expressed as proportion of females to total (according to KORPELAINEN 2002); **MF** – sex ratio expressed as 1:F/M (according to RYCHLEWSKI & ZARZYCKI 1975).

♀♂	N	F	M	FF	MF
DW	76	55	21	0,72	1:2,62
WD	96	70	26	0,73	1:2,70
DD	96	57	39	0,59	1:1,46

## References

- BŁOCKA-WANDAS M., SŁIWIŃSKA E., GRABOWSKA-JOACHIMIAK A., MUSIAŁ K., JOACHIMIAK A.J. 2007.** Male gametophyte development and two different DNA classes of pollen grains in *Rumex acetosa* L., a plant with an XX/XY<sub>1</sub>Y<sub>2</sub> sex chromosome system and female-biased sex ratio. *Sex. Plant Repr.* **20**: 171–180.
- KORPELAINEN H. 2002.** A genetic method to resolve gender complements investigations on sex ratios in *Rumex acetosa*. *Mol. Ecol.* **11**: 2151–2156.
- KWOLEK D., JOACHIMIAK A. 2010.** Seed sexing revealed female bias in two *Rumex* species. *Acta Soc. Bot. Pol.* **80**: 93–97.
- MARIOTTI B., MANZANO S., KEJNOVSKY E., VYSKOT B., JAMILENA M. 2009.** Accumulation of Y-specific satellite DNAs during the evolution of *Rumex acetosa* sex chromosomes. *Mol. Gen. Genom.* **281**: 249–259.
- NAVAJAS-PERÉZ R., DE LA HERMAN R., JAMILENA M., LOZANO R., RUIZRUIZ REJÓN M., GARRIDO-RAMOS M.A. 2005.** Reduced rates of sequence evolution of Y-linked satellite DNA in *Rumex* (Polygonaceae). *J. Mol. Evol.* **60**: 391–399.
- RYCHLEWSKI J., ZARZYCKI K. 1975.** Sex ratio in seeds of *Rumex acetosa* L. as a result of sparse or abundant pollination. *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.* **18**: 101–113.
- STEHLIK I., FRIEDMAN J., BARRETT S.C.H. 2008.** Environmental influence on primary sex ratio in dioecious plant. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **105**: 10847–10852.
- ZARZYCKI K., RYCHLEWSKI J. 1972.** Sex ratios in Polish natural populations and in seedling samples of *Rumex acetosa* L. and *R. thyrsiflorus* Fing. *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.* **15**: 135–151.



## VARIATION IN QUANTITATIVE SEED TRAITS OF *ECHINOCYSTIS LOBATA* (MICHX.) TORR. ET A. GRAY (CUCURBITACEAE)

MARINA GOLIVETS

**Abstract.** The variation in quantitative seed traits of *Echinocystis lobata* has been studied.

**Key words:** *Echinocystis lobata*, seed trait, phenotypic variability

*Institute for Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine, Lebedeva str. 37, 03143 Kyiv, Ukraine; marina.golivets@gmail.com*

### Introduction

*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A. Gray (Cucurbitaceae) is an annual vine that can climb up to 6(12) m. The species is native to North America, where it grows in woodlands and in the littoral zone of inland surface water bodies. In the early XX century it was brought to Europe as an ornamental and medical plant. In a short while since the first introduction, the species escaped from cultivation and eventually became increasingly invasive over the last 20 years (KLOTZ 2007). A high intrapopulation variation of seed traits has been observed in the native range (VINOGRADOVA *et al.* 2009).

However, studies on phenotypic variability of the species in its secondary range are not known to this date. For this reason, I have conducted a pilot study aiming at testing variability of quantitative seed traits among individuals of *E. lobata*.

### Material and methods

Mature seeds of *E. lobata* were obtained from five localities within Kyiv region during the period between 2011 and 2013. Seeds were collected from 5-23 randomly selected individuals per local population and stored separately. Number of seeds per population varied from 38 to 347, and 703 seeds were analyzed in total. Seven quantitative

morphological seed traits were involved in the analysis: seed area (SA, mm<sup>2</sup>), seed perimeter (SP, mm), seed length (SL, mm), seed width (SW, mm), seed length/width ratio (LWR), seed circularity (SC), and seed biomass (SB, g). Seed dimensions were obtained during the digital image analysis with application of SmartGrain Version 1.1 software package (TANABATA *et al.* 2012).

In addition, seed color was defined visually and scaled from 1 to 3 according to the intensity of black. Seed trait variability within individuals was assessed by coefficient of variation (CV, %). For multivariate statistical treatment the standardized data of quantitative seed traits was taken for calculations. The significance of the difference between trait mean values among individuals was tested by one-way analysis of variance (ANOVA). All statistical treatment was carried out in MS Excel and Statistica 6.0 (StatSoft Inc. 2001).

### Results and discussion

SA varied from 2,80 to 19,35% within the studied individuals, SP – 1,16-14,11%; SL – 1,20-12,25%; SW – 1,40-9,75%; LWR – 1,47-11,04%; SC – 0,76-13,32%; SB – 3,64-21,61%. ANOVA has revealed a significant difference among individuals of *E. lobata* across all the studied traits (Tab. 1). The greatest variation has been detected for SA and SB. According their color, 13,9% of seeds

**Table 1.** Descriptive statistics and summary of ANOVA showing the variation of seed traits among *Echinocystis lobata* individuals.

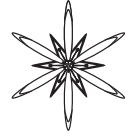
Trait	Mean	Min	Max	MS	F	p	CV, %
SA	105,804	47,896	156,688	7,925	20,455	0,00	16,22
SP	44,208	28,923	62,282	6,972	14,787	0,00	9,96
SL	17,490	10,705	22,356	7,789	19,498	0,00	10,91
SW	8,239	6,009	10,344	7,272	16,339	0,00	7,71
LWR	2,125	1,488	2,924	7,341	16,724	0,00	9,14
SC	0,680	0,323	0,801	4,218	5,904	0,00	7,11
SB	0,283	0,114	0,438	7,483	17,547	0,00	19,19

were ranked as 1; 58,2% – as 2; and 27,9% – as 3. Thus, the analysis of quantitative seed characteristics showed a high variation among single individuals of *E. lobata*.

The next step will be a thorough analysis of qualitative and quantitative seed traits of the species in its secondary range.

## References

- KLOTZ S. 2007.** *Echinocystis lobata*. DAISIE. [http://www.europe-aliens.org/pdf/Echinocystis\\_lobata.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Echinocystis_lobata.pdf)
- TANABATA T., SHIBAYA T., HORI K., EBANA K., YANO M. 2012.** SmartGrain: High-throughput phenotyping software for measuring seed shape through image analysis. *Plant Physiol.* **160** (4): 1871–1880.
- VINOGRADOVA Y.K., MAYOROV S.R., KHORUN L.V. 2009.** The Black Data Book of the flora of Middle Russia. GEOS, Moscow. (in Russian)



## MICROMORPHOLOGY OF POLLEN GRAINS OF THREE CULTIVARS OF *PRUNUS ARMENIACA* L.

MIROŚŁAWA CHWIL

**Key words:** *Prunus armeniaca*, cultivars, micromorphology, pollen grains

Department of Botany, University of Life Science in Lublin, Akademicka 15, 20-950 Lublin, Poland; mirosława.chwil@up.lublin.pl

Pollen grains of various cultivars of *Prunus armeniaca* L. produce striated sculpture of the exine. These grains are included in the trizonocolporate class. In polar view, pollen grains have a triangular outline, while in equatorial view an elliptical outline. The exine of grains forms a pattern of striae characteristic for a given taxon. Flowers of various *P. armeniaca* cultivars produce pollen grains with the polar (P) and equatorial (E) length ranging 31-60  $\mu\text{m}$  and 24-36  $\mu\text{m}$ , respectively.

The aim of this study was to determine the micromorphology of pollen grains of three *P. armeniaca* cultivars – ‘Harcot’, ‘Early Orange’ and ‘Wczesna z Morden’, using light and scanning electron microscopy.

A comparative study of the morphological characteristics of pollen grains was carried out to determine their size, shape and exine ornamentation. Observations of pollen grains

were performed under a light microscope (Nikon Eclipse 400) and a scanning electron microscope (SEM) (Tescan Vega II LMU).

In terms of their size, pollen grains of the studied *P. armeniaca* cultivars were classified as large. Their shape was determined to be prolatum. In equatorial view of pollen grains, the striae run along the polar axis. These structures in the exine are arranged parallel to each other, can be branched or arched. The width of striae ranges from 0.27  $\mu\text{m}$  (‘Early Orange’) to 0.62  $\mu\text{m}$  (‘Harcot’). The largest distances between the striae were found in pollen grains of ‘Harcot’ (0.33  $\mu\text{m}$ ), whereas much smaller distances were observed in ‘Early Orange’ and ‘Wczesna z Morden’ (0.13-0.14  $\mu\text{m}$ ). In pollen grains of *P. armeniaca* the tectum is perforated. In an area of 10  $\mu\text{m}^2$ , the tectum forms 4-9 perforations with a pore diameter of 0.1-0.6  $\mu\text{m}$ .



# Scratchpads

biodiversity online

**Scratchpads** is an **open source** and **free to use** platform that enables you to work in a collaborative online environment.

With a Scratchpad you can easily create your own website to **structure, manage, link** and **publish** your **biodiversity** data.

Currently with more than 7,000 active users from all over the world forming 640 communities, Scratchpads hold data for 190,000 taxa.

Start your Scratchpad site now  
<http://scratchpads.eu>

### A place for your data



Create and manage different types of biodiversity data online. Scratchpads store all kinds of biodiversity data from taxonomies, media, literature and pages to species descriptions, observations, morphological and ecological traits, and more!

### A collaborative environment



An extensive suite of communication tools, including forums, blogs, newsletters and content feedback allow you to nurture and sustain vital online discussions with your peers.

### A link to big data



Scratchpads are built to easily share and link your data with all the major biodiversity repositories including: Encyclopedia of Life (EOL), IUCN Red List, the Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Biodiversity Heritage Library (BHL) and the Bibliography of Life.

### A publication platform



A work environment to bring together your community's data, easily compile manuscripts and directly send them to be published in a peer-reviewed and open-access journal. Take credit for all your work, no matter how big it is!

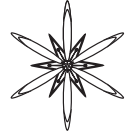
Scratchpads are being developed since 2007 under several UK and EU projects and are currently supported by the Natural History Museum of London.



UNIVERSITY OF  
OXFORD







## THE NECTARY STRUCTURE AND NECTAR PRODUCTION IN FLOWERS OF *DAPHNE MEZEREUM* L.

MIROŚŁAWA CHWIL

**Key words:** *Daphne*, *Daphne mezereum*, nectary, morphology, nectar production

Department of Botany, University of Life Science in Lublin, Akademicka 15, 20-950 Lublin, Poland; mirosława.chwil@up.lublin.pl

The genus *Daphne* L. comprises 100 plant species. This name is derived from the name of a nymph, one of the daughters of the rivergod Pineios, who was transformed into a laurel tree to escape the amorous Apollo. Two species, *D. mezereum* L. and *D. cneorum* L., grow in the wild in Poland. *D. mezereum* is more common, but it is rarely found in the whole country. *D. cneorum* grows in the Małopolska Upland and in the Lublin region. These taxa are fully protected in Poland. Various plant species of the genus *Daphne* are considered to be ornamental, medicinal, poisonous and bee plants. In the bark of *D. mezereum* and in leaf buds of *D. odora* Thunb., there is a high content of daphnin and more than 20% of coumarins. Plants of the genus *Daphne* are poisonous and contain harmful substances, among others a glycoside daphnin and a resinous substance mezerein. The nectaries in flowers of the family Thymelaeaceae are classified as annular or intrastaminal.

The aim of this study was to analyse the location and structure of the floral nectaries

as well as nectar production in flowers of *D. mezereum*.

*D. mezereum* belongs to the earliest flowering (I-V) melliferous plants. Densely packed flowers are borne in clusters of 2-3 in the axils of already fallen leaves. A pink corolla with fused petals has a diameter of 1-1.5 cm. Eight stamens are attached to the corolla tube. In *Daphne* flowers, the nectary surrounds a superior ovary borne on a gynophore. In *D. merezeum*, this gland forms a ring around the base of the ovary.

In *Daphne* flowers, the stomata secrete nectar onto the nectary surface. The parenchyma cells of the nectary (longitudinal section) consist of 4-7 layers. The vascular tissue supplying the nectary reaches the subnectariferous parenchyma, while the branches of phloem elements reach the base of the nectariferous parenchyma. Flowers of *D. mezereum* produce nectar in abundance. The colourful corolla filled with nectar attracts bees and butterflies.





## MICROMORPHOLOGY OF THE FLORAL NECTARY OF RED HORSE CHESTNUT (*AESCULUS* × *CARNEA* HAYNE)

ELŻBIETA WERYSZKO-CHMIELEWSKA \* & MIROSŁAWA CHWIL

**Key words:** *Aesculus* × *carnea*, floral nectary, micromorphology, nectar secretion

Department of Botany, University of Life Science in Lublin, Akademicka 15, 20-950 Lublin, Poland;  
\* elzbieta.weryszko@up.lublin.pl

In Europe *Aesculus* × *carnea* Hayne is planted in cities as an avenue tree. Compared to *A. hippocastanum* L., it is more drought resistant, but less resistant to low temperatures. *A. ×carnea* is a lower tree than *A. hippocastanum* and develops a smaller corolla. It produces dark green, shiny and crinkled leaves. Its flowers have different colours, from bright pink to carmine red. The nectary glands secrete nectar abundantly. Due to the long corolla tube, nectar is difficult to reach for bees.

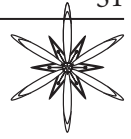
The aim of this study was to investigate the topography and micromorphology of the nectaries of *A. ×carnea* using scanning electron microscopy.

The study shows that the nectary gland of red horse chestnut forms an incomplete ring around the base of the staminal filaments, surrounding only four stamens out of the seven that occur in the flower. Three stamens are outside the nectary. In its widest place,

the nectary diameter reaches 2.7 mm. Three expanded portions of the gland can be seen in the marginal part of the nectary, adjoining the petals. The part of the nectary adjacent to the filaments forms a convex protrusion with a wavy appearance (shape), which results from the vicinity of the filaments.

Nectar is secreted through numerous stomata located beneath the convex part of the nectary. The stoma length is 21.7 µm, while the width 23.3 µm. In the material examined, most stomata had open pores. Secretion was observed in many places. The stomata were surrounded by 6-7 guard cells; this allows them to be classified as the cyclocytic type. The cells of the stomatal complex were raised above the surface of the other epidermal cells. The walls of the guard cells and of the adjacent epidermal cells were covered by a cuticle with irregular striation.





## THE ANATOMY AND ULTRASTRUCTURE OF THE NECTARIES AND OSMOPHORES OF WATER FORGET-ME-NOT (*MYOSOTIS SCORPIOIDES* L.)

ELŻBIETA WERYSZKO-CHMIELEWSKA

**Key words:** *Myosotis scorpioides*, nectary, ultrastructure, anatomy, nectar secretion

Department of Botany, University of Life Science in Lublin, Akademicka 15, 20-950 Lublin, Poland; elzbieta.weryszko@up.lublin.pl

Flowers of *Myosotis scorpioides* L. (Boraginaceae) are pollinated by different insects, among others by the honey bee. They produce both secondary attractants (colour, odour) and primary attractants which include nectar and pollen. The nectary glands occurring in the flowers form a ring surrounding the base of a superior ovary.

The aim of this study was to determine the anatomical characteristics and ultrastructure of the nectary and odour-producing tissues located on the petals. The study was carried out using light, scanning and transmission electron microscopy.

The nectary forms a uniform ring surrounding a 4-loculed superior ovary. Nectar is secreted through stomata. The presence of large cell nuclei, numerous plastids and rough endoplasmic reticulum (ER) was found in

the ultrastructure of the nectary cells. In the parenchyma cells of the nectary, ER was fused to large cisterns (vesicles) situated in the marginal parts of the cytoplasm.

This study shows that essential oils are emitted through papillae located in the adaxial epidermis of the petals and through large palisade epidermal cells occurring in the yellow region of the corolla, which form the osmophore tissue. The epidermal cells of the osmophore were characterized by the presence of thin cell walls, large nuclei and numerous chromoplasts. Lipid plastoglobules were observed in the chromoplasts; their presence can be associated with the production of essential oils. It was found that the tissues forming the yellow ring at the mouth to the corolla tube (osmophore) released a more intense scent than the surface region of the petal on which the papillae occur.





## POLLEN FEATURES OF HAZELNUT (*CORYLUS AVELLANA* L.) FROM DIFFERENT HABITATS

NATALIA NIKOLAIEVA<sup>1\*</sup>, JAN BRINDZA<sup>2</sup>, KATERYNA GARKAVA<sup>1</sup>, RADOVAN OSTROVSKY<sup>2</sup>

**Abstract.** The aim of this work was to study general morphological characteristics of pollen grains of *Corylus avellana* L. Seven samples of pollen were investigated. Samples were collected from different habitats in Ukraine – from botanical gardens (Kyiv, Kamianets-Podilskyi) and natural habitats (Kyiv region, Kamianets-Podilskyi, and Sumy region). We studied such morphological traits of pollen grains as length of polar and equatorial axes, diameter of pores, and shape of the pollen grain (elongation index). Analysis of morphological characters of pollen was carried out using electron microscope. Comparison of data was performed with the data of the base polleninfo.org. During research the differences in these parameters were marked. Pollen grains of *C. avellana* are generally isopolar, from suboblate to oblate or oblate-spheroidal, and contain 3 pores. The article contains an attempt to explain the size variations noted for the pollen collected from different habitats.

**Key words:** *Corylus avellana*, pollen, polar axis, equatorial axis, shape of pollen

<sup>1</sup> National Aviation University, Institute of Ecological Safety, Kosmonavta Komarova str. 1, 03058 Kyiv, Ukraine;  
\* n.nikolaeva703@gmail.com

<sup>2</sup> Slovak University of Agriculture, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic

### Introduction

*Corylus avellana* L. is one of the earliest pollen allergen in Europe, and represents the Betulaceae family. Pollen allergy (pollinosis) is a common disease realized through hypersensitivity reaction of the respiratory tract and eye's conjunctivae to pollen grains. Pollen grains are composed of proteins, specific allergens that can cause allergic diseases in humans and animals. Hazelnut pollen has been detected in aerobiological studies in Zagreb, Croatia; Lublin, Poland; Skein, Norway; Crete and Thessaloniki, Greece. Moreover, there is commercial cultivation of *C. avellana* in USA (Oregon), Turkey, Spain, Italy, and Iran (PELTRE *et al.* 1988).

The pollen of *C. avellana* provides allergic reaction already at the concentrations of 20-30 grains per m<sup>3</sup> per 24 h. Values greater than 80 grains per m<sup>3</sup> per 24 h produce allergic symptomatology in 90% of patients (VIK *et al.* 1991). These studies showed that *C. avellana* pollen allergy may result in aggravation of winter respiratory symptoms.

Diagnostic of polynosis in Kyiv (Ukraine) was revealed the hypersensitivity to pollen grains of *C. avellana* in 57.1% of patients (ВИТЯК 2008).

In conditions of environmental pollution, pollen adsorbs and accumulates xenobiotics that in hundreds of times increase the immunogenicity, and promote changes in the structure of allergens (PELTRE *et al.* 1988, 1990; URBANEKR 1993). One of the main reasons for increasing of allergic diseases is the deterioration of environmental conditions.

The aim of this work was to define such morphological features of pollen grains in *C. avellana* as: length of polar and equatorial axes, form of the pollen grains, and diameter of pore.

### Material and methods

We used seven samples of *C. avellana* pollen grains, collected during the flowering period from N.N. Grishko National Botanical Garden in Kyiv (NBG), A.V. Fomin Botanical Garden in Kyiv (BGF), and Botanical Garden in Kamianets-Podilskyi (BG), Mariinsky Park

in Kyiv; as well as from such natural habitats as outskirts of the village Mikulichi (Kyiv region), the outskirts of Kamianets-Podilskyi (near cement plant), the outskirts of village Ternovka (Sumy region). Pollen grains were studied at the Institute of Biodiversity and Biological Safety of Slovak Agricultural University in Nitra using an electron microscope Carl Zeiss LS 15. The samples of pollen grains were applied to double-tape, fastened to metal object's tables with a diameter of 10 mm. Measurement of morphometric parameters were performed on 80 pollen grains from each genotype using the program AxioVision Rel. 4.8.2.0. The characterization of pollen grains was calculated by taking the following parameters: the polar axis (P – line connecting the proximal and distal pole), the equatorial axis (E – a line perpendicular to the polar axis and located in the equatorial plane), and the diameter of the pores (this is a round aperture in which the ratio of length to width is less than two). For describing the morphological features of pollen grains we used standard terminology (KREMP 1967; MEYER-MELYKYAN 1987; PUNT *et al.* 2007). The form of pollen grains (elongation factor) was installed by the ratio of the polar axis to the value of the equatorial diameter (P/E). For the analysis of the forms of pollen grains the classifier “The forms of pollen grains” (MEYER-MELYKYAN *et al.* 1999), and for analysis of sizes – classifier by TOKAREV (2002) were applied. The types of textures were described by the methodology of BUCHER *et al.* (2004). The comparison of received results was conducted applying Student *t*-test and *F*-test (Fisher's exact test), accordingly to the standard procedure.

### Results and discussion

Pollen grains of *C. avellana* (18×26 μm) are tripolar with deep oncusis (lenticular spherical structures, which are unstable to acetolysis and placed at apertures) in each pore (HYDE & ADAMS 1958; HOFMAN & MICHALIK 1998). They are characterized as angle-apertures (ERDTMAN 1952): equatorial apertures and apertures which are located in

every corner of the pollen grain. According to previous studies of pollen grains in hazelnut (DYAKOWSKA 1959), the average weight of pollen grains is 9.45 ng (1 ng = 10<sup>-9</sup> g), and the average diameter is 24.20 μm, the rate of fall in still air is 2.90 cm/sec.

Pollen grains of *C. avellana* are smooth, 3-pored, grain with a sub-triangular polar view and sub-oblate equatorial view (GODWIN 1975). The surface sculpturing is with tiny scabrae on the ridges (MOORE *et al.* 1991), but usually appears smooth after preparation (Fig. 1).

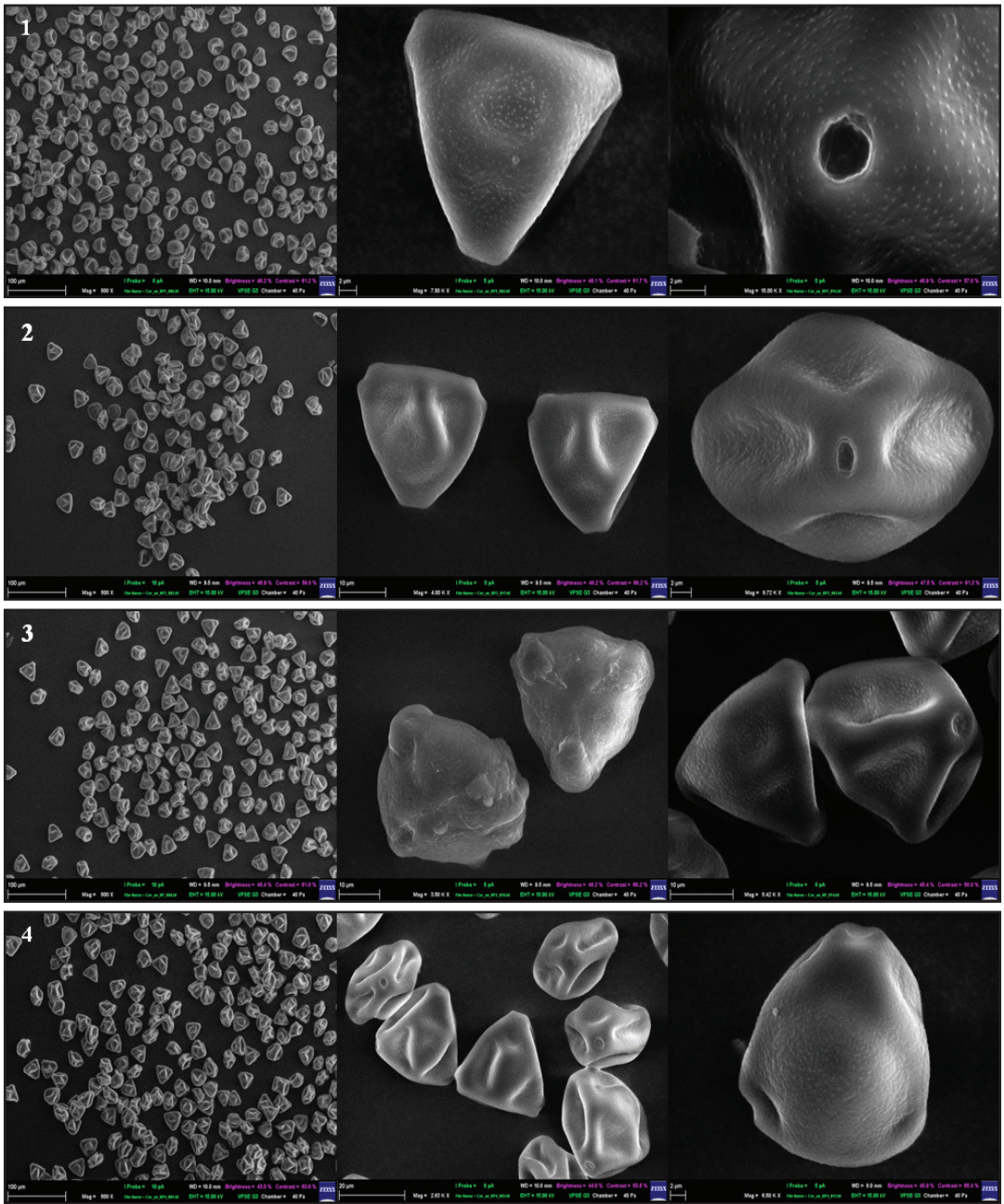
Accordingly to polleninfo.org database (POLLENATLAS 2013), pollen grains of *C. avellana* are characterized by following features. Shape: round, triangular in polar view, oval in equatorial view; size: polar axis 27.3 (25-31) μm, equatorial axis 28.9 (26-31) μm; apertures: tripolar pollen grains, pores are 2-3 μm in diameter; pollen shell: thin, rough exine, thin intina with a very large bulge regions (lenticular structures); additional attributes: granular cytoplasm.

The results of conducted measurements of *C. avellana* pollen grains are represented in Tab. 1:

- 1) the coefficient of variation of the polar axis of the greatest significance is 7.52% (BG, Kamianets-Podilskyi), and the lowest value – 3.91% (BGF, Kyiv);
- 2) the coefficient of variation of the equatorial diameter of the greatest significance is 8.07% (outskirts of the v. Mikulichi, Kyiv region), and the lowest – 5.2% (BGF, Kyiv);
- 3) the coefficient of variation of the form of pollen grain has the greatest value 10.45% (outskirts of the v. Mikulichi, Kyiv region), and the lowest – 6.94% (BGF, Kyiv);
- 4) the coefficient of variation of the diameter of the pores of the greatest significance is 19.82% (Mariinsky Park, Kyiv), and the lowest – 13.97% (outskirts of the v. Mikulichi, Kyiv region).

Average values for the length of the polar axis remained from 24.92 to 27.93 μm and equatorial diameter – from 25.47 to 28.75 μm. Value of the form of pollen grains ranged from 0.91 to 0.98.





**Fig. 1.** Pollen grains of *Corylus avellana* collected from different habitats: **1** – NBG (Kyiv); **2** – BGF (Kyiv); **3** – Maryinsky Park (Kyiv); **4** – BG (Kamianets-Podilskyi); **5** – outskirts of Kamianets-Podilskyi; **6** – outskirts of v. Ternovka (Sumy region); **7** – outskirts of the v. Mikulichi (Kyiv region) (Photos by Ostrovsky, 2013). Continuation see next page.

The correlation coefficient of pollen grains *C. avellana* varies from +1 to -1, as shown on Fig. 2. Positive correlation is inherent in such samples of pollen as: 1 – NBS (Kyiv);

3 – Mariinsky park (Kyiv); 6 – outskirts of v. Ternovka (the largest coefficient is 0.17); 7 – outskirts of v. Mikulichi (the lowest value is 0.004). A negative correlation was noted in the

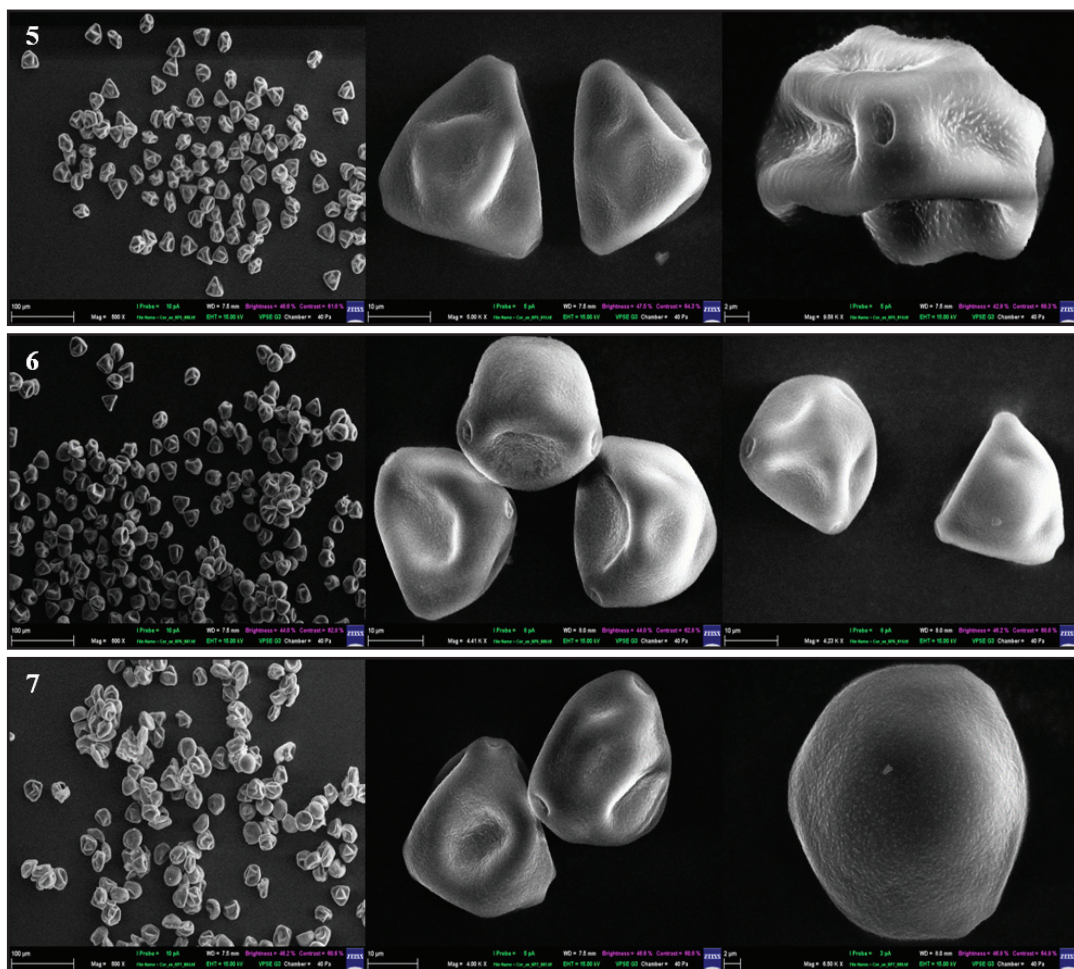


Fig. 1. Continued.

following pollen samples: 2 – BSF, Kyiv (the largest value is  $-0.09$ ); 4 – Botanical Gardens of Kamianets-Podilskyi (the lowest value is  $-0.04$ ); 5 – outskirts of v. Ternovka.

### Conclusions

Studies have focused on the morphological features of pollen grains of *C. avellana*, namely on the diameter of polar and equatorial axes, the shape of the pollen grain, and the pore diameter. Statistical differences were found in the measurement of the polar axis of the pollen grains (optimal values correspond to a sample from v. Mikulichi, and the least – to the sample from NBG), equatorial diameter (values correspond to the normal in samples

from BS Kamianets-Podilskyi and v. Mikulichi, and are minimal – in sample from v. Ternovka), the form of pollen grain (it exceeds of normal value in the samples from v. Ternovka and v. Mikulichi). The diameter of the pores is in the normal range in all of the samples. Pollen grains of *C. avellana* have the following morphological features: the state of aggregation – monads, the form – from oblate-spheroidal to spheroidal, and the symmetry – radial symmetrical isopolar, the shape of the equatorial projection – rounded and flattened-round, the size – small and medium, on the position – rounded-triangular, the apertures – contains of 3 pores, the sculpture – pitted. Average values for the length of the polar axis remained within  $24.92$ - $27.93$   $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter was

**Table 1.** Measurements of morphological traits of *Corylus avellana* pollen grains: **min** – minimum value; **max** – maximum value; **x** – arithmetic mean; **S** – standard error; **CV%** – variation coefficient; **Polleninfo** – results from the database (POLLENATLAS 2013).

Place of sampling	min	max	x	S	CV%	Polleninfo
Polar axis, $\mu\text{m}$ (P)						
NBG (Kyiv)	21.55	28.26	24.92	1.51	6.07	27.30 (25-31)
BGF (Kyiv)	24.12	30.12	26.50	1.03	3.91	
Mariinsky Park (Kyiv)	21.42	29.00	25.06	1.53	6.11	
BG (Kamianets-Podolskyi)	17.57	30.43	26.21	1.97	7.52	
Outskirts of Kamianets-Podilskyi	22.40	28.97	25.78	1.32	5.15	
Outskirts of v. Ternovka	20.68	28.54	25.12	1.68	6.71	
Outskirts of v. Mykulichi	23.83	31.27	27.93	1.59	5.69	
Equatorial axis, $\mu\text{m}$ (E)						
NBG (Kyiv)	22.42	32.10	26.72	1.72	6.45	28.90 (26-31)
BGF (Kyiv)	24.04	30.44	27.92	1.45	5.20	
Mariinsky Park (Kyiv)	23.48	29.96	27.07	1.42	5.24	
BG (Kamianets-Podolskyi)	25.69	32.44	28.75	1.67	5.83	
Outskirts of Kamianets-Podilskyi	22.94	31.54	27.70	1.81	6.54	
Outskirts of v. Ternovka	22.13	28.47	25.47	1.59	6.24	
Outskirts of v. Mykulichi	21.36	33.54	28.42	2.29	8.07	
Shape of the pollen grain (P/E)						
NBG (Kyiv)	0.76	1.31	0.93	0.07	7.86	0.94
BGF (Kyiv)	0.79	1.41	0.95	0.06	6.94	
Mariinsky Park (Kyiv)	0.76	1.11	0.92	0.07	7.94	
BG (Kamianets-Podolskyi)	0.58	1.13	0.91	0.08	9.70	
Outskirts of Kamianets-Podilskyi	0.74	1.15	0.93	0.08	8.73	
Outskirts of v. Ternovka	0.76	1.19	0.98	0.08	8.33	
Outskirts of v. Mykulichi	0.81	1.40	0.98	0.10	10.45	
Diameter of pore, $\mu\text{m}$						
NBG (Kyiv)	1.68	3.35	2.57	0.37	14.37	2.00-3.00
BGF (Kyiv)	1.68	3.40	2.57	0.37	14.34	
Mariinsky Park (Kyiv)	1.68	3.40	2.46	0.48	19.82	
BG (Kamianets-Podolskyi)	1.68	3.75	2.70	0.41	15.40	
Outskirts of Kamianets-Podilskyi	1.68	3.40	2.59	0.41	15.86	
Outskirts of v. Ternovka	1.68	3.54	2.50	0.42	16.75	
Outskirts of v. Mykulichi	1.68	3.40	2.57	0.36	13.97	

from 25.47 to 28.75  $\mu\text{m}$ . Value of the form of pollen grains ranged from 0.91 to 0.98, which characterizes the pollen grains of *C. avellana* (by elongation index) like from oblate-spheroidal to spheroidal.

### Acknowledgements

This work was performed within the framework of the international research project “Ukr/SR/SPU1/08 lesser known species of plants and their products to improve the quality

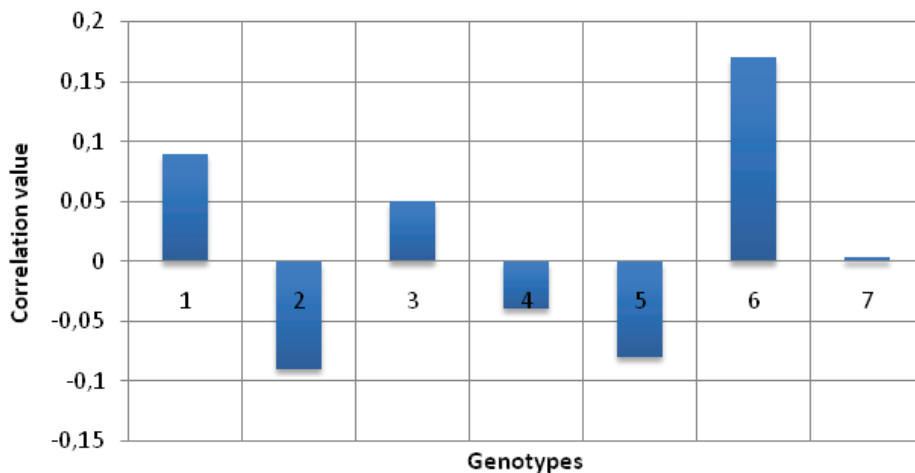
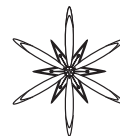


Fig. 2. The correlation coefficient of morphometric characteristics of pollen grains of *Corylus avellana*.

of life” at the Research Center of Biodiversity and Biological Safety and used of the Faculty of Agrobiology and Food Resources at the Slovak Agricultural University in Nitra with financial support from the Ministry of Education of the Slovak Republic. Coauthor N. Nikolaieva gratefully thanks to SAIA n.o. for providing a scholarship for scientific training, during which the results were obtained and further represented in current work.

### References

- BUCHER X., PICHER W.J., DAHINDEN C.A., HELBLING A. 2004. Effect of tree pollen specific, subcutaneous immunotherapy on the oral allergy syndrome to apple and hazelnut. *Allergy* 59 (12): 1272–1276.
- DYAKOWSKA J. 1959. Podręcznik palynologii. Wyd. Geolog., Warszawa.
- ERDTMAN G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. Almquist and Wiksell, Stockholm.
- GODWIN H. 1975. The history of the British flora, 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge University Press, London.
- HOFMAN T., MICHALIK J. 1998. Alergia pyłkowa. Wyd. TOM. Poznań.
- HYDE H.A., ADAMS K.F. 1958. An atlas of airborne pollen grains. MacMillan & Co. Ltd., London.
- KREMP G. 1967. Encyclopedia of palynology. Mir, Moscow. (in Russian)
- MEYER-MELYKYAN N.R. 1987. Morphology of spores and pollen. *Methodological aspects of palynology*: 17-40. Nedra, Moscow. (in Russian)
- MEYER-MELYKYAN N.R., SEVEROVA E.E., GAPOCHKA G.P., POLEVOVA S.V., TOKAREV P.I., BOVINA I.YU. 1999. Principles and methods of aeropalynological investigations. Moscow. (in Russian)
- MOORE P.D., WEBB J.A., COLLINSON M.E. 1991. Pollen analysis. 2<sup>nd</sup> ed. Blackwell, London.
- PELTRE G. 1990. Les allergènes du pollen de graminées. Effect de l'environnement sur l'allergenicite. *Bull. Soc. bot. Fr. Actual, bot.* 137 (2): 119–120.
- PELTRE G., PANHELUUX D., DAVID B. 1988. Environmental effect on grass pollen allergens. *Ann. Sci. Natur. Bot. et Biol. Veg.* 9 (4): 225–229.
- POLLENATLAS 2013. *Corylus avellana* L. (Accessed: 2013-11-23) <http://www.polleninfo.org/SK/sk/allergy-infos/aerobiologics/pollen-atlas.html?letter=C>
- PUNT W., HOEN P.P., BLACKMORE S., NILSSON S., LE THOMA A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 143: 1–81.
- TOKAREV P.I. 2002. Morphology and ultrastructure of pollen grains. KMK, Moscow. (in Russian)
- URBANEKR R. 1993. Ztuftschadstoffe und Allergenen. *Gynakol. Prax.* 12 (1): 179–180.
- VIK H., FLORVAAG E., ESSAYED S. 1991. Allergenic significance of *Betula* (birch) pollen. Blackwell, Oxford.
- VITYK L.D. 2008. Improving the effectiveness of specific allergy vaccination in patients with pollinosis by correcting immunological reactivity. Abstract of candidate thesis of medical sciences. O.O. Bogomolets NMU, Kyiv. (in Ukrainian)



## SOME MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL DESCRIPTIONS OF SEED IN *GALANTHUS WORONOWII* LOSINSK. FROM WESTERN GEORGIA

NONA CHKHAIDZE<sup>1\*</sup>, NANA GOGINASHVILI<sup>1\*\*</sup>, MERI ZURABISHVILI<sup>1\*\*\*</sup>, ZURAB MANVELIDZE<sup>2</sup>

**Abstract.** Morphology and anatomy of seeds of *Galanthus woronowii* Losinsk. from Ajara and Guria (Western Georgia) regions were studied in laboratory conditions. It was found out that shape of fruits changed from round (big fruits) to longish (small fruits). Weight of mature seed was 0,0075 g. By the end of June elaiosome disappears and green hollow develops on its place. Gas bubbles were emitted from green tissues; emission was intensive in August, when embryo was already well developed. Greenness was localized mainly on cell walls. It is permissible that on cells walls located aerobic oxygenic phototrophic bacteria. In early August an embryo in seeds was well developed, reserve fat transformed to starch around of embryo. Germination of seeds began by the end September very slowly. Results of the work will be important for *ex situ* conservation of *G. woronowii*, also for expedient to plant industrial plantations.

**Key words:** *Galanthus woronowii*, seed, morphology, anatomy, development

<sup>1</sup> Agricultural University of Georgia, University Campus of Digomi, David Aghmashenebeli Alley 140, 0159 Tbilisi, Georgia;

\* no.chkhaidze@agrni.edu.ge, \*\* n.goginashvili@agrni.edu.ge, \*\*\* zurab58@yahoo.com

<sup>2</sup> Batumi Botanical Garden, Mtsvane kontskhi, 6010 Batumi, Georgia

### Introduction

The bulbous ephemerid Woronow's snowdrop (*Galanthus woronowii* Losinsk., Amaryllidaceae) is widely spread in Colchic forests of Western Georgia. It grows everywhere on western, north-western or northern exposures of Adjara-Guria mountains, up to 500-800 m a.s.l. from the Black Sea shore, rarely up to 2000 m a.s.l., mainly in lower and medium belts of forest, in damp river ravines, on red or yellow forest ash-grey soils, with pH varying within 4.2-5.6 (KEMULARIA-NATADZE 1947; GAGNIDZE 1991, 2005; ZAZANASHVILI 1999; KIKVIDZE & OHSAWA 2001). Due to high content of alkaloids in bulbs (PROSKURINA & ORDZHONIKIDZE 1953; PROSKURINA *et al.* 1955; BERKOV *et al.* 2012; TAKOS & ROOK 2013) and the decorative value, these species is intensively collected in natural areas of Western Georgia (CITES 2008) what causes misbalance in its local relict habitats. In 2004-2006 export quotas for *G. woronowii* were 18 million bulbs per year. In 2007 it was reduced to 15 million

on the base of recommendations of CITES Secretariat and Georgian Scientific Authority (CITES 2008). In spite of the fact that natural stock of the plant in Western Georgia is about 300 million bulbs (CITES 2008) and the species is not included into the Red Book of Georgia (RED BOOK... 1982), we think that it is expedient to plant industrial plantations. For development of effective agrotechnical technologies and *ex situ* conservation of snowdrop (SGENTI & KHUTSISHVILI 2013) it is necessary to study its biological peculiarities on all stages of ontogenesis. The results of morphological and anatomical study of bulbs of Woronow's snowdrop have shown that the mentioned species in Guria and Adjara regions has populations, which differ by size and mass of bulbs. Anatomical peculiarity of a bulb gives an idea about storage of nutrients in it, water requirement and susceptibility to fusarium disease (CHKHAIDZE *et al.* 2013).

The results of study related to some morphological and anatomical peculiarities of seeds of snowdrop growing in Colchic forests of Western Georgia are presented in the paper.

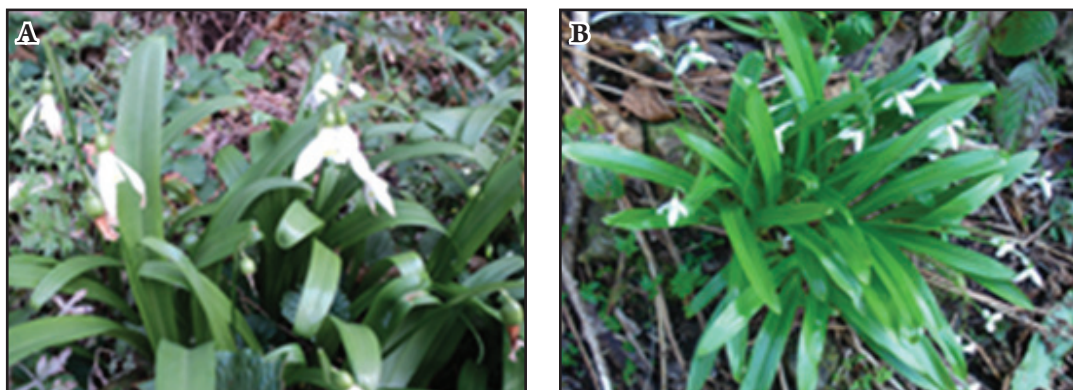


Fig. 1. Blossoming of *Galanthus woronowii*: A – Adjara (27.02.2013); B – Guria (27.02.2013).



Fig. 2. Shape of fruits of *Galanthus woronowii* in laboratory condition (22.03.2013).

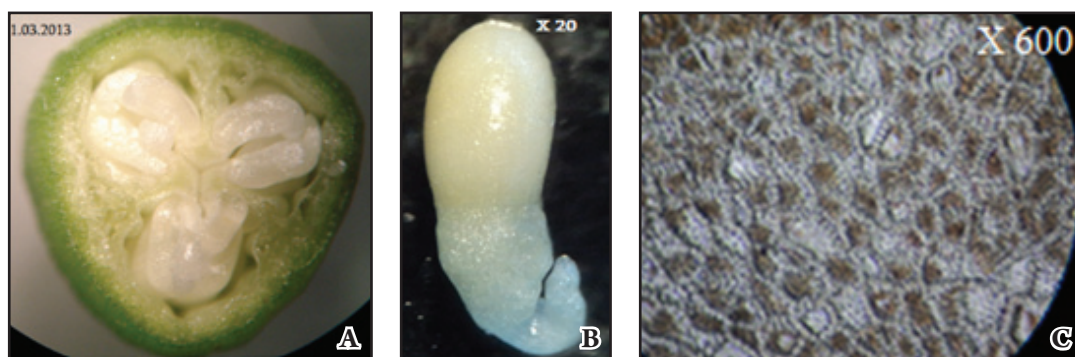


Fig. 3. Ripening of fruits of *Galanthus woronowii* from Adjara region (10.05.2013).

### Material and methods

The materials have been obtained as a result of the research expedition carried out in March-May 2013 in the forests of Guria and Adjara regions. The plants in Adjara region are spread on the altitude 100 m a.s.l., whereas in the mountains of Guria – on diapason of 350-400 m a.s.l. The plants and seeds of ripened

fruits were placed in clay pots in laboratory conditions together with soils from the areas of distribution; soil surface has been covered with mosses and grasses, which are spread in natural places (Fig. 7). The process of development of embryo in seeds was checked periodically. Gas emission by seed and embryo was well seen after placing them in water. Anatomical sections have been prepared manually, and stained by



**Fig. 4.** *Galanthus woronowii*: **A** – fruit of with three locules, development of seeds; **B** – seed with elaiosome; **C** – nutrient substances of a seed are fats, cytochemical reaction with Sudan III (29.05.2013).

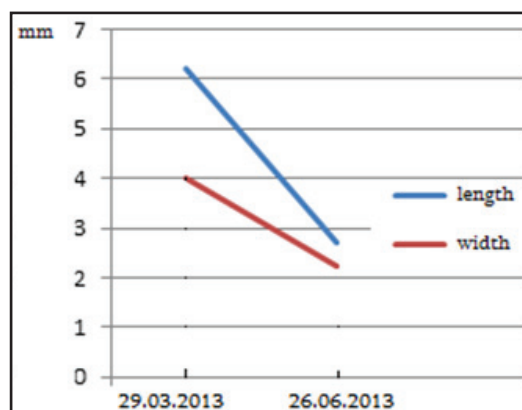
**Table 1.** Morphological parameters of fruit and seed of *Galanthus woronowii* from Adjaria (30.04.2013).

Parameter	Size of capsule		
	Big	Medium	Small
Length of fruit, cm	1.35±0.048	1.30±0.068	1.18±0.020
Width of fruit, cm	1.28±0.045	0.93±0.061	0.78±0.049
Length: width ratio	1.05	1.4	1.5
Weight of fruit, g	1.03±0.056	0.44±0.046	0.24±0.038
Average number of seeds in fruit	14.82±1.583	6.14±0.769	5.00±2.025
Weight of seeds in fruit, g	0.55±0.064	0.13±0.027	0.08±0.017
Weight of seed, g	0.037	0.021	0.016

Sudan III and J+Jk. The microscopes MB3-1 and MBO-9 were used. Photos have been made by the digital camera Sony (12.1 megapixels).

## Results

In the conditions of Western Georgia Woronow's snowdrop blossoming (Fig. 1) in February-March, dependly from the altitude above sea level. Seeds develop in trilocular fruits of various forms (Fig. 2). Up to 30 seeds may develop per each fruit. Fruits ripen in May (Fig. 6). By that time the aerial parts of plant begin to turn yellow, fruits burst and seeds disperse on a surface of damp soil, covered with vegetation. Firstly seeds are of light brown color, and then darken (Figs. 3, 4). Size of fruits and seeds vary, which might be caused by phenotypic and genotypic variability. The



**Fig. 5.** Change of seed sizes of *Galanthus woronowii* in laboratory conditions.

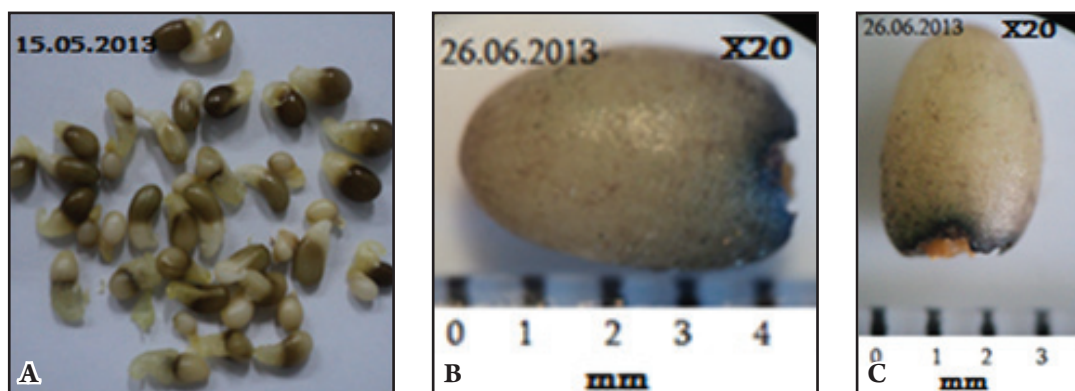


Fig. 6. Seeds of *Galanthus woronowii*: A – in natural size; B, C – multiplied in 20 times.

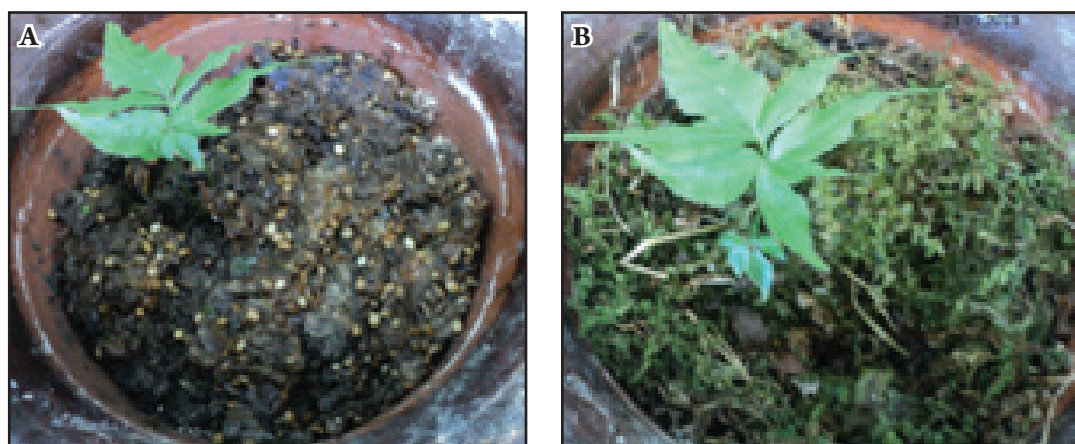


Fig. 7. Sowing of *Galanthus woronowii* seeds in pots (A), and covering them by mosses (B).

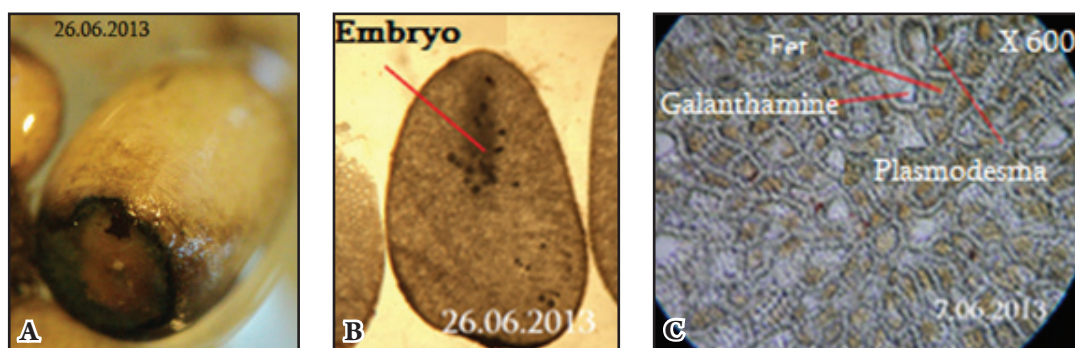
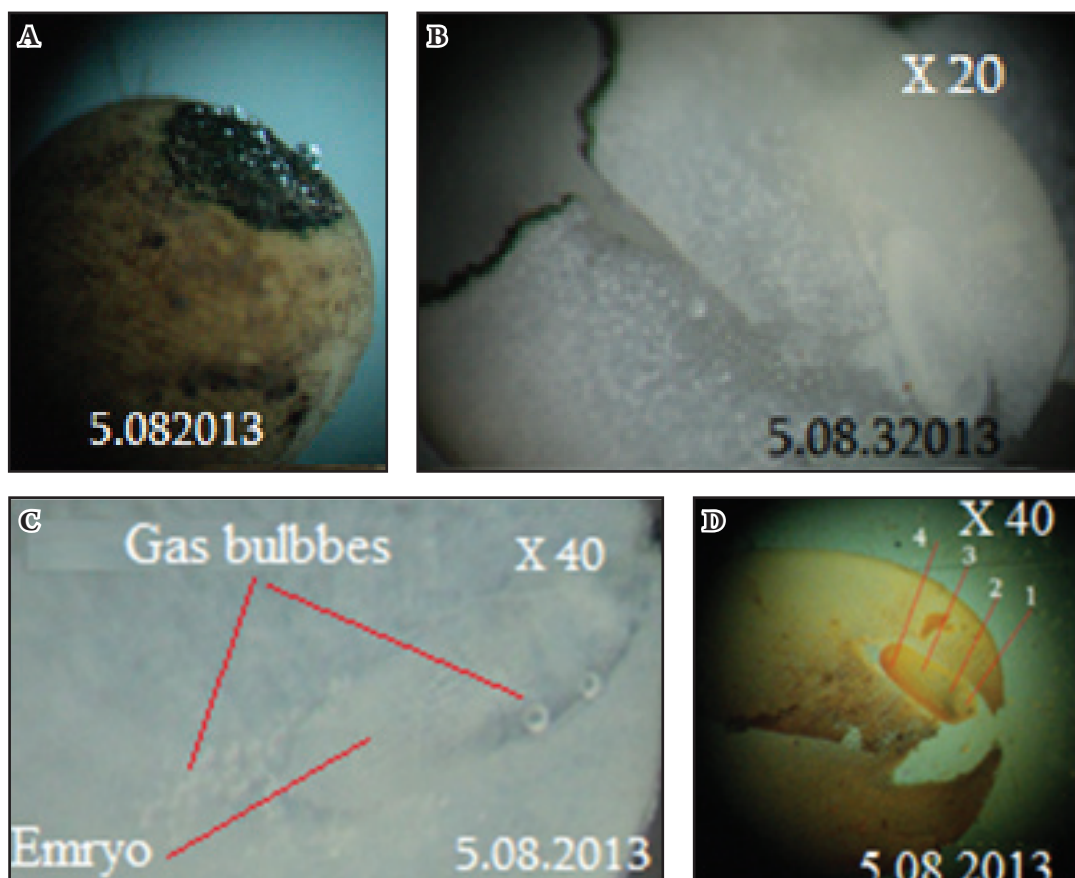


Fig. 8. *Galanthus woronowii*: A – seed without elaiosome; B – development of embryo; C – reserve fats and plasmodesmas of seed.

variability coefficient of morphological features in the genus *Galanthus* is quite high (BUDNIKOV & KRICSFALUSY 1994). The shape of a capsule changes depending on its size (Tab. 1). The length and width of big capsules are equal; with

decreasing of size the width increases; weight, number of seeds in it and average weight of one seed decrease too. When size of fruit decrease a number of empty cells increase (Tab. 1). When seed ripens, its weight decreases to 0.0075 g. The





**Fig. 9.** Development of *Galanthus woronowii* embryo: **A** – seed respiration (natural size); **B, C** – embryo respiration; **D** – reserve substances (for 1-4 see explanations in text).

weight of a seed may vary within 0.007-0.012 g, depending on species, population and degree of ripeness (BUDNIKOV & KRICSFALUSY 1994; SGENTI & KHUTSISHVILI 2013). After three months from opening of capsule, the length of seed decreased in 1.55 times, and width – in 1.20 times (Fig. 5).

By the end of May elaiosomes were well developed on the seeds, on the opposite side to embryo. By the end of June they disappear and green hollows develop on their places. Green spots were mentioned in other places of a seed as well. Gas bubbles of unknown composition were emitted from the mentioned green tissues. Emission of bubbles was intensive in August, when embryo was already well developed (Fig. 9).

Greenness was localized mainly on cell walls, as a result cells were highlighted by green

contour. In some cells greenness was mentioned in a protoplast as well; cells of violet and dark blue coloration were also mentioned (Fig. 10).

In the first decade of May seeds contain fat-like substances in a big amount; by August they relatively decreased. There are cells in seed, which are not stained by Sudan III. They supposedly contain galantamine. Walls of seed's cells are thick; great number of plasmodesms is well seen in it. In the late May and early June embryo in a seed was not discerned. Its first contours become visible by the end of June (Fig. 8). Such seed does not contain elaiosome.

In early August an embryo is well seen on the cross-section of seeds. It was well stained by J+Jk and several zones has been highlighted: a) white, of elliptical form; b) of slightly conical form, blackish (reaction with J+Jk), in which starch should accumulate; c) lengthened

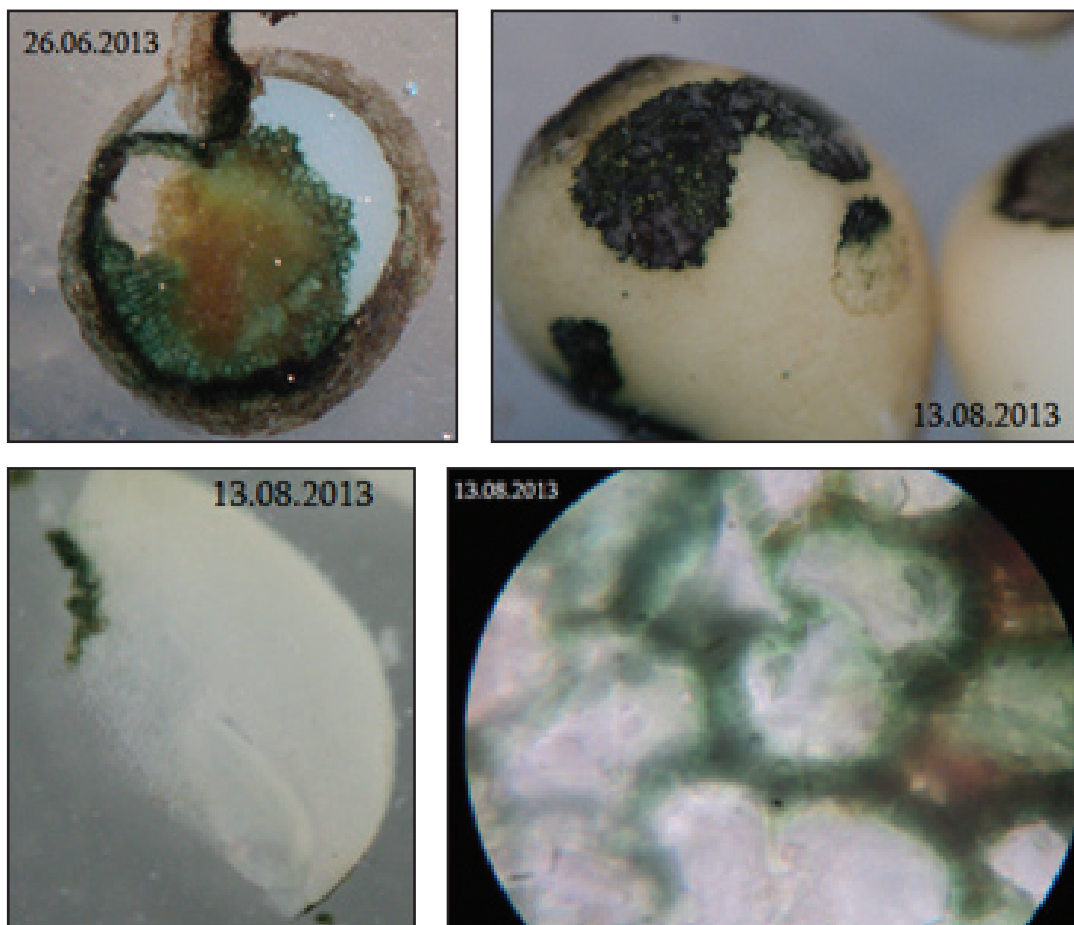


Fig. 10. Green tissues in the depth and on the surface of *Galanthus woronowii* seed.

formation of white color placed in yellow contour; d) yellow color capsule, in which three described structures are placed. Starch layer originated in the endosperm near to embryo. The tissue on the side of top of embryo has more crumbly structure; gas bubbles are well seen (Fig. 11).

Germination of seeds in the laboratory conditions began by the end of September and the process is very slow. By the end of October the length of roots was 2-3 times more than the length of seeds; aerial organs were not visible yet. It is to be mentioned, that by that time roots of bulbs placed in the pots together with seeds were developed as well.

## Discussion

*G. woronowii* is a monocotyledon allogamous honey-bearing plant. In the conditions of Western Georgia it takes 3.5-4 months from fertilization till ripening of a fruit. On the early stage of development endosperm is rich in starch (BUDNIKOV & KRICSFALUSY 1994); active cytological and biochemical changes occur in line with development of seed; weight of seed increases at the expense of intensive assimilation of water and nutrients. It becomes very strong sink in respect of assimilates synthesized in the plant (POLEVOI 1989; COPELAND



Fig. 11. *Galanthus woronowii*: A – germination of seed in pots began; B – development of a root; C – development of stalk.

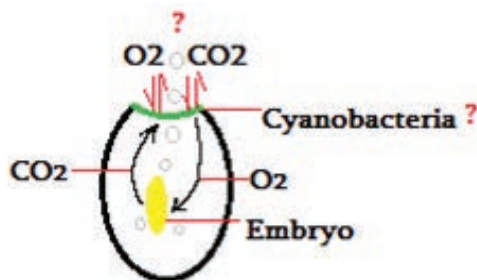


Fig. 12. Hypothetical scheme of gas exchange of the embryo with environment.

& McDONALD 2001; FINKELSTEIN 2004; NEWTONI *et al.* 2013). In the later period of embryogenesis the metabolic processes and growth process cease; water content decreases to minimum (COPELAND & McDONALD 2001; FINKELSTEIN 2004). Decreasing of weight of air dry seeds of *G. woronowii* may be explained by their dehydration. As opposed to seeds of the majority of monocotyledon plants, the reserve substance of *Galanthus* is fat instead of starch. Synthesis of fats and alkaloids in seed proceed, possibly simultaneously. The cytochemical reaction shows that about  $\frac{3}{4}$  of cells of endosperm present a store of fats. Very developed plasmodesmic structure indicates active metabolic changes proceeding in a seed that is necessary for final formation of embryo. Formation of embryo takes approximately 5 months. After short pause germination and emergence of seedlings began. In the artificial conditions, germinability of seeds decreases mainly due to intensive loss of water. The closer are conditions of keeping the seeds to natural ones, the higher is the percent of germinability (NEWTONI *et al.* 2013). In natural conditions

in autumn the germinability of seeds is more than 80% (SGENTI & KHUTSISHVILI 2013). Such peculiarities of seeds of *Galanthus* cause problems for *ex situ* conservation (NEWTONI *et al.* 2013) and in-depth study is necessary in this direction. Seeding in open ground must be carried out just after abscission of fruits. The seeds are to be ensured with optimal hygrothermal regime that may be achieved by mulching of surface of soil and periodical watering, if natural precipitation is insufficient.

Formation of embryo is very energy-requiring process. It is accompanied by enhancement of intensity of respiration and synthesis of ATP. By the end of August fats begin transformation into starch in the places adjacent to the embryo; the products of hydrolysis of starch are consumed in aerobic respiration, and in synthesis of proteic substances. The tissues are relatively crumbly in the shortest direction from the embryo to the surface of seed; concentration of gas bubbles is mentioned in this place and around the embryo, as well as on the surface of the seed, where hollow and green colorings are developed.

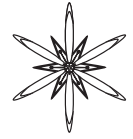
Taking into consideration our results and literary materials we think to be acceptable, that aerobic oxygenic phototrophic bacteria in abundance provided with carbon dioxide emitted from the seed form a green coloring on the surface of a seed, and in turn create a medium rich in oxygen around the seed (Fig. 12). The green layer may have protective function as well, in order to withstand a colonization of seed by pathogen organisms. However, the mentioned point of view needs an experimental validation.

## Acknowledgments

The work is implemented in the framework of a grant funded by the Georgian Agrarian University – “Study of some medicinal plants and development of technological scheme of their cultivation” 01.03.2013 - 28.02. 2014.

## References

- BERKOV S., CODINA C., BASTIDA J. 2012.** Chapter 11. The Genus *Galanthus*: a source of bioactive compounds. In: VENKETESHWER R. (ed.), *Phytochemicals – a global perspective of their role in nutrition and health*: 235–254. InTech. DOI: 10.5772/28798. <http://www.intechopen.com/books/phytochemicals-a-global-perspective-of-their-role-in-nutrition-and-health/the-genus-galanthus-a-source-of-bioactive-compounds>
- BUDNIKOV G., KRICSFALUSY V. 1994.** Bioecological study of *Galanthus nivalis* L. in the East Carpathians. *Thaiszia J. Bot.* **4** (1): 49–75.
- CHKHAIDZE N., GOLIADZE V., MANVELIDZE Z., BERUASHVILI M., ZURABISHVILI M. 2013.** Results of study of bulbs of *Galanthus woronowii* Lozinsk., spread in forests of Adjara and Guria. *Current Challenges of Sustainable Forest Management in Caucasus (Abstracts of International Scientific-Practical Conf., 7-8 October, Tbilisi, Georgia)*: 76. (in Georgian)
- CITES 2008.** Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. Seventeenth Meeting of the Plants Committee, Geneva (Switzerland), 15-19 April PC17 Doc. 5.4 (Rev. 1).
- COPELAND L.O., McDONALD M.B. 2001.** Principles of seed science and technology. Kluwer Academic Publishers.
- FINKELSTEIN R.R. 2004.** The role of hormone during seed development and germination. In: DAVIES P.J. (ed.), *Plant hormones – biosynthesis, signal transduction, action*. 513–537. Kluwer Academic Publishers.
- GAGNIDZE R. 1999.** Arealogical review of Colchic evergreen broad-leaved mesophyllous dendroflora species. In: KLÖTZLI F., WALTHER G.R. (eds), *Recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forest, especially due to general global warming*: 199–216. BirkhäuserVerlag Basel.
- GAGNIDZE R. 2005.** Vascular plants of Georgia. A nomenclatural checklist. Tbilisi.
- KEMULARIA-NATADZE J.M. 1947.** Study of Caucasian species from genus *Galanthus* L. *Works of BIN AN GSSR* **13**: 24–29. (in Russian)
- KIKVIDZE Z., OHSAWA M. 2001.** Richness of Colchic vegetation: comparison between refugia of south-western and East Asia. *BioMed Central Ecology* **1**: 1–10.
- NEWTONI R.J., HAYAND F.R., ELLIS R.H. 2013.** Seed development and maturation in early spring-flowering *Galanthus nivalis* and *Narcissus pseudonarcissus* continues post-shedding with little evidence. *Ann. Bot.* **111**: 945–955.
- POLEVOI V.V. 1989.** Plant Physiology. Visshaia shkola, Moscow. (in Russian)
- PROSKURINA N., ORDZHONIKIDZE S. 1953.** Alkaloids of *Galanthus woronovii*. Structure of galanthine. *Proc. of Acad. of Scie. of SSSR* **90**: 565–567.
- PROSKURINA N., YAKOVLEVA A., ORDZHONIKIDZE S. 1955.** Alkaloids of *Galanthus woronovii*. Structure of galanthamine. *Zhurnal Obshchei Khimii* **25**: 1035–1039.
- RED BOOK OF THE GEORGIAN SSR 1982.** Rare and endangered species if animals and plants. some monumets of inorganic nature. Sabchota Sakartvelo, Tbilisi. (in Georgian)
- SGENTI L., KHUTSISHVILI M. 2013.** *Ex-situ* conservation and reproduction status for Georgia. *Proceedings of the International Scientific Practical Conference degitatedthe 100<sup>th</sup> Anniversary of Batumi Botanical Garden (Batumi, Georgia, 8-10 May)*. Vol. **2**: 84–86. (in Georgian)
- TAKOS A.M., ROOK F. 2013.** Towards a molecular understanding of the biosynthesis of Amaryllidaceae alkaloids in support of their expanding medical use. *Int. J. Mol. Sci.* **14** (6): 11713–11741.
- ZAZANASHVILI N. 1999.** On the Colchic vegetation. In: KLÖTZLI F., WALTHER G.R. (eds), *Recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forest, especially due to general global warming*: 181–197. BirkhäuserVerlag Basel. (in Russian)



## MICROSTRUCTURAL AND CYTOGENETIC DISORDERS IN ENDOSPERM OF AN *AVENA FATUA* × *A. STERILIS* HYBRID

PAULINA TOMASZEWSKA \* & ROMUALD KOSINA \*\*

**Abstract.** A significant difference for cytogenetic and developmental stability of endosperm was discovered between two wild oat species and their hybrid progeny. The development of hybrid endosperm was regulated by apoptosis and proceeded according to a domainal pattern. Many cytogenetic anomalies were also noted, and their appearance was attributed to the activity of transposons or somatic crossing-over. The normal development of endosperm should be considered as an important factor determining viability of seedlings and their intrapopulation competitiveness.

**Key words:** *Avena fatua*, *Avena sterilis*, wild oats, hybrid progeny, endosperm, cytogenetics, development

Plant Speciation Group, Institute of Experimental Biology, University of Wrocław, Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław, Poland;  
\* ptomaszewska@interia.eu, \*\* kosina@biol.uni.wroc.pl

*Avena fatua* L. (common wild oat) and *A. sterilis* L. (sterile oat) are common weeds with a wide range of distribution (BAUM 1977; BAUM *et al.* 1972). Both hexaploid species have AACDD genomes ( $2n = 42$ ) (RAJHATHY & MORRISON 1959). They belong to the *Avena* section, in which natural hybrids occur. Natural intercrossing between *A. fatua* and *A. sterilis* as well as between these species and cultivated oats (*A. sativa* L. and *A. byzantina* K. Koch) was observed (FLORELL 1931).

For both species and artificial hybrids from the cross between them (obtained from National Small Grains Collection, Idaho, USA), a comprehensive analysis of the endosperm was performed. The studies were conducted at mature and nuclear developmental stages of the tissue. Aleurone layers from the ripe caryopses were manually isolated. In addition, transverse sections of the kernels were made. Developmental relationships between the aleurone layer and starchy endosperm in *A. fatua*, *A. sterilis* and their hybrid were researched. It was noted that these tissues are strongly modified in the hybrid caryopses. Starchy cells occurring in the aleurone layer as well as aleurone cells appearing between starchy cells, an intrusive growth of aleurone cells into the starchy endosperm, large aleurone cells and cells with mutated globoids were

the most frequent developmental disorders. Several cases of somatic crossing-over in the hybrid aleurone layer have been found. Some abnormalities were also observed in parental species, but their frequency was significantly lower than in a hybrid progeny. Transsections of hybrid kernels revealed multicellular aleurone layer, especially in the crease area. Some examples of endospermal domains of various structure were also reported. These domains can be units of the free growth in the space released by apoptotic nuclei. Parental genomes play a different role in apoptosis of dysfunctional nuclei and cells in hybrid endosperm (TOMASZEWSKA & KOSINA 2013; KOSINA & TOMASZEWSKA 2013). These data provide evidence of correctness of the model of domainal hybrid endosperm development presented by KOSINA *et al.* (2013). The multilayered aleurone and the domainal arrangement of endosperm were not found in parental forms.

The study conducted at the nuclear stadium of endosperm showed numerous cytogenetic disorders, such as: bridges in anaphases and telophases, elimination of chromosomes in anaphases, as well as merging of nuclei. The increased micronucleus frequency (sometimes 2 or 3 in one cell), which indicates the elimination of fragments or whole

chromosomes, was observed. Some of these cytogenetic abnormalities were identified in parental species. In both hexaploids, micronuclei were also present, but not so frequent as in the hybrid.

Earlier studies on the structure of the endosperm of various grass amphiploids, conducted by a team of Prof. Romuald Kosina, showed the disturbances in the tissue development (KOSINA 2007; KOSINA & TOMASZEWSKA 2010, 2011; KOSINA & ZAJĄC 2010). Some examples of disorders in the structure of maize endosperm are also given by BECRAFT & ASUNCION-CRABB (2000) and BECRAFT *et al.* (2002). The reasons for creating of abnormal tissues in the caryopses are the subsyncytial nature of the endosperm and the hybrid stress, which can increase transposon activity and induce somatic crossing-over (KOSINA 1996, 2007). The relationships between parental genomes in endosperm may also be important for the proper development of the tissue (EHLENFELD & ORTIZ 1995; KOSINA & TOMASZEWSKA 2013). Deviations from the normal ratio of the *Polygonum* embryo sac (2 maternal genomes : 1 paternal) result in developmental disorders of kernel tissues (LIN 1984; VON WANGENHEIM & PETERSON 2004). It is proved that the frequency of cytogenetic disorders in endosperm is increased by hybridization (RUTISHAUSER & LA COUR 1956). However, there are also many examples of abnormal mitosis during endosperm development in pure species (RYCHLEWSKI 1968).

In conclusion, the intercrossing between weedy, closely related oat species can cause many cytogenetic and developmental anomalies of endosperm, which reduce the competitiveness of a seedling in the population.

## References

- BAUM B.R. 1977. Oats: wild and cultivated. A monograph of the genus *Avena* L. (Poaceae). Monograph No. 14. Ottawa, Thorn Press Ltd.
- BAUM B.R., FLEISCHMANN G., MARTENS J.W., RAJHATHY T., THOMAS H. 1972. Notes on the habitat and distribution of *Avena* species in the Mediterranean and Middle East. *Can. J. Bot.* **50**: 1385–1397.
- BECRAFT P.W., ASUNCION-CRABB Y. 2000. Positional cues specify and maintain aleurone cell fate in maize endosperm development. *Development* **127**: 4039–4048.
- BECRAFT P.W., LI K., DEY N., ASUNCION-CRABB Y. 2002. The maize *dek1* gene functions in embryonic pattern formation and cell fate specification. *Development* **129**: 5217–5225.
- EHLENFELD M.K., ORTIZ R. 1995. Evidence on the nature and origins of endosperm dosage requirements in *Solanum* and other angiosperm genera. *Sex. Plant Reprod.* **8**: 189–196.
- FLORELL V.H. 1931. Inheritance of type of floret separation and other characters in interspecific crosses in oats. *J. Agric. Res.* **43**: 365–386.
- KOSINA R. 1996. Nucleolar variation in grass endosperm. *Acta Soc. Bot. Pol.* **65**: 190.
- KOSINA R. 2007. Some topics on the grass mosaics. In: FREY L. (ed.), Biological issues in grasses: 159–167. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- KOSINA R., BUREŚ MK, FLOREK M., GRABIŃSKA A., KAWA P., KEYK B., KOCHMAŃSKI Ł., KOZLIK A., KUREK A., SKOWROŃSKA J., TOMASZEWSKA P., ZAJĄC D. 2013. Structural characteristics of grass hybrid endosperm development. *Ann. Wheat Newslet.* **59**: 116–117.
- KOSINA R., TOMASZEWSKA P. 2010. Microstructure of endosperm in some intergeneric amphiploids and their parental species of the Triticeae tribe. *Ann. Wheat Newslet.* **56**: 200–201.
- KOSINA R., TOMASZEWSKA P. 2011. Contribution on *Avena* (Poaceae) amphiploids endosperm. In: FREY L. (ed.), Advances in grass biosystematics: 119–127. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- KOSINA R., TOMASZEWSKA P. 2013. Genomes of wheat and other grasses during the cell cycle and apoptosis. *Ann. Wheat Newslet.* **59**: 113–114.
- KOSINA R., ZAJĄC D. 2010. Instability of some endosperm traits in *Triticum/Aegilops* amphiploids. *Ann. Wheat Newslet.* **56**: 198–199.
- LIN B.-Y. 1984. Ploidy barrier to endosperm development in maize. *Genetics* **107**: 103–115.
- RAJHATHY T., MORRISON J.W. 1959. Chromosome morphology in the genus *Avena*. *Can. J. Bot.* **37**: 331–337.
- RUTISHAUSER A., LA COUR L.F. 1956. Spontaneous chromosome breakage in hybrid endosperms. *Chromosoma* **8**: 317–340.
- RYCHLEWSKI J. 1968. Kariologia endospermy roślin okrytonasiennych. I. Geneza wyjściowych liczb chromosomów. *Wiad. Bot.* **12**: 257–270.
- TOMASZEWSKA P., KOSINA R. 2013. On the different role of parental genomes in selected hybrid grasses. *Chromosome Res.* **21** (Suppl. 1): 131–132.
- VON WANGENHEIM K.-H., PETERSON H.-P. 2004. Aberrant endosperm development in interploidy crosses reveals a timer of differentiation. *Dev. Biol.* **270**: 277–289.



## REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *TINANTIA ANOMALA* (TORR.) C.B. CLARKE

JOANNA GĘBURA \* & KRYSZYNA WINIARCZYK

**Key words:** *Tinantia anomala*, reproductive biology, anther dimorphism

Department of Plant Anatomy and Cytology, Institute of Biology and Biochemistry, Faculty of Biology and Biotechnology, University of Maria Curie-Skłodowska, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 5, 20-031 Lublin, Poland; \* joanna.gebura@gmail.com

*Tinantia anomala* (Torr.) C.B. Clarke (Commelinaceae) is an annual plant endemic to central Texas in the United States and Durango in northern Mexico. *T. anomala* has zygomorphic flowers with three different petals, androecium consists of six various stamens and gynoecium consists of three carpels. Furthermore in *T. anomala*'s flowers there are many staminal hairs (FADEN 2006). Its semi-succulent, grass-like leaves emerge in late fall and remain green throughout the cold months. It grows rapidly in early spring and blooms mid-spring (from March to May). A few weeks later the fruits (capsules) with four seeds usually appear. This entire cycle is usually completed by summer, when the plant has often turned yellow and limp.

We studied *T. anomala* due to the occurrence of two types of strikingly different stamens occur in one flower. According to available literature, one type of the stamens (the upper one with smaller anthers) produces sterile pollen grains which do not participate in fertilization but only attract insects. The other type, i.e. the lower stamens with bigger anthers can form abundant pollen grains used for pollination (SIMPSON *et al.* 1986). Our aim was

to investigate type of pollination of *T. anomala*. Using many microscopic methods we were able to analyze and compare the morphology of two types of anthers and staminal hairs in *T. anomala*'s flowers.

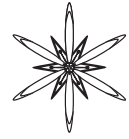
We also investigated this species in terms of development of its gametophytes. An embryo sac develops according to the type of *Polygonum*. Pollen grains develop during different ways depending on the chemical composition of each anther. We identified that the insects of Thysanoptera which preys on the withered flowers *T. anomala* could be responsible for pollination of this species under greenhouse condition.

### References

- FADEN R. 2006. *Tinantia*. In: FLORA OF NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE, MORIN N.R. (ed.), Flora of North America. Vol. 22. Magnoliophyta: Alismatidae, Arecidae, Commelinidae (in part), and Zingiberidae: 171. Oxford University Press, Oxford. [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=133030](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=133030)
- SIMPSON B., NEFF J., DIERINGER G. 1986. Reproductive biology of *Tinantia anomala* (Comelinaceae). *Bull. Torrey Bot. Club* 113: 149–158.







## MICROSPOROGENESIS IN TWO TYPES OF ANTHIER IN *TINANTIA ANOMALA* (TORR.) C.B. CLARKE

JOANNA GĘBURA<sup>1\*</sup>, KRYSZYNA WINIARCZYK<sup>1</sup>, AGNIESZKA KŁOC<sup>2</sup>

**Key words:** *Tinantia anomala*, microsporogenesis, anther dimorphism, pollen grains

<sup>1</sup> Department of Plant Anatomy and Cytology, <sup>2</sup> Department of Environmental Microbiology, Institute of Biology and Biochemistry, Faculty of Biology and Biotechnology, University of Maria Curie-Skłodowska, pl. Marii Curie-Skłodowskiej 5, 20-031 Lublin, Poland; \*joanna.gebura@gmail.com

*Tinantia anomala* (Torr.) C.B. Clarke belongs to the genus *Tinantia* (Commelinaceae) which is endemic to the tropical region of Central America. This species has adapted to the conditions in the greenhouse (Botanic Garden in Lublin, Poland) (FADEN 2006).

We studied *T. anomala* due to the occurrence of two types of strikingly different stamens in one flower. During the investigations of *T. anomala*, we compared the morphology and anatomy of two types of stamens. In *T. anomala*'s flower six stamens are present. Three of them are located above the pistil and other three are located under the ovary near the stigma (SIMPSON *et al.* 1986). The upper stamens have round anthers, short filaments and many long brightly colored staminal hairs. The lower stamens are bigger with longitudinal anthers and elongated filaments. The last ones have only short, violet staminal hairs growing at the base of their filaments.

Stamens of one type differ also with each other in size and shape of individual elements. The viability tests showed that during the

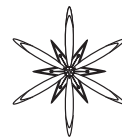
microsporogenesis both types of anther produced viable pollen grains in 80%. This process differs in two types of anther because of the various chemical composition of tapetum.

The pollen grains from the two types of stamen in *T. anomala* also differ in their texture, shape, exine pattern and chemical composition. The upper stamens produce grains with a concave triangular profile, while pollen grains from the lower stamens are smaller and exhibit convex triangular profile. Both types of pollen grains has three pores.

### References

- FADEN R. 2006. *Tinantia*. In: FLORA OF NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE, MORIN N.R. (ed.), Flora of North America. Vol. 22. Magnoliophyta: Alismatidae, Arecidae, Commelinidae (in part), and Zingiberidae: 171. Oxford University Press, Oxford. [http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora\\_id=1&taxon\\_id=133030](http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=133030)
- SIMPSON B., NEFF J., DIERINGER G. 1986. Reproductive biology of *Tinantia anomala* (Comelinaceae). *Bull. Torrey Bot. Club* 113: 149–158.





## MORPHO-ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF THE CORK OF *DRACAENA DRACO* L. TREE REGARDING THE PRODUCTION OF DRAGON'S BLOOD

JOANNA JURA-MORAWIEC<sup>1</sup> & MIRELA TULIK<sup>2</sup>

**Key words:** *Dracaena draco*, cork, dragon's blood, secretion, monocotyledons

<sup>1</sup> Polish Academy of Sciences Botanical Garden – Centre for Biological Diversity Conservation in Powsin, Prawdziwka 2, 02-973 Warsaw, Poland; [jjura@gazeta.pl](mailto:jjura@gazeta.pl)

<sup>2</sup> Warsaw University of Life Sciences, Department of Forest Botany, Nowoursynowska 159, 02-776 Warsaw, Poland; [mirela.tulik@wl.sggw.pl](mailto:mirela.tulik@wl.sggw.pl)

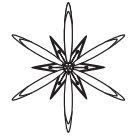
The monocotyledonous plant *Dracaena draco* L. belongs to so called dragon blood trees producing deep red resin (dragon's blood) that has been used as a famous traditional medicine since ancient times by many cultures. Although resin's chemistry and its diverse medical application have received much attention, our knowledge of the anatomical basis of the dragon's blood secretion is scarce when compared with resin/sap secretion of gymnosperms and other angiosperms. The focus of our studies is to look at the structure of the stem secondary protective tissue of *D. draco* to detect anatomical features of the ducts which are responsible for the process of secretion.

The studies were carried out with material collected from the stem of *D. draco* plants growing in the greenhouses of the Polish Academy of Sciences Botanical Garden – CBDC in Powsin and the Warsaw University

Botanic Garden. Hand-cut sections of a fresh material as well as microtome sections of the samples embedded in paraffin wax and epon resin were used for the analysis. The sections were examined under the light microscope and in UV light.

Characteristics of the cork tissue of the stems at different age were elucidated. In young stems of *D. draco* the cork cells form radial arrangement similar to that of 'storied cork'. However, as the stems become older, the groups of cork cells of a common origin are difficult to distinguish. The cells are tangentially stretched and more or less crushed due to the tension of radial growth. The areas that contain red secretory products were detected and anatomically described. Our results are discussed in relation to the anatomy of secondary protective tissues and the secretion structures in coniferous and broadleaved trees.





## A CONTRIBUTION TO UNDERSTANDING THE STRUCTURE OF AMPHIVASAL SECONDARY BUNDLES IN MONOCOTYLEDONS

JOANNA JURA-MORAWIEC<sup>1</sup> & JUSTYNA WILAND-SZYMAŃSKA<sup>2</sup>

**Key words:** *Dracaena draco*, secondary growth, amphivasal bundle, arborescent monocotyledons, radial transport

<sup>1</sup> Polish Academy of Sciences Botanical Garden – Centre for Biological Diversity Conservation in Powsin, Prawdziwka 2, 02-973 Warsaw, Poland; j.jura@gazeta.pl

<sup>2</sup> Faculty of Biology, Adam Mickiewicz University in Poznań, Umultowska str. 89, 61-614 Poznań, Poland

Secondary growth of monocotyledonous plants is connected with the activity of the monocot cambium that accumulates most of the derivatives inner to the cambial cylinder. These derivatives differentiate into (a) secondary bundles with the amphivasal arrangement, i.e. xylem composed of tracheids surrounds the phloem cells and (b) the parenchymatous secondary conjunctive tissue in which the bundles are embedded. The amphivasal secondary bundles differ in the arrangement of xylem cells as visible on single cross sections through the secondary body of the monocots. Apart from the bundles with typical ring of tracheids also the bundles where tracheids do not quite surround the phloem are present. We aimed to elucidate the cross sectional anatomy of the amphivasal secondary bundles with the use of the serial sectioning method which allowed us to follow very precisely the bundle structure along its length.

The studies were carried out with the samples of secondary tissues collected from the stem of *Dracaena draco* L. growing in the greenhouses of the Polish Academy of Sciences Botanical Garden – CBDC in Powsin and the Adam Mickiewicz University Botanical Garden. The material was fixed in a mixture of

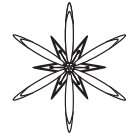
glycerol and ethanol (1:1; v/v), dehydrated stepwise with graded ethanol series and finally embedded in epon resin. Afterwards, the material was sectioned with microtome into continuous series of thin (3 µm) sections, stained with PAS/toluidine blue and examined under the light microscope.

The results, described in details in JURA-MORAWIEC & WILAND-SZYMAŃSKA (2014), revealed novel facts about tracheids arrangement. Each amphivasal bundle is composed of sectors where tracheids form a ring as well as of such where tracheids are separated by vascular parenchyma cells. We hypothesize that strands of vascular parenchyma cells locally separating the tracheids enable radial transport of assimilates from sieve elements of the bundle towards the sink tissues, e.g. the monocot cambium.

### References

- JURA-MORAWIEC J., WILAND-SZYMAŃSKA J. 2014. A novel insight into the structure of amphivasal secondary bundles on the example of *Dracaena draco* L. stem. *Trees* In print. DOI: 10.1007/s00468-014-1000-7





## DOES THE STRUCTURE OF WOOD CONTRIBUTE TO UNDERSTANDING THE OAKS DECLINE PHENOMENON?

MIRELA TULIK

**Key words:** *Quercus robur*, wood annual increment, early wood vessel, oaks decline

Warsaw University of Life Sciences, Department of Forest Botany, Nowoursynowska 159, 02-776 Warsaw, Poland; mirela.tulik@wl.sggw.pl

Vascular cambium is a meristematic tissue which produces wood centripetally and phloem centripetally. In the structure of wood and phloem, data concerning developmental processes taking place in the cambium is recorded. The history of the cambium is encoded in the dimensions, numbers and arrangements of the wood and phloem cells. For investigations, the wood is usually preferred because it is durable and such data could remain unchanged for centuries, whereas in the phloem due to distorted processes, it deranges after a few years.

In broadleaves, the wood is composed of vessels, tracheids, fibers and parenchyma cells. The process of the wood formation consists of the cambial cell derivatives expansion, lignification of its walls and programmed cell death.

Since the seventies of the nineteenth century, the process of declining oaks taking place in Europe on a regular basis has been observed. Oak decline is a complex process that involves interactions of both biotic and abiotic factors leading to increased trees mortality.

The main goal of the studies is the examination of the structure of wood in declining oaks (*Quercus robur* L.) in respect to physiological (conductive) role of this tissue. It is known that on the level of the wood structure, water transport efficiency depends on the diameter of vessels - the main elements of the hydraulic conductivity system. Any reduction of the vessels lumen causes the reduction of the

water transport to the organs of the trees body and, therefore, influences organisms survival rate.

Anatomical analyses were carried out on wood samples (comprising all annual rings formed during the 30-40 years life of the analyzed trees) collected at breast height from the main stem of healthy, weakened and dead oaks. The anatomical traits of the wood like as the width of the annual increments, the diameter and density of early wood vessels were measured.

The results which are described in the paper by TULIK (2014) revealed that anatomical traits of the wood changed both with the age of trees and in response to unfavorable factors. The largest early wood vessels were observed in healthy trees, which implied that they had the highest hydraulic conductivity, whereas trees considered being in decline produce smaller vessels and hence had reduced conductivity.

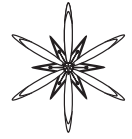
Therefore, it seems that the size of vessel elements responsible for water transport in whole tree, is a crucial feature that should be taken into consideration in dendro-ecophysiological studies designed to unravel the issue of oak-tree decline.

### References

- TULIK M. 2014. The anatomical traits of trunk wood and their relevance to oak (*Quercus robur* L.) vitality. *Eur. J. Forest Res.* In print. DOI: 10.1007/s10342-014-0801-y.







## ANATOMICAL DIFFERENCES BETWEEN STEM AND BRANCH WOOD OF *FICUS CARICA* L. SUBSP. *CARICA*

BARBAROS YAMAN

**Abstract.** The quantitative anatomical differences between the stem and branch wood of *Ficus carica* L. subsp. *carica* (Moraceae) were investigated. In spite of the similarity in the qualitative traits, according to statistical analysis, tangential vessel diameter, radial vessel diameter, vessel frequency, vessel wall thickness, multiseriate ray width, fibre length, fibre diameter, and fibre wall thickness showed statistically significant differences in the stem and branch wood of taxon examined. Fibre length and vessel element length in branch wood is about 16% and 3% shorter respectively. In addition, vessel frequency in the branch wood is about 52% higher. Whilst the number of rays per mm is not different in branch wood and stem wood, ray width is about 18% narrower in branch wood.

**Key words:** *Ficus carica*, branch, stem, wood anatomy

Bartın University, Faculty of Forestry, 74100 Bartın, Turkey; yamanbar@gmail.com

### Introduction

In point of maximizing use of all material in a tree, branch wood and root wood properties are increasingly important in wood industry (HAYGREEN & BOWYER 1996). Based on the concept of total-tree harvest (HAYGREEN & BOWYER 1996), the wood anatomical studies have also focused on branches and roots as well as main stem. In fact, in terms of tree-ring width, bark proportion, specific gravity, cell diameter, cell length, cell frequency per mm<sup>2</sup> and wall thickness, the differences between branch and stem are well known from wood anatomy literature (TSOUMIS 1968; PANSHIN & DE ZEEUW 1970; HAYGREEN & BOWYER 1996).

Wood anatomy of the native tree species in Turkey has been widely studied, and it is well known from both foreign and domestic literatures (GREGUSS 1959; JACQUIOT *et al.* 1973; FAHN *et al.* 1986; SCHOCH *et al.* 2004; MEREV 1998; AKKEMIK & YAMAN 2012). However, because wood anatomical data have been derived from mostly stem wood, branch wood traits of Turkish species have not been known adequately. That the traits of branch wood differ from those of stem wood can make wood identification

difficult (HAYGREEN & BOWYER 1996). From time to time, archaeological branch wood fragments have been found in excavations in Turkey. In identifying of archaeological branch wood and charcoal fragments without knowing branch wood traits, there may be some identification problems. Therefore, both branch wood and stem wood traits of any woody species on hand are important to facilitate identification work.

*Ficus carica* L. subsp. *carica*, shrub or tree up to 10-15 m, is one of the native species in Turkey and widespread especially in Outer Anatolia, and grows naturally in open places, mixed forests, fissures of rocks and stony slopes in river valleys (BROWICZ 1982).

In the context of the systematic wood anatomy, KOEK-NOORMAN *et al.* (1984) investigated tribe Ficeae, the Moraceae in detail. Wood anatomy of *F. carica* is well known from the study and other works (JACQUIOT *et al.* 1973; FAHN *et al.* 1986). However, its branch- and root-wood anatomy hasn't been studied adequately. The anatomical differences between stem- and branch wood of *F. carica* subsp. *carica* were comparatively investigated in the present study.

### Material and methods

During the field work of TÜBİTAK project (TOVAG-1070886), the branch wood samples as well as stem wood were also taken from three different individuals of *F. carica* subsp. *carica*, located in Inkum, Kurucasile, Bartin and Cide, Kastamonu. The stem and branch diameter were about 8.5 cm and 2.5 cm respectively. The wood samples were split with a knife along the radial and tangential planes so as to make blocks about 5×5 mm, and all the sections were cut with a Euromex sliding microtome at a thickness of about 15 to 20 µm (SCHOCH *et al.* 2004), and stained with a mixed combination of safranin and crystal violette solution (YAMAN & TÜMEN 2012). Transverse and tangential sections of wood samples were presented in Figs. 1-4. For maceration, Schultze's method was used (HAN *et al.* 1999). All the samples and wood sections have been hold in the wood anatomy laboratory of Bartin Faculty of Forestry. Olympus light microscope (CX-21) with ocular micrometer was used to measure and count the quantitative wood anatomical traits. The terminology used in the study follow IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification (IAWA COMMITTEE 1989).

### Results and discussion

Due to the similarity in the qualitative wood anatomical traits (except for prismatic crystals in the ray cells), only quantitative anatomical differences between the stem and branch wood of *F. carica* subsp. *carica* were described in the text. Its qualitative traits are present in KOEK-NOORMAN *et al.* (1984) and InsideWood (2013) in details. The results of quantitative wood anatomy examined are below (first number in brackets belongs to stem wood and the second one to branch wood): the tangential and radial diameter of vessels (87.9 µm – 75.3 µm and 115.6 µm – 91,7 µm), vessel frequency (8.5 – 12.9), vessel element length (261.3 µm – 254.3 µm), vessel wall thickness (7.8 µm – 7.3 µm), the number of rays in per mm of tangential section (8.8 and 8.8), the

width of multiseriate rays (67.2 µm – 55.0 µm), the height of multiseriate rays (454.1 µm – 481.9 µm), fiber length (954.3 µm – 799.5 µm), fiber diameter (21.4µm – 19.6 µm), fiber lumen diameter (12.5 µm – 12.4 µm) and fiber wall thickness (4.5 µm – 3.6 µm).

In spite of the similarity in the qualitative traits, as to the quantitative anatomy, the stem and branch woods of *F. carica* subsp. *carica* have statistically significant differences. According to statistical analysis, tangential vessel diameter, radial vessel diameter, vessel frequency, vessel wall thickness, multiseriate ray width, fibre length, fibre diameter and fibre wall thickness showed statistically significant differences between the stem and branch wood of taxon examined (see Tab. 1). Vessel elements and fibres of hardwoods are shorter and narrower in branch wood than those of stem wood, and there are more numerous vessels in branch wood (TSOUMIS 1968; PANSHIN & DE ZEEUW 1970; CARLQUIST 2001). In the present study, fibre length and vessel element length in branch wood is about 16% and 3% shorter respectively. Whilst first figure is statistically significant, the second one is non-significant. In many studies on different species, fibre length was shorter in branches than in stems (BHAT *et al.* 1985, 1989; PHELPS *et al.* 1982). However, in terms of density, fibre dimensions, vessel diameter, vessel frequency as well as ray number per mm and ray height, Lim (1996) indicated that differences between branch and stem wood were very small in *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Juss.) Muell. Arg.

Moreover, RYU & SOH (1988) found that vessel diameter, vessel element length and fibre length were greatest in the branches of *Salix glandulosa* Seeman and *Quercus variabilis* Blume compared to stem and root wood. In the branch wood of *F. carica* subsp. *carica*, vessel frequency is about 52% higher (statistically significant) than that of the stem wood. STOKE & MANWILLER (1994) showed in *Quercus velutina* Lam. that branches had the highest proportion of vessel elements compared to stem and root wood. RYU & SOH (1988) also found that vessel frequency was greatest in the branches of *S. glandulosa* and *Q. variabilis*. Whilst the number of rays per mm is not different in

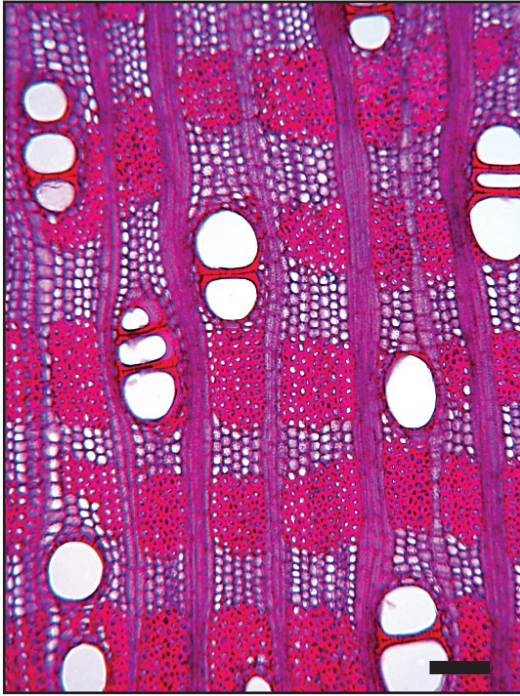


Fig. 1. Transverse section, stem wood. Scale: 90  $\mu$ m.

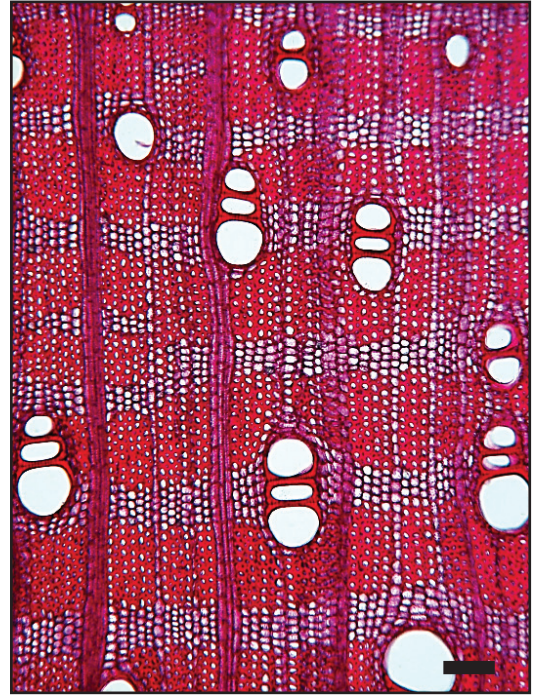


Fig. 2. Transverse section, branch wood. Scale: 75  $\mu$ m.

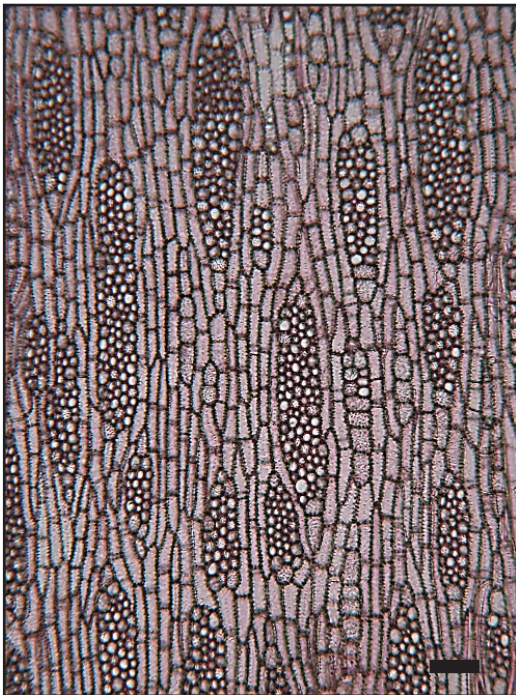


Fig. 3. Tangential section, stem wood. Scale: 70  $\mu$ m.

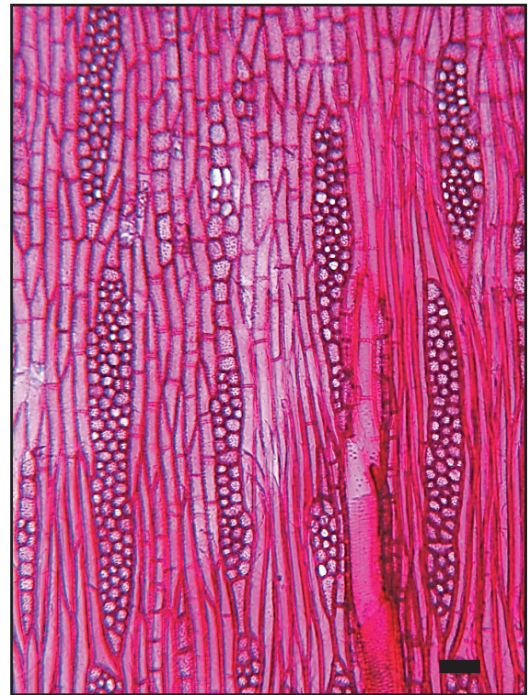


Fig. 4. Tangential section, branch wood. Scale: 50  $\mu$ m.

**Table 1.** Quantitative traits measured in the stem and branch wood of *Ficus carica* subsp. *carica*.

Trait	Stem wood		Branch wood	
	Mean	SD	Mean	SD
Tangential vessel diameter ( $\mu\text{m}$ )	87.9 <sup>+</sup>	17.2	75.3 <sup>***</sup>	10.3
Radial vessel diameter ( $\mu\text{m}$ )	115.6 <sup>+</sup>	25.7	91.7 <sup>***</sup>	14.2
Vessel frequency	8.5 <sup>+</sup>	2.2	12.9 <sup>***</sup>	3.6
Vessel element length ( $\mu\text{m}$ )	261.3	48.4	254.3 <sup>ns</sup>	41.7
Vessel wall thickness ( $\mu\text{m}$ )	7.8 <sup>+</sup>	1.4	7.3 <sup>*</sup>	1.1
Fibre length ( $\mu\text{m}$ )	954.3	162.5	799.5 <sup>***</sup>	130.2
Fibre diameter ( $\mu\text{m}$ )	21.4 <sup>+</sup>	2.6	19.6 <sup>***</sup>	2.4
Fibre lumen diameter ( $\mu\text{m}$ )	12.5 <sup>+</sup>	2.8	12.4 <sup>ns</sup>	2.5
Fibre wall thickness ( $\mu\text{m}$ )	4.5 <sup>+</sup>	1.3	3.6 <sup>***</sup>	0.8
Ray number	8.8 <sup>+</sup>	1.7	8.8 <sup>ns</sup>	1.4
Multiseriate ray width ( $\mu\text{m}$ )	67.2 <sup>+</sup>	17.6	55.0 <sup>***</sup>	10.7
Multiseriate ray height ( $\mu\text{m}$ )	454.1 <sup>+</sup>	181.6	481.9 <sup>ns</sup>	203.1
Fibre length / Vessel element length	3.8	1.0	3.2 <sup>***</sup>	0.8
Vessel element length / Tangential vessel diameter	3.0	0.6	3.5 <sup>***</sup>	0.8

<sup>+</sup> – The mean values for stem wood are taken from YAMAN (2009)

<sup>\*</sup> – significant at the 0.05 level (two-tailed)

<sup>\*\*</sup> – significant at the 0.01 level (two-tailed)

<sup>\*\*\*</sup> – significant at the 0.001 level (two-tailed)

<sup>ns</sup> – non-significant

branch wood and stem wood, ray width is about 18% narrower in branch wood (statistically significant) in *F. carica* subsp. *carica*. However, that ray height is higher in branch wood is statistically non-significant.

RAO & RAMAYYA (1984) found in 26 *Ficus* spp. that prismatic crystals were present mainly in axial parenchyma cells, but were also present in procumbent and upright ray cells. In *F. carica* subsp. *carica* crystals occur in mainly axial parenchyma cells in stem wood and branch wood. However, compared to stem wood, there were no prismatic crystals in the ray cells of branch samples examined in the study.

### Acknowledgements

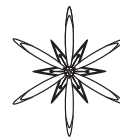
I would like to thank TÜBİTAK (project number: TOVAG-1070886) for the quantitative anatomical values of the stem wood of *F. carica* used as control data in this study.

### References

- AKKEMİK U., YAMAN B. 2012. Wood anatomy of Eastern Mediterranean species. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter.
- BHAT K.M., BHAT K.V., DHAMODARAN T.K. 1985. Wood and bark properties of branches of selected tree species growing in Kerala. *KFRI Research Report* 29. Kerala Forest Research Institute Peechi, Thrissur.
- BHAT K.M., BHAT K.V., DHAMODARAN T.K. 1989. Fibre length variation in stem and branches of eleven tropical hardwoods. *IAWA Bull. n.s.* 10 (1): 63–70.
- BROWICZ K. 1982. *Ficus* L. In: DAVIS P.H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 7: 642–644. Edinburgh University Press.
- CARLQUIST S. 2001. Comparative wood anatomy: systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg.
- FAHN A., WERKER E., BAAS P. 1986. Wood anatomy and identification of trees and shrubs from Israel and adjacent regions. Israel Academy of Sciences, Jerusalem, Israel.

- GREGUSS P. 1959.** Holzanatomie der europäischen Laubbölzer und Sträucher. Akademiai Kiado, Budapest, Hungary.
- HAN J.S., MIANOWSKI T., LIN Y. 1999.** Validity of plant fiber length measurement – a review of fiber length measurement based on kenaf as a model. Kenaf properties, processing and products: 149–167. Mississippi State University, Ag & Bio Engineering, Mississippi State, MS.
- HAYGREEN J.G., BOWYER J.L. 1996.** Wood science and forest products – an introduction (3<sup>rd</sup> ed.). Iowa State University Press, Ames.
- IAWA COMMITTEE 1989.** IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull. n.s.* **10** (3): 219–332.
- INSIDEWOOD 2013.** InsideWood Database. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>.
- JACQUIOT C., TRENARD Y., DIROL D. 1973.** Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes (Essences feuillues). Centre technique du bois, Paris.
- KOEK-NOORMAN J., TOPPER S.M.C., TER WELLE B.J.H. 1984.** The systematic wood anatomy of the Moraceae (Urticales) III. Tribe Ficeae. *IAWA Bull. n.s.* **5** (4): 330–334.
- LIM S. C. 1996.** Density and some anatomical features of the stem and branch woods of rubber trees. *J. Trop. For. Prod.* **2** (1): 52–58.
- MEREV N. 1998.** Wood anatomy of native Angiospermae taxa in Eastern Black Sea Region. I-A. Karadeniz Technical University-Forestry Faculty Press, Trabzon.
- PANSHIN A. J., DE ZEEUW C. 1970.** Textbook of wood technology. McGraw-Hill Book Company.
- PHELPS J.E., ISEBRANDS J.G., JOWETT D. 1982.** Raw material quality of short-term, intensively cultured *Populus* clones. I. A comparison of stem and branch properties at three spacings. *IAWA Bull. n.s.* **3** (3-4): 193–200.
- RAO K. K., RAMAYYA N. 1984.** Structure and distribution of calcium oxalate crystals in the stem wood of *Ficus L.*, in relation to taxonomy. *Indian J. For.* **7** (1): 25–30.
- RYU H. Y., SOH W.Y. 1988.** Anatomical comparison of the secondary xylem in the branch, stem and root of *Salix glandulosa* and *Quercus variabilis*. *J. Korean For. Soc.* **77**: 283–293.
- SCHOCH W., HELLER I., SCHWEINGRUBER F.H., KIENAST F. 2004.** Wood anatomy of Central European species. <http://www.woodanatomy.ch/>
- STOKKE D.D., MANWILLER F.G. 1994.** Proportions of wood elements in stem, branch, and root wood of black oak (*Quercus velutina*). *IAWA J.* **15** (3): 301–310.
- TSOUMIS G. 1968.** Wood as raw material. Pergamon Press, Oxford.
- YAMAN B. 2009.** Türkiye'nin Batı Karadeniz kıyı ekosistemlerinde deniz suyu etkisine maruz kalan bazı odunsu bitkilerin ekolojik odun anatomisi, TÜBİTAK Projesi, TOVAG-1070886. (in Turkish).
- YAMAN B., TÜMEN I. 2012.** Anatomical notes on *Marsdenia erecta* (Apocynaceae) Wood: Is it secondarily woody? *Dendrobiol.* **67**: 87–93.





## MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION OF NON-GLANDULAR AND GLANDULAR TRICHOMES ON *MARRUBIUM VULGARE* L.

MARTA DMITRUK \* & WERONIKA HARATYM

**Key words:** *Marrubium vulgare*, non-glandular trichomes, glandular trichomes

Department of Botany, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka str. 15, 20-950 Lublin, Poland;  
\* marta.dmitruk@up.lublin.pl

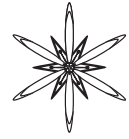
*Marrubium vulgare* L., commonly known as a white horehound or common horehound, belongs to the plant family Lamiaceae. It is a perennial aromatic herb which grows naturally in Europe, Asia, and America. Since ancient Egypt, this species has been known as a remedy for upper respiratory tract ailments. Nowadays, horehound is used in herbal medicine for treatment of liver diseases, biliary tract disorders, and for increasing the appetite and supporting the function of the stomach. The main biologically active substances in *M. vulgare* organs are: marrubiin, tannins, essential oils, and ursolic acid.

The paper presents micromorphological analyses of non-glandular and glandular trichomes of *M. vulgare*. The research material was sampled from the plant collection in the Botanical Garden of the Maria Curie-Skłodowska University in Lublin (51°14' N, 22°34' E). The above-ground parts of horehound were collected during the flowering period in July 2013. Using light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM), the types and sizes of trichomes from the stem, leaf, calyx, and corolla were investigated.

The results of the microscopic observations show that the surfaces of *M. vulgare* vegetative and reproductive organs are densely clothed with glandular and non-glandular trichomes. The glandular trichomes are of two main types: peltate and capitate. Peltate trichomes consist of a short stalk cell and a large head with secretory cells arranged in a circle. The height of a mature trichome is about 31.33  $\mu\text{m}$  and the diameter of the head is 31.47  $\mu\text{m}$ . The substance produced by secretory cells passes through the apical walls and accumulates within a space between the cuticle and the cell wall layer. Capitate long trichomes with a basal cell, long stalk, neck cell, and a unicellular head are 36.65  $\mu\text{m}$  long and the diameter of the head is about 15.6  $\mu\text{m}$ . There are two types of short capitate trichomes: with a bicellular head and a unicellular stalk and with four-celled head and a unicellular stalk. The length of these trichomes is on average 26.32  $\mu\text{m}$  and the diameter of the head is 20.32  $\mu\text{m}$ . Moreover, we observed two types of non-glandular trichomes: multicellular uniserrate and multicellular branched. The length of the non-glandular trichomes is between 60.69  $\mu\text{m}$  and 1130.3  $\mu\text{m}$ .







## SEARCHING FOR SCAR MARKERS NEEDED FOR DIVERSIFICATION OF THREE GROUPS WITHIN *RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS* (*RANUNCULACEAE*, SUBGEN. *BATRACHIUM*)

MAGDALENA JOPEK \* & MAGDALENA DĄBROWSKA

**Key words:** *Ranunculus*, *Batrachium*, aquatic plants, diversity, molecular identification, SCAR markers, taxonomy, Poland

*Institute of Botany, Jagiellonian University, Kopernika 27, PL-31–501 Krakow, Poland; \* magdalena.anna.jopek@gmail.com*

*Batrachium* is a group of aquatic plants classified within the genus *Ranunculus* L. (*Ranunculaceae*). It is a widely distributed and one of the most difficult group of aquatic plants.

During the analysis of the ITS sequences of *Ranunculus trichophyllus* Chaix ex Vill. specimens from different parts of Europe significant differences were detected, and as a result intraspecific diversification of this taxon into three groups was made. Specimens forming different groups have different ecological preferences, partly also differ in range. Most likely, these groups correspond to a separate species but the full picture still needs morphological analysis. However one of the adaptations to the aquatic environment is their plastic vegetation response to changing environmental conditions, manifested in their morphological variability. This phenotypic variability is taxonomically insignificant but impedes the identification of individual species. That is why molecular analysis can be useful. Although amplification and direct sequencing of ITS (Internal Transcribed Spacers) is a reliable method to determine species but this method is relatively time-consuming and expensive. As an alternative to sequencing, RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) and ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats) are often chosen as cheap and simple methods. It is because they do not require an information sequence and are effective in obtaining the characteristic DNA profile. The main drawback of these methods is low repeatability. Conversion RAPD markers to the SCAR increase the specificity and stability,

allowing for convenient and fast way to identify groups.

For the analysis there were selected 8 species of the genus *Ranunculus* and 3 groups of *R. trichophyllus*. Other taxa were treated as a reference point that allows the exclusion of products varying within *R. trichophyllus*, but being alike with other species. In each species, a different number of samples were taken. The differences in numbers of samples were determined by the availability of previously defined species based on the analysis of ITS sequences.

Samples were combined and treated as a single sample during the primers test. From 26 tested RAPD primers 11 were selected for further analysis. It was these primers which gave profiles showing the specific products for each group. Next, primers were tested whether specific products were present while using DNA from individual samples within a group. From analyzed profiles five products were chosen to be cloned into plasmids and few of them sequenced. On the basis of obtained sequences there were designed at least one pair of primers for each sequence. From four pairs of starters designed for *trichophyllus* type I one gave products for individuals from this group and didn't for individuals from other two. For *trichophyllus* type II two pairs of starters were tried and one of them worked as expected. Also one pair of starter gave products for individuals from for *trichophyllus* type I group without products for DNA from other groups. These

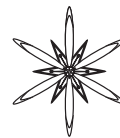
markers however work well for deliberate population but usually didn't mark hybrids. This is the worse flaw however shouldn't impact the significance of their role.

These markers will give the possibility to examine a much larger number of samples than it would be possible by direct sequencing. This can lead to obtain knowledge of distribution of particular groups within *R. trichophyllus*, as well

as provide new information about their habitat preferences and morphological variation and shed a new light on taxonomical aspects of this group.

### **Acknowledgements**

The study was financially supported by the Jagiellonian University no. K/DSC/001677.



## STUDIES ON SUSPENSION CULTURE OF VIRGINIA MALLOW

ANNA KASPRZYK<sup>1\*</sup>, DAWID MYŚLIWIEC<sup>2</sup>, EWA SZCZUKA<sup>1</sup>

**Key words:** *Sida hermaphrodita*, cell suspension culture

<sup>1</sup> Department of Plant Anatomy and Cytology, Institute of Biology and Biochemistry UMCS, Akademicka str. 19, 20-033 Lublin, Poland; \* ann.kasprzyk.a@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Radiochemistry and Colloid Chemistry, Faculty of Chemistry UMCS, Pl. M. Curie-Skłodowskiej 3, 20-031 Lublin, Poland; d.k.mysliwiec@gmail.com

Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) belongs to the Malvaceae family. It is a very important industrial and energetic crop (KASPRZYK *et al.* 2013). In our studies, we used plant cell suspension cultures due to the fact that it is a useful tool to investigate biochemical, molecular and physiological aspects of many cellular functions (DONG *et al.* 2010).

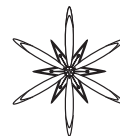
Virginia mallow seeds, obtained from Prof. Borkowska (University of Life Sciences in Lublin, Poland), were used in this investigation to obtain plants which were grown in sterile conditions in the Department of Plant Anatomy and Cytology, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Poland. The seeds were surface sterilized and washed three times in sterile, distilled water. After 3 weeks of *in vitro* culture, young seedlings were used as a source of explants (to callus induction). Two types of explants were used to form callus culture: leaf

and petiole. Callus tissues were then aseptically transferred to an Erlenmeyer flask with liquid medium and placed on an orbital shaker moving at 120 rpm. The observations of this suspension culture were conducted under light and confocal LSM microscopes. The authors observed that depending on the type of explants and composition of medium, callus tissue has varied in color and character of growth.

### References

- DONG J., BOWRA S., VINCZE E. 2010. The development and evaluation of single cell suspension from wheat and barley as a model system: a first step towards functional genomics application. *BMC Plant Biology* 10: 239.
- KASPRZYK A., LESZCZUK A., DOMACIUK M., SZCZUKA E. 2013. Stem morphology of the *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby (Malvaceae). *Mod. Phytomorphol.* 4: 25.





## VIRGINIA MALLOW (*SIDA HERMAPHRODITA* (L.) RUSBY) – PROPERTIES AND APPLICATION

ANNA KASPRZYK \*, AGATA LESZCZUK, EWA SZCZUKA

**Key words:** *Sida hermaphrodita*, energy crops

Department of Plant Anatomy and Cytology, Institute of Biology and Biochemistry UMCS, Akademicka str. 19, 20-033 Lublin, Poland; \*ann.kasprzyk.a@gmail.com

Virginia mallow (or Virginia fanpetals) belongs to the Malvaceae family and it originates from the Southeastern parts of North America. In the 20<sup>th</sup> century, the plant was brought to Europe, specifically to Ukraine, and then it was introduced in Poland (KASPRZYK *et al.* 2013).

Virginia mallow is mainly used in industry as biomass for energy generation and as a source of fibers or forage. It is a subject of interest to many researchers due to the fact that it is a fast growing plant with a high potential yield and the ability of multiple regrowth even after cutting. Highly adaptable to different climates and soil conditions indicate a potential increase in the area occupied by the species. It can be grown on the slopes of eroded areas, land which is excluded from agricultural use, on chemically degraded areas, also on dumps and landfills of garbage.

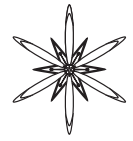
In the family Malvaceae, there are several species commonly used in medicine, such as *Sida acuta* Burm.f., *S. cordata* (Burm.f.) Borss. Waalk. or *S. cordifolia* L. and therefore the interest in the healing properties of Virginia mallow seems natural. Recent studies have shown that there is a possibility of the use of Virginia mallow as herbal material. Studies have shown that the extracts from seeds of *S. hermaphrodita* (L.) Rusby have caused

a decrease of viability and deformation of *Mycobacterium smegmatis* cells (LEWTAK *et al.* 2013). There are also studies about anticancer activity of *S. hermaphrodita* extracts against SiHa (human cervical cancer lines). Two tests (MTT and NR uptake) were used and the results showed absence of cytotoxic effect using MTT tests, and a slight cytotoxic effect using NR uptake (FRANT *et al.* 2013).

### References

- FRANT M., KASPRZYK A., SZCZUKA E., PADUCH R. 2013. The effect of Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby, Malvaceae) leaf and seed extracts on SiHa (human cell line) *in vitro*. XV National Academic Seminar of Biotechnology Students & V International Conference of Biotechnology Students: 41.
- KASPRZYK A., LESZCZUK A., DOMACIUK M., SZCZUKA E. 2013. Stem morphology of the *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby (Malvaceae). *Mod. Phytomorphol.* 4: 25.
- LEWTAK K., FIOŁKA M., SZCZUKA E., WYDRYCH J., KELLER R., MENDYK E., RAWSKI M., SKRZYPIEC K. 2013. Morphological and chemical changes of *Mycobacterium smegmatis* cells after exposure to *Sida hermaphrodita* (Malvaceae) extract. 3<sup>rd</sup> International Conference and Workshop "Plant – the source of research material": 63.





## ABOUT APIOSPORA PHYLLOSTACHIDIS, A NEW REPRESENTATIVE OF MYCOBIOTA

LAMZIRI BERADZE<sup>1</sup> & MZIURI GABAIDZE<sup>2</sup>

**Abstract.** Telemorpha *Apiospora phyllostachidis* of the fungus *Scyphospora phyllostachidis* L.A. Kantsch. was marked for the first time by us while studying bamboo mycobiota and the genetic connection between them was established.

**Key words:** *Apiospora phyllostachidis*, *Scyphospora phyllostachidis*, mycobiota, telemorpha, anamorpha

<sup>1</sup> Institute of Tea, Subtropical Crops and tea Industry, Bagrationi str. 15, 6018 Ozurgeti, Georgia; lberadze@mail.ru

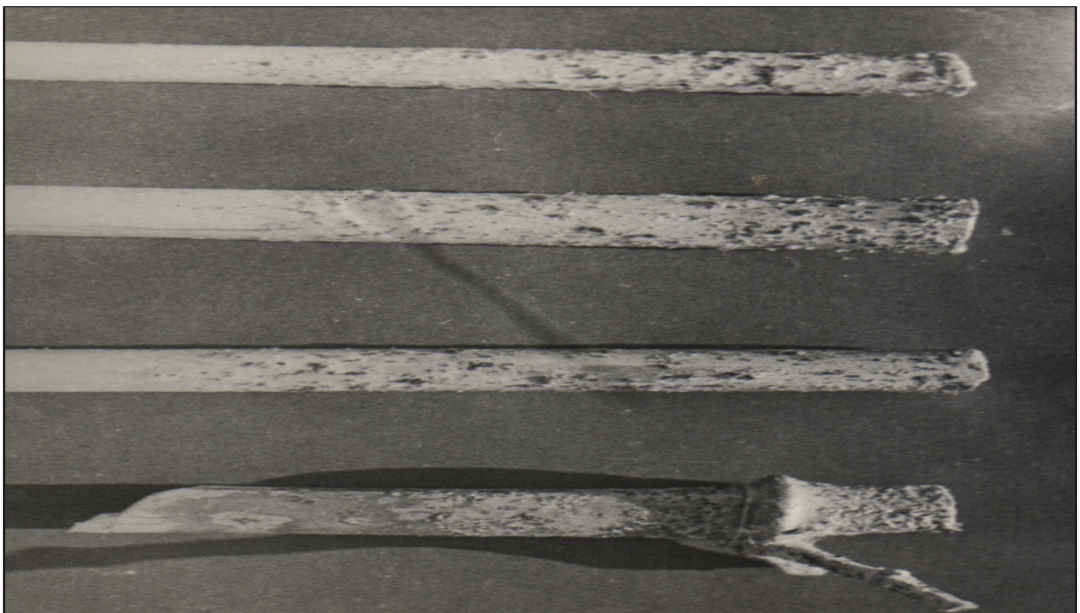
<sup>2</sup> Institute of Phytopathology and Biodiversity, Sh. Rustaveli State University, Tavisufleva str. 90, 6012 Kobuleti, Georgia; mziurigabaidze@mail.ru

Many years' mycological researches showed that plant mycobiota is not studied in detail yet in separate regions of West Georgia. It especially concerns to decorative plants. Telemorpha *Apiospora phyllostachidis* (BERADZE 1976; ГОГУА И БЕРАДЗЕ 1977) of fungus *Scyphospora phyllostachidis* L.A. Kantsch. was marked for the first time by us while studying bamboo mycobiota. As well, genetic connection between them was established. Description of

fungus *A. phyllostachidis* is presented both in natural and clear culture.

Fungus fruitage – stroms are located parallelly as on internodes and nodes of healthy stalk-branches of bamboo so on dried ones (Fig. 1), they are oblong, about 2 mm length, of black shiny colour.

In period of maturity the center is bending, the epidermis is opening. The peritheciumes (from 1 to 13) are with wide



**Fig. 1.** Bamboo branches artificially diseased with *Apiospora phyllostachidis*.



Fig. 2. Stroms of *Apiospora phyllostachidis* with perithecia.

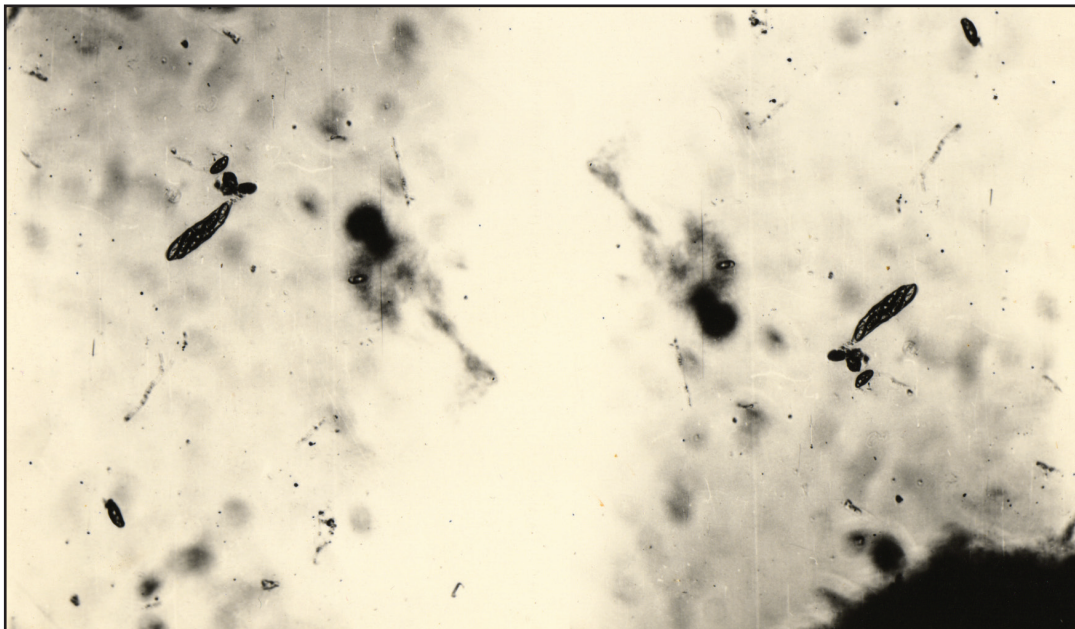


Fig. 3. Asci of *Apiospora phyllostachidis* with ascospores.

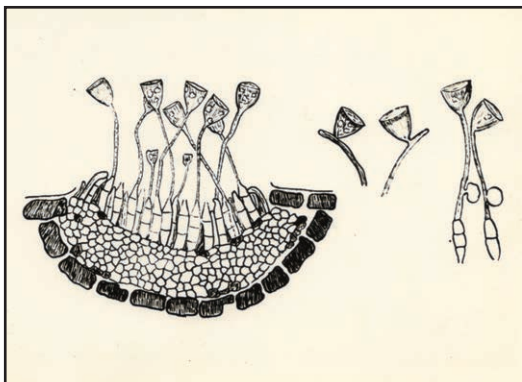


Fig. 4. *Scyphospora phyllostachidis* (anamorphic stage of fungus *Apiospora phyllostachidis*).

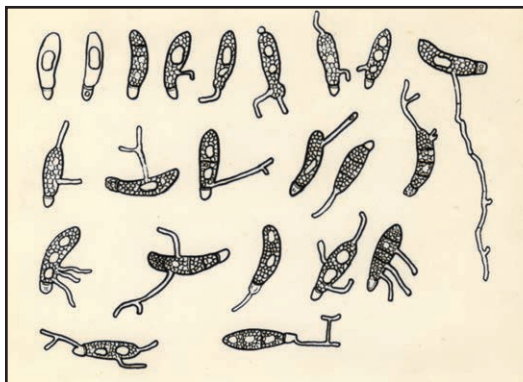


Fig. 5. Node forms of *Apiospora phyllostachidis*.





**Fig. 6.** Clean culture of *Apiospora phyllostachidis*.

basis, unequal, thick pages, black color peruse and  $210-315 \times 140-210 \mu\text{m}$  (Fig. 2). The bags are crooked, exact, slightly flexed,  $75-135 \times 15-128 \mu\text{m}$ , with good expressive leg. (Fig. 3). The ascospores are exact, ellipsoid, pins more or less flexed, with 1-4 elements, densely disposition with graining entrails, 1-3 drops of fat. The immaturities are colorless, the maturities are green  $21-42 \times 9-12 \mu\text{m}$  (Fig. 4). In period of germination of ascospores the shoot is developing from all cells.

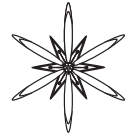
Observations showed that fungus divides difficultly on artificial substrate. Fungus conidial stage *S. phyllostachidis* develops on the agarized beer sweet nutrient area on the third day since sowing. Initially it has a weak, snow-white airy mycelium of medium height, but then it turns into dirty color and forms bulges on formation of fruitage. After 20-30 days the asci stage (*A. phyllostachidis*) developed, and it has a form of solid bulges (hills) (Fig. 5).

We have carried out inoculation of bamboo stalk-branches with mycelium of fungus *A. phyllostachidis*. Resultant disease symptoms were the same as in natural conditions (Fig. 6). Pathogenic nature of fungus to bamboo stalk branches was established by the way of its isolation and reisolation.

### References

- ГОГУА Г., БЕРАДЗЕ Л. 1977. Главнейшие вредители и болезни бамбука и меры борьбы с ними. *Субтропические культуры* 5-6: 177-183.
- BERADZE L.A. 1976. The results of the study of biology and ecology of *Coniosporium bambusae* Sacc. Auto essay of the candidate thesis. Tbilisi.





## EFFECT OF *BACILLUS* SPP. ON SEED GERMINATION OF SELECTED SPECIES OF THE GENUS *CUSCUTA* (CONVOLVULACEAE)

FATEMEH HADIZADEH<sup>1</sup>, SHAHRYAR SAEIDI MEHRVARZ<sup>1\*</sup>, MIR SASAN MIRPOUR<sup>2</sup>

**Abstract.** Species of the genus *Cuscuta* are annual angiospermic rootless and leafless (achlorophyllous) parasitic plants. *Bacillus* is an example of PGPR bacteria exhibiting plant growth promoting activity. In this study the effects of bacterial suspension on germination of dodder's seed has been determined. Seeds of three *Cuscuta* species were collected from field for evaluating effects of three different *Bacillus* on its germination. Results show that seed germination of the *C. monogyna* and *C. campestris* is inhibited by all three bacterial species. Based on Tukey analysis, the highest inhibitory activity on seed germination of *C. monogyna* was shown with *B. pumilus* (68.88%); as well as *C. campestris* with *B. megaterium* (95.76%) and *B. pumilus* (91.53%), whilst seed germination of *C. europaea* was almost identically inhibited by all three bacterial species. This paper reports the variable effects of *Bacillus* species on the seed germination of selected *Cuscuta* species.

**Key words:** *Cuscuta*, *Bacillus*, germination, Iran

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, PO Box 41335–1914, Iran; \* saeidimz@guilan.ac.ir

<sup>2</sup> Department of Microbiology, Faculty of Sciences, Islamic Azad University of Lahijan, Lahijan, Iran

### Introduction

The genus *Cuscuta* L. (dodder) comprises about 175 species distributed throughout the world (HOLM *et al.* 1997). Seedlings of this parasitic plant produce stems that coil around host plants and build haustoria to penetrate the host tissue and connect to the vascular bundles of the host (CHRISTENSEN *et al.* 2003).

The germination process takes place in April–May or even in later months; given that certain optimal warmth and moisture conditions are fulfilled. It may occur between May and October, therefore covering the entire vegetative period, but only for those seeds in the upper level of the ground for seeds located in a depth of up to 10 cm (ROUSSELOT & FNAMS 1982).

It is well-known that seeds can stay in the soil and keep their germination ability for a duration of up to 10 years (ROUSSELOT & FNAMS 1982), or even longer (up to 40 years) in the case of those seeds that are preserved under low humidity conditions (FNAMS 1995). An important trait ensuring the success of *C. campestris* Yunck. as a crop parasite is seed dormancy (HUTCHINSON & ASHTON 1980). It

is parasite of several crops and weeds (PARKER & RICHES 1993; HOLM *et al.* 1997). Its chemical control is difficult, because of lack of selective herbicides (DAWSON 1990) and tolerance to broad-spectrum products e.g. glyphosate (NADLER-HASSAR & RUBIN 2003).

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) are groups of bacteria that enhance plant's growth and yield, by producing various plant growth promoting substances as well as biofertilizers. Some common examples of PGPR genera exhibiting plant growth promoting activity are: *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* etc. It has been observed that rhizobacteria can act against plants by the production of phytotoxic substances like cyanide (ALSTROM & BURNS 1989), indole-3-acetic acid (LOPER & SCHROTH 1986) and haterumalide A (GERHARDSON *et al.* 2001). The use of rhizobacteria appears as a promising alternative, since some of these microorganisms can suppress the growth of specific plant species (KREMER & SOUISSI 2001; HOAGLAND 2001). They can be used directly in soil as bioherbicides (MAZZOLA *et al.* 1995) or to produce active metabolites against weeds.

**Table 1.** Voucher information for examined *Cuscuta* species.

Species	Collection data
<i>C. campestris</i> Yunk.	Guilan: Between Rasht and Lasht-nesha, 5 m, 6.Jul.2012, Hadizadeh 4877 (Herbarium of the University of Guilan)
<i>C. monogyna</i> Vahl	Fars: Shiraz, 5m, 12.Sep.2012, Jafari 4878 (Herbarium of the University of Guilan)
<i>C. europaea</i> L.	Mazandaran: Javaherdeh, 1800m, 23.Jul.2013, Hadizadeh 4879 (Herbarium of the University of Guilan)

Essential effects of PGPR on germination and seedling growth of crops have been studied by many researchers (RODELAS *et al.* 1999; EGAMBERDIYEVA 2007; CARVALHO *et al.* 2007, 2011), while their effects on weed species seed germination has been less studied (VRBNIČANIN *et al.* 2008 a, b, 2011). The main aim of this study was the determination of the effects of bacterial suspension on germination of *Cuscuta*'s seed. This phenomenon could be applied for non-chemical weed management as bioherbicides.

### Material and methods

Seeds of three *Cuscuta* species (*C. europaea* L., *C. monogyna* Vahl and *C. campestris*) were collected from a field for evaluating effects of three different *Bacillus* on seed germination. Voucher specimens are kept at the Herbarium of University of Guilan in Rasht, Iran (Tab. 1). Immediately before germination, seeds were prepared by soaking them in concentrated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for 30 or 60 min, (GAERTNER 1950). Seeds were then rinsed three times with distilled water. Rhizobacteria selected were: *Bacillus licheniformis* (PTCC: 1721), *B. pumilus* (PTCC: 1319) and *B. megaterium* (PTCC: 1017). This species used in the study were purchased from the Iranian Research Organization for Science & Technology. Control consisted of seeds germinating in water. Incubation of weed seeds was done with 24h old inocula with cell concentration of 10<sup>8</sup> ml<sup>-1</sup>. Twenty seeds of *Cuscuta* were selected and placed in each Petri dish and treated with solutions containing the abovementioned bacterial inoculum. In control, only water was added. In treatments, 5 ml of solution containing different bacterial

media was added. Three dishes were used for each treatment and control. Germination took place in an incubator (Memmert) at 25°C in the dark.

The seeds were considered to be germinating at the moment of radicle emergence. The number of germinated seeds was recorded daily (germination rate), and the final percentage of germination was measured after 9 days.

Germination rate (sum of germination per day) was calculated using the formula described by MAGUIRE (1962):  $M = n1/t1 + n2/t2 + \dots + nx/tx$ , where  $n1, n2, \dots, nx$  are the numbers of the germinated seeds at times  $t1, t2, \dots, tx$  in days. Each experiment was conducted three times. All data were processed by analysis of variance (ANOVA) and means were separated by least significant differences (LSD, Tukey) test using statistical software SPSS 17.

### Results

The results of LSD analysis show that seed germination of the *C. monogyna* and *C. campestris* is inhibited by all three bacterial species and also this analysis provides significant difference between the treatments and control. Seed germination of the *C. europaea* is inhibited only by *B. megaterium* and two other treatments had no effect on seed germination of this species (Tab. 2). The results of Tukey test showed that *C. monogyna* was restrained more with *B. pumilus* (68.88%); and *C. campestris* with *B. megaterium* (95.76%) and *B. pumilus* (91.53%), while inhibitory activities of the three bacterial species are almost identical on *C. europaea* (Tab. 3).

**Table 2.** Results of one-way ANOVA analysis LSD for germination as a dependent variable: **C** – control; **B.l.** – *B. licheniformis*; **B.m.** – *B. megaterium*; **B.p.** – *B. pumilus*; **T** – treatment.

Species	(I) T	(J) T	Mean difference(I-J)
<i>C. monogyna</i>	C	B.l.	8.52000*
		B.p.	12.39333*
		B.m.	4.33667*
<i>C. campestris</i>	C	B.l.	1.95333*
		B.p.	2.81333*
		B.m.	2.94333*
<i>C. europaea</i>	C	B.l.	0.16667
		B.p.	0.16667
		B.m.	0.72000*

**Note:** \* The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Discussion

In this study, effects of different *Bacillus* suspension on seed germination of several *Cuscuta* species were evaluated. Many studies have already been carried out about these microorganisms. It has been reported that *Bacillus* spp. can promote germination and growth of different plant species. It was found that *Bacillus* species have variable effects on seed germination. For example, VRBNIČANIN *et al.* (2011) found that *Bacillus* species have variable effects (stimulative and inhibitory) on the seed germination of *Ambrosia*. As well, EGAMBERDIYEVA (2007) reported positive effects of *Bacillus* on seed germination. It was shown that the presence of *B. pumilus* and *B. licheniformis* in the alder rhizosphere promote its growth (PROBANZA *et al.* 1996; GUTIERREZ-MANERO *et al.* 2001). Results of this study confirm data of SARIĆ & BOŽIĆ (2009) who found *Bacillus* to have inhibitory effect on germination of *C. campestris* and alfalfa, however, the effect of *B. pumilus* and *B. licheniformis* was weak and irregular. It was clearly observed that *B. pumilus* and *B. licheniformis* do not inhibit the germination of *C. europaea* while *B. megaterium* do it.

A number of previous studies have suggested that *B. pumilus* can be used in bioherbicide formulations (JAPAN TOBACCO INC. 1998).

They showed that only strain 55-30 (CARVALHO *et al.* 2007) and strain 83-20 (CARVALHO *et al.* 2011) created phytotoxic effects in the lettuce seed germination assay. Obviously, the present results showed that *B. pumillus* inhibits seed germination of *C. monogyna* and *C. campestris* but has no effect on seed germination of *C. europaea*.

The results of this study indicated that *B. megaterium* inhibits seed germination of three *Cuscuta* species. Although *B. megaterium* can present deleterious effects on weed growth (KIM & KREMER 2005), lettuce seed germination was not affected. However, the reduction of both length and mass occurred for wheat coleoptiles in contact with substances produced by *B. megaterium* (CARVALHO *et al.* 2007, 2011).

Studies showed different PGPR have diverse (stimulative or inhibitory) effects on germination of plant species, but it may not be possible to extrapolate the results of these *in vitro* studies to soil or rhizosphere conditions. This is due to the influence of different conditions in the soil (pH, microelements, salinity) and on excretion of plant growth-promoting substances by PGPR (NARULA & GUPTA 1986). LATOUR *et al.* (1996) demonstrated that rhizospheric bacteria can have either beneficial effect or be deleterious or neutral, depending on the bacterial species and/or the crop.

This study shows that the most effective bacteria can be selected on the basis of their inhibitory effect on seed germination to be used in weed control management.

## Acknowledgements

We gratefully acknowledge Miss Jafari (Research Institute of Forest and Rangelands of Shiraz) for providing the material of taxa and Mr. N. Alavi for help in preparing the tables.

## References

- ALSTROM S., BURNS R.G. 1989. Cyanide production by rhizobacteria as possible mechanism of plant growth inhibition. *Biol. Fert. Soils.* 7: 232.

**Table 3.** Results of one-way ANOVA, Tukey test: **C** – control; **B.l.** – *B. licheniformis*; **B.m.** – *B. megaterium*; **B.p.** – *B. pumilus*; **N** – number of repeats; **T** – treatment.

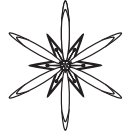
Species	T	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
<i>C. monogyna</i>	B.p.	3	5.6067			
	B.l.	3		9.4800		
	B.m.	3			13.6633	
	C	3				18.0000
<i>C. campestris</i>	B.p.	3	0.2600			
	B.l.	3		1.1200		
	B.m.	3	0.1300			
	C	3			3.0733	
<i>C. europaea</i>	B.p.	3	0.5533			
	B.l.	3	0.5533			
	B.m.	3	0.0000			
	C	3	0.7200			

- CHRISTENSEN N.M., DÖRR I., HANSEN M., VAN DER KOOIJ T.A.W., SCHULZ A. 2003.** Development of *Cuscuta* species on a partially incompatible host: induction of xylem transfer cells. *Protoplasts* **220**: 131–142.
- CARVALHO D.D.C., OLIVEIRA D.F., CORRÊA R.S.B., CAMPOS V.P., GUIMARÃES R.M., JOÃO L. 2007.** Rhizobacteria able to produce phytotoxic metabolites. *Braz. J. Microbiol.* **38**: 759–765.
- CARVALHO D.D.C., OLIVEIRA D.F., CAMPOS V.P., PASQUAL M. 2011.** Selection of phytotoxin producing rhizobacteria. *Ann. Acad. Bras. Cienc.* **83**: 1678–2690.
- DAWSON J.H. 1990.** Dodder (*Cuscuta* spp.) control with dinitroaniline herbicides in alfalfa (*Medicago sativa*). *Weed Technol.* **4**: 341–348.
- EGAMBEDIYeva D. 2007.** The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Appl. Soil Ecol.* **36**: 184–189.
- FNAMS 1995.** Bulletin semences, Semences fourageres **134**: 12–14. Angers, France.
- GAERTNER E.E. 1950.** Studies of seed germination, seed identification, and host relationships in dodders, *Cuscuta* spp. *Cornell Univ. Mem.* **294**: 1–56.
- GERHARDSON B., THANING C., WEISSMANN R., BOROWICZ J., WELCH C., HEDMAN R. 2001.** New bacterial isolate and its active metabolites, including new compound haterumalide x, useful for controlling weeds and treating fungal diseases in plants, human and animals. *S.E. Pat.* 9904334-A. *Jul.* 26, 2001.
- GUTIERREZ-MANERO F.J., RAMOS-SOLANO B., PROBANZA A., MEHOUACHI J., TADEO F.R., TALON M. 2001.** The plant growth-promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiol. Plant.* **111**: 206–211.
- HOAGLAND R.E. 2001.** Microbial allelochemicals and pathogens as bioherbicidal agents. *Weed Technol.* **15**: 835–857.
- HOLM L., DOLL J., HOLM E., PANCH J., HERBERGER J. 1997.** World weeds: natural history and distribution. J. Wiley & Sons, New York.
- HUTCHINSON J.M., ASHTON F.M. 1980.** Germination of field dodder (*Cuscuta campestris*). *Weed Sci.* **28**: 330–333.
- JAPAN TOBACCO INC. 1998.** Control composition for *Echinochloa crus-galli*-contains microorganisms of genus *Bacillus* that are herbicidally active on *Echinochloa crus-galli*. *J. P. Pat.* 10017424-A. *Jan.* 20, 2001.
- KIM S.J., KREMER R.J. 2005.** Scanning and transmission electron microscopy of root colonization of morning glory (*Ipomoea* spp.) seedlings by rhizobacteria. *Symbiosis* **39**: 117–124.
- KREMER R.J., SOUISSI T. 2001.** Cyanide production by rhizobacteria and potential for suppression of weed seedling growth. *Curr. Microbiol.* **43**: 182–186.
- LATOUR X., CORBERAND T., LAGUERR G., ALLARD F., LEMANCEAU P. 1996.** The composition of fluorescent pseudomonad populations associated with roots is influenced by plant and soil type. *Appl. Environ. Microbiol.* **62**: 2449–2456.

- LOPER J.E., SCHROTH M.N. 1986.** Influence of bacterial sources of indole-3-acetic acid on root elongation of sugarbeet. *Phytopathol.* **76**: 386–389.
- MAGUIRE J. 1962.** Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Sci.* **2**: 176–177.
- MAZZOLA M., STAHLMAN P.W., LEACH J.E. 1995.** Application method affects the distribution and efficacy of rhizobacteria suppressive of downy brome (*Bromus tectorum*). *Soil Biol. Biochem.* **27**: 1271–1278.
- NADLER-HASSAR T., RUBIN B. 2003.** Natural tolerance of *Cuscuta campestris* to herbicides inhibiting amino acid biosynthesis. *Weed Res.* **43**: 341–347.
- NARULA N., GUPTA K.G. 1986.** Ammonia excretion by *Azotobacter chroococcum* in liquid culture and soil in the presence of manganese and clay minerals. *Plant Soil.* **93**: 205–209.
- PARKER C., RICHES C.R. 1993.** Parasitic weeds of the world: biology and control. CAB International, Wallingford.
- PROBANZA A., LUCAS J. A., ACERO N., GUTIERREZ-MANERO F.J. 1996.** The influence of native rhizobacteria on european alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) growth. I. Characterization of growth promoting and growth inhibiting bacterial strains. *Plant Soil.* **182**: 59–66.
- RODELAS B., GONZALEZ-LOPEZ J., POZO C., SALMERON V., MARTINEZ-TOLEDO M.V. 1999.** Response of faba bean (*Vicia faba* L.) To combined inoculation with *Azotobacter* and *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*. *Appl. Soil Ecol.* **12**: 51–59.
- ROUSSELOT, J., FNAMS, 1982.** Centre technique des semences, La cuscute biology et physiology. Angers, France.
- SARIĆ M.I., BOŽIĆ D. 2009.** Uticaj zemljišnih bakterija na klijanje semena viline kosice (*Cuscuta campestris* Yunck.) i lucerke. *Zaštita bilja* **60**: 227–236.
- VRBNIČANIN S., JOVANOVIĆ L.J., BOŽIĆ D., RAIČEVIĆ V., PAVLOVI D. 2008a.** Germination of *Iva xanthifolia*, *Amaranthus retroflexus* and *Sorghum halepense* under media with microorganisms. *J. Plant Dis. Protect.* **21**: 297–302.
- VRBNIČANIN S., JOVANOVIĆ L.J., BOŽIĆ D., PAVLOVIĆ D., RAIČEVIĆ V. 2008b.** Effect growth-promoting bacteria on germination of *Datura stramonium* L., *Abutilon theophrasti* Medik., *Onopordon acanthium* L. and *Verbascum thapsus* L. *Abstracts of 5<sup>th</sup> International Weed Science Congress, Vancouver, Canada*: 127.
- VRBNIČANIN S., BOŽIĆ D., SARIĆ M., PAVLOVIĆ D., RAIČEVIĆ V. 2011.** Effect of plant growth promoting rhizobacteria on *Ambrosia artemisiifolia* L. seed germination. *Pestic. Phytomed. (Belgrade)* **26** (2): 141–146.







**THE EFFICIENCY OF INFECTION OF THE GREATER WAX  
MOTH (*GALLERIA MELLONELLA* L.) CATERpillars BY  
ENTOMOPATHOGENS ISOLATED FROM SOILS OF SELECTED  
PARKS OF THE MOKOTÓW DISTRICT IN WARSAW**

JAN ZAWITKOWSKI

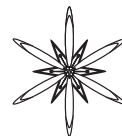
**Key words:** *Galleria mellonella*, entomopathogenic fungi, entomophagy, entomophilous organisms, Mokotów District

Department of Environmental Improvement, Warsaw University of Life Sciences (WULS – SGGW), Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Poland

Entomopathogenic fungi occur in habitats of their host organisms i.e. in soil. Arthropods – their potential hosts, are one of the biotic factors affecting the occurrence and survival of the fungi. Infection by entomopathogenic organisms (fungi) of the test insect *Galleria mellonella* L. was determined from pathological changes in caterpillars. The effect of incubation temperature on the development of entomophages was accounted for during

observations. The infection of caterpillars by fungi was more effective at 25°C than at 20°C. Four species of entomopathogenic fungi infecting caterpillars of the greater wax moth (*G. mellonella*) were determined. Entomopathogenic nematodes infecting the insect were classified to family. Determined relationships may vary in time. A set of similar studies in the Mokotów District is needed to confirm the obtained results.





## THE INDUCTION OF *TRITICUM AESTIVUM* L. TOLERANCE TO *SEPTORIA TRITICI* BY OXALIC ACID

IRINA.V. ZHUK<sup>1\*</sup>, GALINA.M. LISOVA<sup>2</sup>, ZINAIDA. M. DOVGAL<sup>2</sup>, ALEXANDER P. DMITRIEV<sup>1</sup>

**Abstract.** The influence of fungus *Septoria tritici* on winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars 'Polis 'ka 90' and 'Stolychna' yield formation and plant development, as well as protective role of oxalic acid were studied in the field experiment. It was shown that treatment by oxalic acid decreases the infected square of flag leaves, ears and stems in both varieties that normalized plant development and reduced the yield loss. The usage of elicitors is the way to induce the plant immunity of cereals and minimize the pesticide pollution of the environment.

**Key words:** *Septoria tritici*, *Triticum aestivum*, *Septoria tritici* blotch, oxalic acid, morphometry, grain, stem, last leaves

<sup>1</sup> Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, Zabolotnogo str. 148, 03680 Kyiv, Ukraine; \* iren\_zhuk@mail.ru

<sup>2</sup> Institute of Plant Protection, Vasilkivska str. 33, 03022 Kyiv, Ukraine

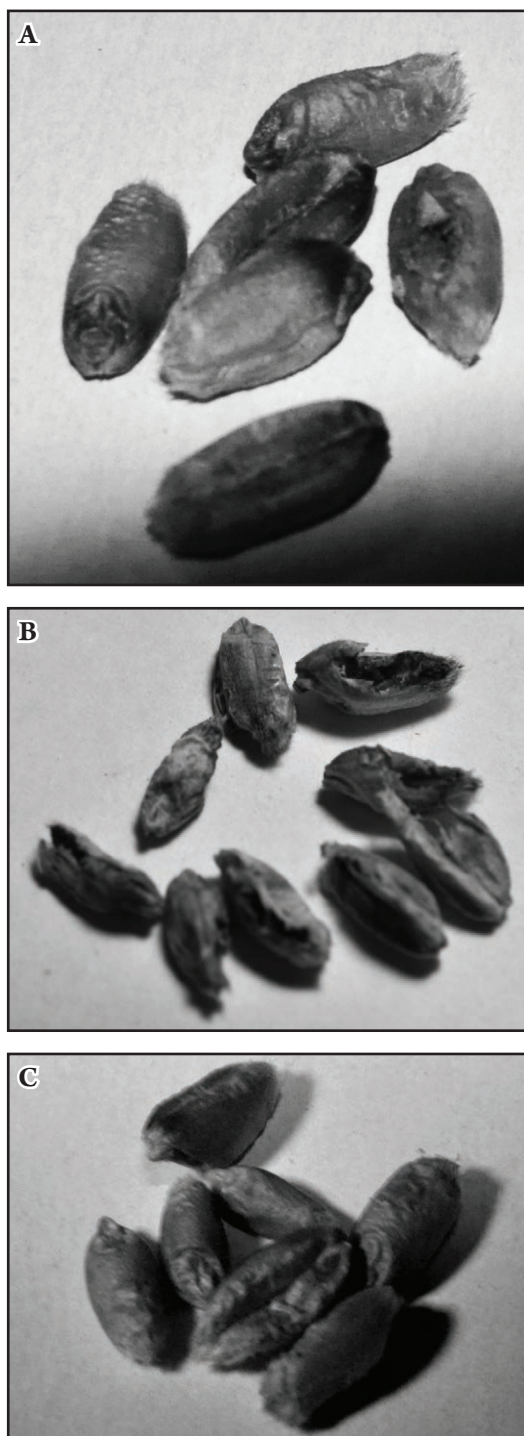
### Introduction

Pathogenic fungus *Septoria tritici* Berk. et M.A. Curtis is one of the major causes of losses (10 to 50%) of wheat yield in Ukraine. As an alternative of fungicide usage there are biological methods of plant protection which induce systemic resistance. This type of resistance is based on induction of many genes expression by substances pathogens – biotic elicitors, and therefore it is non-specific (ШАКИРОВА 2001). This allows preservation of resources, compared to the cost of the development of new genetically resistant cultivars. *Septoria tritici* blotch is caused by the fungus *S. tritici*. It is distributed in all wheat-growing areas of the world and is a serious problem in many regions (ЗАХАРЕНКО и др. 2003). *Septoria tritici* blotch is the most damaging when attacks the upper leaves and heads of susceptible varieties late in the season.

Effective protection of wheat plants against *Septoria tritici* blotch is an actual problem of modern biology. It is important to identify *Septoria tritici* blotch before spraying with a fungicide because nutritional disorders such as aluminum toxicity can be confused with *Septoria tritici* blotch. Nowadays biogenic elicitors are one of the most perspective approaches decreasing crop losses under

fungal infection, and they induce the systemic plant immunity against fungal pathogens (ДМИТРИЕВ и др. 2005; ЖУК та ін. 2013; ЖУК І ДМИТРИЄВ 2013). The studies of oxalic acid role in plant disease resistance are a hot spot of modern cell biology (TOAL & JONES 1999). Oxalic acid is known as the general physiological trait. The most of brown-rot basidiomycetes, including *Fomitopsis palustris* (Berk. et M.A. Curtis) Gilb. et Ryvardeen accumulate oxalic acid at greater concentrations in culture fluid, whereas white-rot ones do not accumulate because they metabolize and/or decompose oxalic acid by various mechanisms. Nevertheless, the white-rots were observed to accumulate Ca-oxalate during wood decay processes (KAYASHIMA & КАТАЯМА 2002).

The plant synthesizes of oxalic acid must coordinate the rate of synthesis with Ca, its accumulation and crystal development (FRANCESCHI & NAKATA 2005). There are number of potential pathways for oxalic acid biosynthesis in plant. This organic acid can be formed through the oxidation of glycolate and glyoxylate by the activity of glycolate oxidase (DUMAS *et al.* 1995; CESSNA *et al.* 2000). These potential substrates can be formed as a byproduct of photorespiration in photosynthetically active tissues, and glycolate oxidase, a peroxisomal enzyme, is



**Fig. 1.** The grains of winter wheat cultivar 'Polis'ka 90': **A** – control; **B** – infected by winter wheat leaf blotch; **C** – infected by winter wheat leaf blotch under oxalic acid treatment.

fairly abundant in green tissues. Oxalate can also be produced by the activity of isocitrate lyase on isocitrate, and through oxidation of oxaloacetate, although the enzyme is not known and this has only been shown in a few tissues. Finally, l-ascorbic acid is a substrate for oxalate synthesis in a number of plant species, but the enzyme(s) responsible for this pathway has not been identified.

The aim of our research was to investigate the role of oxalic acid in wheat plant tolerance to *Septoria tritici* blotch in field experiment.

### Material and methods

The winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars 'Polis'ka 90' and 'Stolychna' were grown in field conditions in Kyiv district with the standard agriculture technique. The soil was grey forest type. 'Polis'ka 90' and 'Stolychna' were selected at NSC Institute of Agriculture of NAASU. 'Stolychna' was established by individual selection of hybrid combination of crossing cultivars 'Polis'ka 92'/'Kolosysta'/'Polis'ka 90'. 'Stolychna' could be more tolerant to fungal pathogens than 'Polis'ka 90'.

The 0.1 mM oxalic acid solution was sprayed on wheat plants in booting phase. After this plants were inoculated by *S. tritici*. Oxalic acid has three chemical natures: it is a proton and electron source, and a strong metal chelator, despite its simple chemical formula of  $(\text{COOH})_2$ . Due to its unique multiple chemical natures, it has been receiving much attention for its various ecological qualities, such as: (i) bioremediation of a wide variety of organic pollutants with lignin biodegradation systems; (ii) inactivation of copper-containing wood preservatives by wood-rotting fungi; (iii) detoxification of aluminum toxicity in Al-resistant buckwheat; (iv) crop damage caused by oxalic acid-producing phytopathogens; (v) the biofertilizer effect of ectomycorrhizal fungi; and (vi) being an electron source for nitrogen fixation in symbiotic rhizobia in a legume plant (LANE 2002).

The degree of infection was estimated on Saari and Prescott scale in milky ripeness phase

of grain development. The yield structure analysis included plant height, grain quantity in ear, flag leaf and ear length. The experiments were repeated 3 times and data were statistically analyzed by ANOVA.

### Results and discussion

The fungus causes pale grey to dark brown blotches on the leaves, and, in a lesser extent, stems and ears (Fig. 1 B; Fig. 2 B; Fig. 3 B). When the disease is severe, entire leaves may be affected by disease lesions. The diagnostic feature of *Septoria tritici* blotch is the presence of black fruiting bodies (pycnidia) within the blotches. These tiny black spots give the blotches a characteristic speckled shape (БАБАЯНЦ 1988).

Saari and Prescott scale has 9 points. It is shown that oxalic acid decreased about 1-2 points of this scale in both winter wheat varieties. The wheat leaves treated by oxalic acid have decreasing about 10-15% of infected square compared with untreated plants (Fig. 1 C; Fig. 2 C; Fig. 3 C). Infected plants have more fragile stem than control plants.

Effect of elicitors – oxalic acid – is increased quantity of grains per ear and plant height in cultivar '*Stolychna*'. In the more sensitive variety '*Polis 'ka 90*' treatment by oxalic acid stimulated growth of flag leaf in infected plants. Oxalic acid stimulated growth and development of winter wheat cultivars '*Polis 'ka 90*' and '*Stolychna*'.

Most fungus infection observed in endospermal part of grains. The development of fungal mycelium destroyed envelope of the endosperm, the hyphae of the fungus penetrated into the endosperm tissue to a considerable depth and caused the formation of necrotic spots. In plants that were infected with the fungus in booting phase and treated by oxalic acid the pathogen lesions were reduced (Fig. 1). In grain endosperm the small dark spots were detected, what indicates poor development of fungal mycorrhizae and increased resistance to penetration hyphae of the fungus to the grain tissues of the wheat.

Oxalic acid treatment stimulated stem growth under conditions of defeat fungal

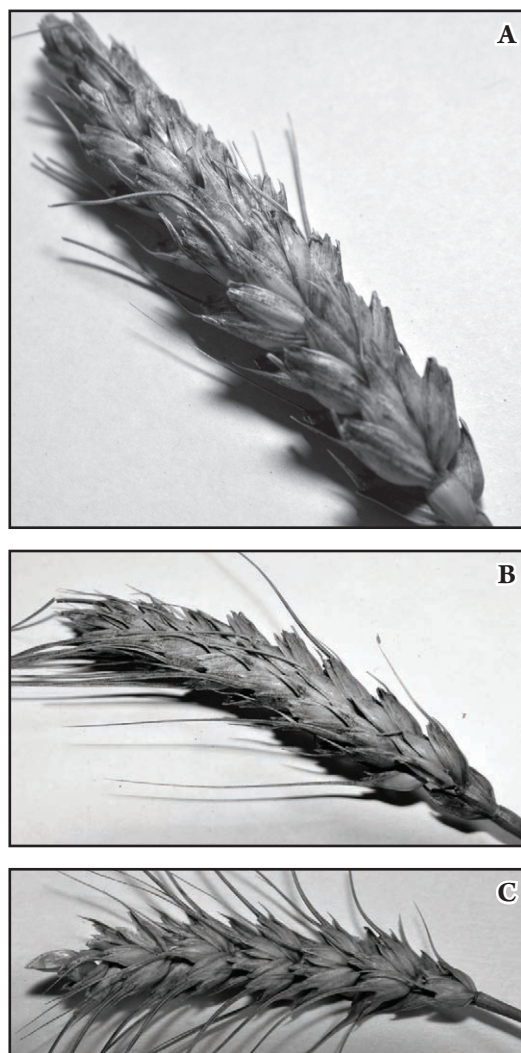
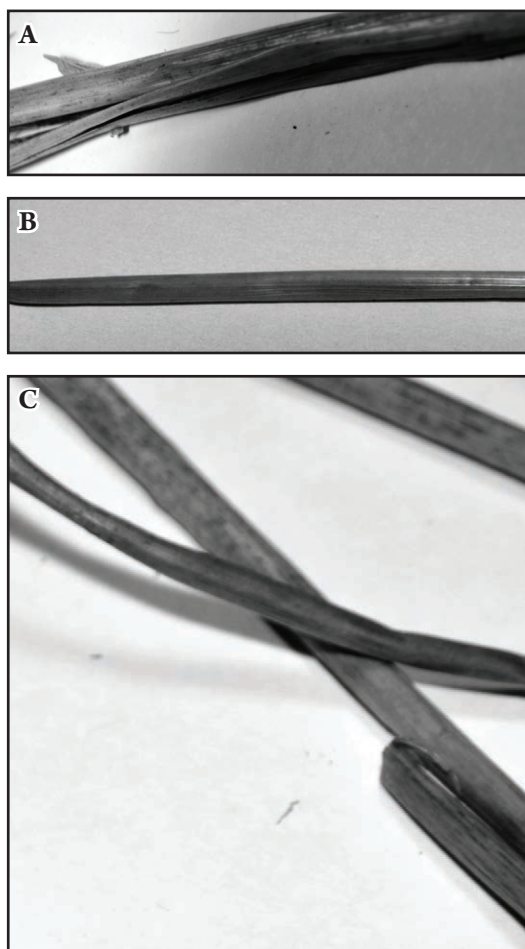


Fig. 2. The ears of winter wheat cultivar '*Polis 'ka 90*': A – control; B – infected by winter wheat leaf blotch; C – infected by winter wheat leaf blotch under oxalic acid treatment.

pathogen agent because it can stimulate the antioxidant defense system as it was shown in our previous investigation (ЖУК І ДМИТРИЄВ 2013) The average length of wheat leaves, height, and grain quantity were decreased under *Septoria tritici* blotch but treatment by oxalic acid increased these morphometric parameters. This fact suggests that oxalic acid has a good potential for practical application as an elicitor. The data obtained suggest that exogenous oxalic acid decreased the degree of leaf



**Fig. 2.** The leaves of winter wheat cultivar 'Polis'ka 90': **A** – control; **B** – infected by winter wheat leaf blotch; **C** – infected by winter wheat leaf blotch under oxalic acid treatment.

damage and increased last leaf length, as well as grain quantity.

### Conclusions

1. It is shown that oxalic acid is effective for decreasing growth and development of fungal pathogen *S. tritici* under field conditions and has a good potential for practical application as an elicitor.

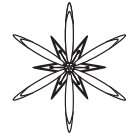
2. The treatment by oxalic acid decreases the infected square of flag leaves.

3. Oxalic acid reduces the development

of fungal mycorrhizae, and increases resistance to penetration of fungal hyphae into the grain tissues of *T. aestivum*.

### References

- БАБАЯНЦ А.Т., МЕШТЕРХАЗИ А., ВЕХТЕР Ф. и др. 1988.** Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах. СЭВ, Прага.
- ДМИТРИЕВ А.П., ГРОДЗИНСКИЙ Д.М., ПОЛИЩУК В.П. 2005.** Индуцирование системной устойчивости у растений биогенными индукторами. *Вісник Харківського націон. аграрного університету. Серія Біологія* 3: 24–36.
- ЖУК І.В., ЛІСОВА Г.М., ДОВГАЛЬ З.М., ДМИТРИЄВ О.П. 2013.** Вплив оксиду азоту та щавлевої кислоти на ураження рослин пшениці (*Triticum aestivum* L.) септоріозом. *Mod. Phytomorphol.* 4: 387–391.
- ЖУК І.В., ДМИТРИЄВ О.П. 2013.** Індукція захисних реакцій пшениці, інфікованої збудником септоріозу. *Фактори експериментальної еволюції організмів* 12: 219–223.
- ЗАХАРЕНКО В.А., ОВСЯНКИНА А.В., САНИН С.С. и др. 2003.** Карты распространения вредных организмов, патотипов, генов вирулентности возбудителей болезней, фитофагов, энтомопатогенов на территории Российской Федерации. Россельхозакадемия, Москва.
- ШАКИРОВА Ф.М. 2001.** Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Гилем, Уфа.
- CESSNA S.G., SEARS V.E., DICKMAN M.B., LOW P.S. 2000.** Oxalic acid, a pathogenicity factor for *Sclerotinia sclerotiorum* suppresses the oxidative burst of the host plant. *Plant Cell* 12: 2191–2199.
- DUMAS B., FREYSSINET C., PALLET K.E. 1995.** Tissue-specific expression of cermin-like oxalate oxidase during development and fungal infection of barley seedlings. *Plant Physiol.* 107: 1091–1096.
- FRANCESCHI V.R., NAKATA. P.A. 2005.** Calcium oxalate in plants: formation and function. *Annu. Rev. Plant Biol.* 56: 41–71.
- KAYASHIMA T., KATAYAMA T. 2002.** Oxalic acid is available as a natural antioxidant in some systems. *Biochem. Biophys. Acta* 1573: 1–3.
- LANE B.G. 2002.** Oxalate, germins, and higher-plant pathogens. *Life* 53: 67–75.
- TOAL E.S., JONES P.W. 1999.** Induction of systemic resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* by oxalic acid in oilseed rape. *Plant Pathol.* 48: 759–767.



## THE STEM STRUCTURE OF *TRITICUM AESTIVUM* L. UNDER DIFFERENT MINERAL NUTRITION

OLGA I. ZHUK

**Abstract.** The effect of supplying of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) plants by nitrogen, phosphorus and potassium on the main stem structure and plant productivity was studied for cultivars 'Mironivska 808' and 'Smuglyanka'. It was shown that increased mineral nutrition causes increasing stem and central xylem vessels diameter on average of 1 mm. Increased plant productivity was supported by increasing grains quantity per ear and mass of 1000 grains.

**Key words:** *Triticum aestivum*, winter wheat, internode, mineral nutrition

Institute of Plant Physiology and Genetics NAS of Ukraine, Vasylykivska str. 31/17, 03022 Kyiv, Ukraine; zhuk\_bas@voliacable.com

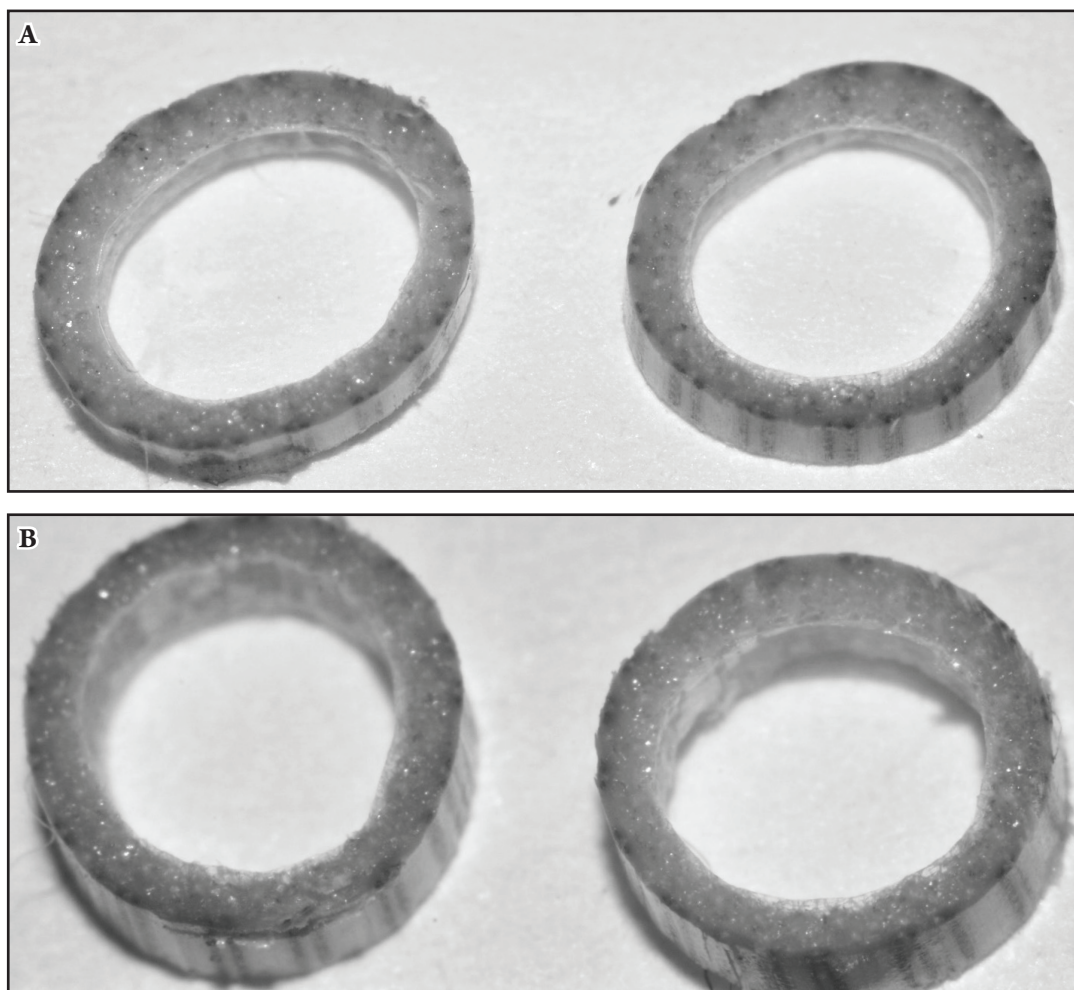
### Introduction

Productivity of wheat plants depends from plant mineral nutrients supplying, which significantly influences on growth and development of winter wheat plants (HUANG *et al.* 2007; MAKINO 2011). Spikelet and flowers formation, development and reduction are closely connected with the level of mineral nutrition of wheat plants (BANCAL 2009). Wheat grains are supplied by photoassimilates during their growth not only from leaves photosynthesis but also from stems stocks. The size of stem upper internodes depends from the content of carbohydrates assimilates stocks for ear during grain filling. Effective photosynthesis and carbohydrate reserve accumulation significantly influence on final yield of wheat. The quantity of carbohydrates preserved in wheat stems defines grain mass, especially in drought conditions resulting in early defoliation (ASSENG & HERWAARDEN 2007). Structure of wheat stem is well known, but the effect of mineral nutrition on stem parenchyma development remains uninvestigated. Despite the importance of stems structure it remains little studied (ZWENIECKI & HOLBROOK 2009). Our previous studies showed that basic mineral nutrients significantly effect on the growth of the third, and predominantly on the fourth and fifth internodes of winter wheat

plants (ZHUK 2013). Significant support of plant by mineral nutrition prolongates growth of internodes up to the milky ripeness phase. Under deficient nutrition the growth processes in the internodes complete only in earing-flowering phases. The aim of our work was to study the influence of mineral nutrition on stem tissue structure and winter wheat plants productivity.

### Material and methods

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars 'Mironivska 808' and 'Smuglyanka' were grown on mixture of soil and sand in pots with a capacity of 7.5 kg. Optimal plant mineral nutrition was  $N_{160}P_{160}K_{160}$ , deficit supply was  $N_{32}P_{32}K_{32}$ . During milky ripeness phase the part of the stem with segments of the fourth internodes was isolated. Internodes' segments were placed in fixing mixture of Brodsky (formalin:ethanol:acetic acid 3:1:0,5) for 24 h. Then mixture exchanged to 70% ethanol. Parts of stem internodes were removed from alcohol and were sliced by blade to 0.5-1 mm cross-sections, and then were photographed. On cross-sections the diameter of stem and central xylem vessels were measured. After maturing the internodes and ears length, quantity of grains in ear, and mass of 1000 grains were measured. Different stages of grain development



**Fig. 1.** Effect of mineral nutrition on stem development of wheat cultivar '*Mironivska 808*': **A** – deficient nutrition; **B** – optimal nutrition.

were studied. Results were statistically analyzed with ANOVA.

### Results and discussion

Optimal mineral nutrition increased the diameter of fourth internode in cultivar '*Mironivska 808*' (Fig. 1).

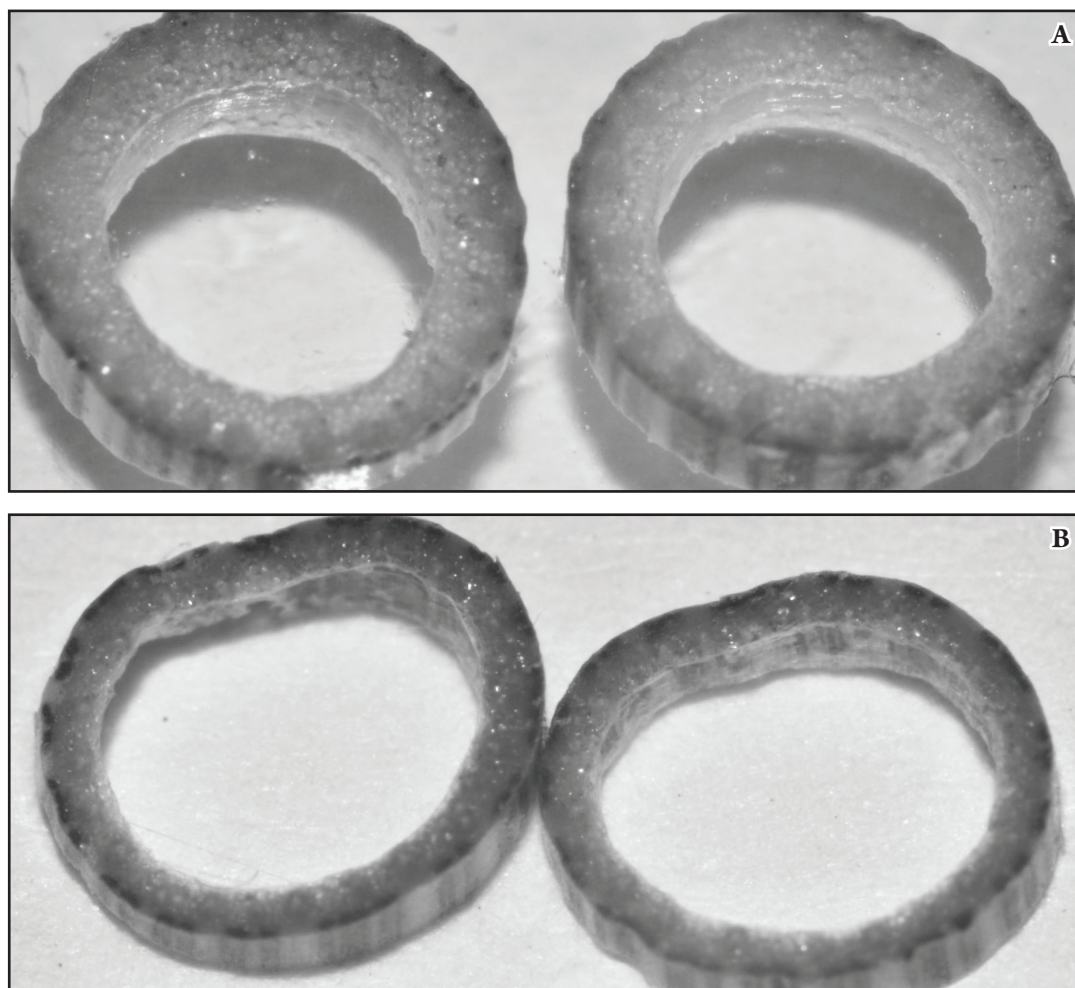
Simultaneously the diameter of the central xylem vessels was increased. The thickness of the stem parenchyma increased slightly. In cultivar '*Smuglyanka*' the deficit of mineral nutrients increased parenchyma tissue development, as well as reduced central xylem vessel diameter (Fig. 2).

Size of central xylem vessels and stem diameter increased under optimal mineral nutrition of cultivar '*Smuglyanka*'. The stem wall thickness slightly decreased but its length significantly increased.

Developing of winter wheat grains under optimal conditions is a series of stages that lead to endosperm and the germ formation (Fig. 3). Stopping grain development under deficit of mineral nutrition usually occurs on early stages. In these grains only small endosperm develops and germ do not develops at all. These undeveloped reduced grains are incapable for germination.

Measurements of plant growth in milky





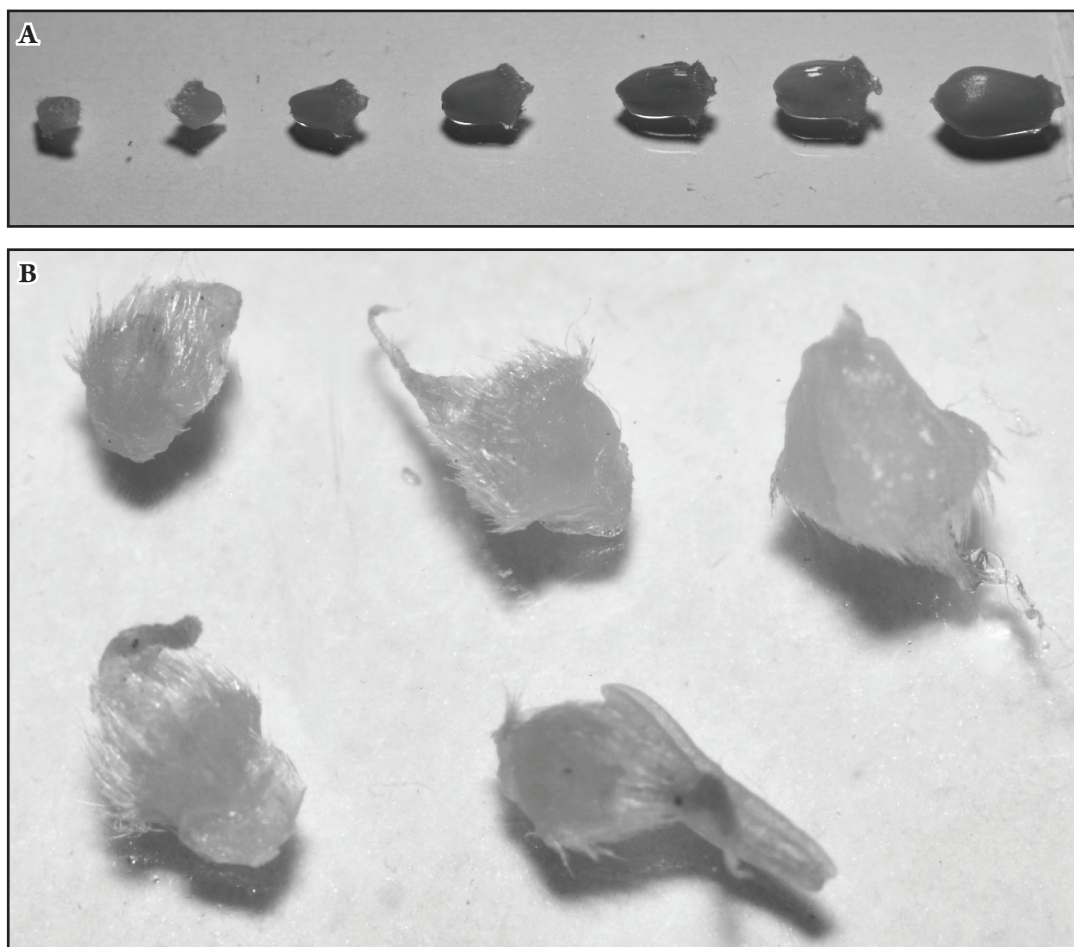
**Fig. 2.** Effect of mineral nutrition on stem development of wheat cultivar 'Smuglyanka': A – deficient nutrition; B – optimal nutrition.

ripeness phase showed increasing of fourth and fifth internodes length under optimal mineral nutrition of cultivars 'Mironivska 808' and 'Smuglyanca' (Fig. 4).

However, stem diameter increasing reaches approximately of 1 mm. Enhanced mineral nutrition results in increasing the central xylem vessels diameter, which supply and transport water and assimilates from the root (Fig. 5).

Cultivar 'Smuglyanca' showed better reaction on mineral nutrients in comparison with 'Mironivska 808' during the pot experiment. Investigation of stem structure of various plants showed that increasing supply of shoot by water and minerals leads to enhanced

development of vascular system, especially xylem vessels (ZWIENIECKI & HOLBROOK 2009). Parenchyma development is important for increasing carbohydrates reserves in the stem. But increasing stem thickness does not led to significant changes in features of parenchyma. Stem diameter increasing in cultivar 'Smuglyanca' was more significant than in 'Mironivska 808'. Optimal supply of reproductive organs by water, ions and metabolites in these cultivars of winter wheat increased formation and number of grains per ear, and, as a result, of 1000 grains mass (Tab. 1).



**Fig. 3.** The development of wheat grains: **A** – normal development; **B** – undeveloped wheat grains.

### Conclusions

It was ascertained that increasing supply of winter wheat plants of cultivars 'Mironivska 808' and 'Smuglyanca' by nitrogen, phosphorus and potassium during pot experiment stimulates growth of the fourth and fifth internodes, as well as increases stem and xylem vessels diameter. Changes in stem morphology are correlated with increasing plant productivity by increasing number of grains per ear and their mass.

### References

- ASSENG S., VAN HERWAARDEN A.F. 2007.** Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. *Plant Soil* **256**: 217–229.
- BANCAL P. 2009.** Early development and enlargement of wheat floret primordial suggest a role of partitioning within spike to grain set. *Field Crops Research* **110**: 44–53.
- HUANG M.-L., DENG X.P., ZHAO Y.-Z., ZHOU S.-L., INANAGA SH., YAMADA S., TANAKA K. 2007.** Water and nutrient use efficiency in diploid, tetraploid and hexaploid wheats. *J. Integr. Plant Biol.* **49** (5): 706–715.
- MAKINO A. 2011.** Photosynthesis, grain yield and nitrogen utilization in rice and wheat. *Plant Physiol.* **155**: 125–129.
- ZHUK O.I. 2013.** Growth of wheat internodes under different mineral nutrition conditions. *Mod. Phytomorphol.* **4**: 377–381.
- ZWIENIECKI M.N., HOLBROOK N.M. 2009.** Confronting Maxwells demon: biophysics of xylem embolism repair. *Trends Plant Sci.* **14** (10): 530–536.

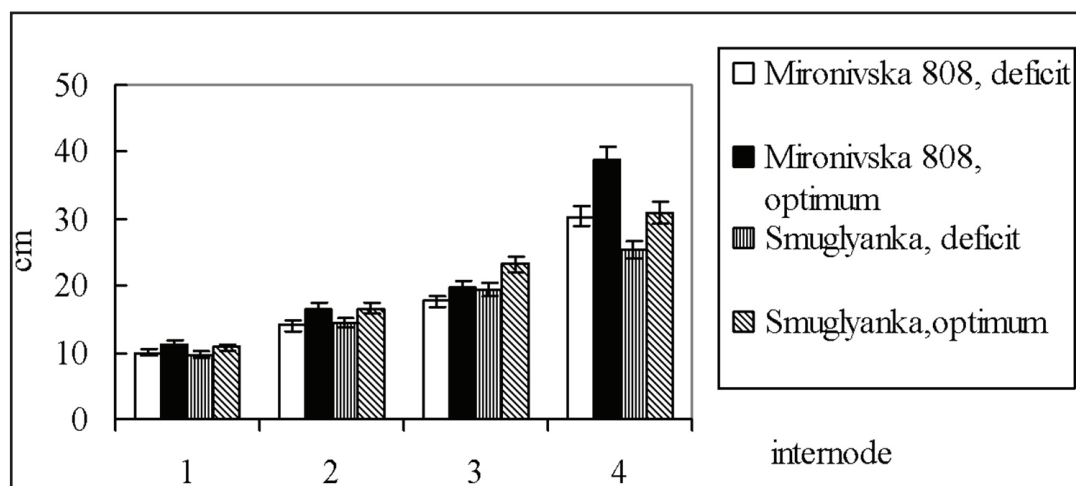


Fig. 4. Effect of different mineral nutrition on internodes size: 1-4 – number of internodes.

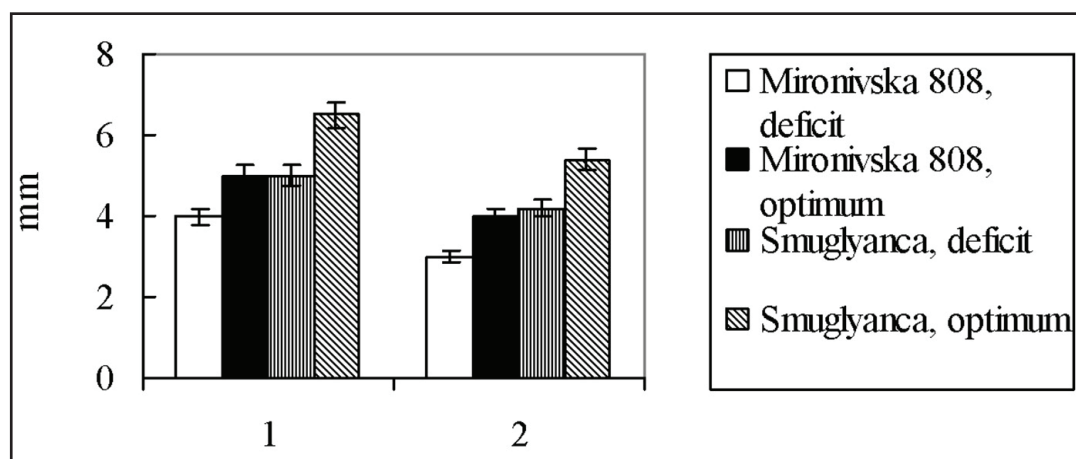
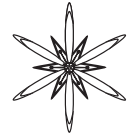


Fig. 5. Effect of different mineral nutrition on the stem diameter (1) and diameter of xylem vessels (2).

Table 1. Effect of mineral nutrition on wheat yielding.

Cultivar, variant	Length of ear, cm	Quantity of spikelets in ear	Quantity of grains in ear	1000 grains mass, g
'Mironivska 808', N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub>	7,2±0,7	13±1	29±2	34,71±0,5
'Smuglyanca', N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub>	6,9±0,5	14±1	34±3	35,4±0,4
'Mironivska 808', N <sub>160</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>	7,5±0,4	14±1	35±3	38,8±0,5
'Smuglyanca', N <sub>160</sub> P <sub>160</sub> K <sub>160</sub>	7,6±0,7	15±1	43±3	40,5±0,6





## GENETICALLY ENGINEERED RICE. THE SOURCE OF $\beta$ -CAROTENE

KAROL TERLECKI <sup>1</sup>, PAULINA CHWIL <sup>1</sup>, JAN SOBSTYL <sup>1</sup>, PAULINA SOBSTYL <sup>1</sup>, LIDIA KOTUŁA <sup>2</sup>,  
JANUSZ KOCKI <sup>2</sup>

**Key words:** VAD, Genetically Modified Food,  $\beta$ -carotene, genetically engineered rice, vitamin A deficiency

*Medical University of Lublin, <sup>1</sup> Clinical Genetics Scientific Circle, <sup>2</sup> Department of Clinical Genetics, Raclawickie str. 1, 20-059 Lublin, Poland*

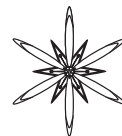
$\beta$ -carotene is a precursor of vitamin A. It is converted to vitamin A in the humans intestine by the  $\beta$ -carotene-15,15'-monooxygenase. Vitamin A is essential to support vision, as an antioxidant it protects the body from free radicals, it helps to integrate the immune system, as well as takes part in cellular differentiation and proliferation. Vitamin A deficiency is a major public health problem especially among developing countries. Nyctalopia, commonly known as „Night Blindness” is one of the major symptoms of Vitamin A deficiency (VAD). Plants such as apricots, broccoli, carrots, and sweet potatoes are rich in  $\beta$ -carotene. Some of the plants are characterized by a higher content of provitamin-A. Among vegetables rich sources of  $\beta$ -carotene are: carrots, pumpkin, spinach, lettuce, green peas, tomatoes, watercress, broccoli and parsley leaves. Amongst fruits

the highest content of  $\beta$ -carotene is in apricot, cherry, sweet cherry, plum, orange and mango.

The aim of the present study was to analyze available literature data of increasing the content of  $\beta$ -carotene in genetically engineered rice. The genetically modified cultivar contains additional genes: PSY and CRTI thanks to which rice seed endosperm contains  $\beta$ -carotene. Genetically engineered rice with  $\beta$ -carotene is an effective source of vitamin A, it contains approximately 30  $\mu\text{g}$   $\beta$ -carotene per 1 g.

Fortunately some of the advantages of Genetically Modified Food give an opportunity to reduce VAD worldwide, by introducing the rice which has been genetically engineered to be rich in  $\beta$ -carotene. The popularity of this plant as an element of nutrition is simultaneously a source of vitamin A.





## CRATAEGUS MONOGYNA JACQ. AND C. OXYACANTHA L. MEDICAL APPLICATIONS OF QUERCETIN

PAULINA CHWIL<sup>1\*</sup>, KAROL TERLECKI<sup>1</sup>, JAN SOBSTYL<sup>1</sup>, PAULINA SOBSTYL<sup>1</sup>, LIDIA KOTUŁA<sup>2</sup>,  
JANUSZ KOCKI<sup>2</sup>

**Key words:** *Crataegus*, *Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*, quercetin, medical applications

Medical University of Lublin,<sup>1</sup> Clinical Genetics Scientific Circle,<sup>2</sup> Department of Clinical Genetics, Raclawickie str. 1, 20-059 Lublin, Poland; \* paulina.chwil@gmail.com

The genus *Crataegus* L. is one of the most numerous genus in the plants' world, including more than 1200 species. The most common is hawthorn monogyna (*C. monogyna* Jacq.). The specie is native to Europe, northern Africa and Southwestern Asia. It is common for polish flora. *C. oxyacantha* L. (syn. *C. laevigata* (Poir.) DC.) is rare to Poland, mostly found among the Vistula valley and the San valley.

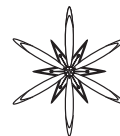
The aim of the present study was the analysis of the impact of quercetin on humans organisms, contained in the flowers of two species of *Crataegus*, as well as its medical applications.

Flowers of mentioned species contain quercetin. Quercetin, is a plant-derived flavonoid, which with its anti-inflammatory and antioxidant properties has many medical

applications. It has been effectively used against a wide variety of diseases and therapies. Due to its protective mechanisms it induces cardioprotection against doxorubicin, which is commonly used to treat neoplasms. Moreover quercetin inhibits the cytochrome P-450 – the subfamily of CYP1A enzymes involved in the activation of many carcinogens, such as polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic amines. The antimicrobial and antiinflammatory properties of quercetin were evaluated positively against *Helicobacter pylori*, as well as against viral proliferation (*Polio*, *Herpes simplex*). More than that, the substance was found to be antiallergenic by inhibition of inflammatory activity of mast cells and basophiles.







## MELISSA OFFICINALIS L. EXTRACT – AN EFFECTIVE REMEDY

PAULINA CHWIL<sup>1\*</sup>, KAROL TERLECKI<sup>1</sup>, JAN SOBSTYL<sup>1</sup>, PAULINA SOBSTYL<sup>1</sup>, LIDIA KOTUŁA<sup>2</sup>,  
JANUSZ KOCKI<sup>2</sup>

**Key words:** *Melissa officinalis*, lemon balm extract, medical application, rosmarinic acid, antiviral activity

Medical University of Lublin, <sup>1</sup> Clinical Genetics Scientific Circle, <sup>2</sup> Department of Clinical Genetics, Raclawickie str. 1, 20-059 Lublin, Poland; \* paulina.chwil@gmail.com

Lemon balm is the popular name of *Melissa officinalis* L. *Melissa* comes from the Greek word *Mélissa* meaning honeybee. Within the species were distinguished three subspecies: *M. officinalis* ssp. *altissima* Arcangeli, *M. officinalis* ssp. *officinalis*, and *M. officinalis* ssp. *indora* Boran. These are the plants from Lamiaceae group, native to the Mediterranean, but also widespread distributed in moderate and subtropical climate regions.

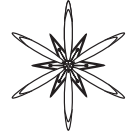
*M. officinalis* is commonly used for nervous complaints, lower abdominal disorders and more recently in the treatment of Herpes simplex lesions. Leaves are pharmacopeia material. In the fresh herb a content of balm oil is 0.01-0.10% and in the dried leaves from 0.1% up to 0.3%. The main components of *M. officinalis* usually are: citronellal (approximately 40% of content of balm oil), citral, neral, linalool, flavonoids, chlorogenic, ferulic, rosmarinic (4% of content of balm oil) and caffeic acid.

The aim of the study was to analyze the literature date about the application of balm extract and oil in the contemporary medicine. The latest studies showed the evidence that the alcoholic lemon balm leaves extract has

antihyperlipidemic and antihyperglycemic effects. Thus could be used for the treatment of diabetes mellitus type 2 or dyslipidemia by the activation of receptors PPAR playing the major role in glucose and lipids metabolism. Another importance of the lemon balm leaves extract is its antiviral activity, owes to rosmarinic acid. *Melissa* extract demonstrates high virucidal activity even at very low concentrations; it demonstrates low toxicity and inhibits HSV-1 attachment to host cells *in vitro*. The volatile oils included in lemon balm inhibit the replication of HSV-2. Moreover, the rosmarinic acid found out to be cytotoxic against Human Colon Cancer Cell Line. The substance contained in an alcoholic extract from *M. officinalis* turned out to be anti-proliferative and decrease in cell number neoplastic cell population.

For all these reasons, lemon balm is a natural herbal and effective remedy to heal disease units. Although lemon balm has traditionally been used due to its effects on nervous system, it might be suitable for widespread application in modern medicine giving the chance to exploit the natural potentials of herbs.





## APPLICATION OF MEDICAL CANNABIS IN PATIENTS WITH THE NEURODEGENERATION DISORDERS

LIDIA KOTUŁA, PAULINA SOBSTYL, JAN SOBSTYL, PAULINA CHWIL, KAROL TERLECKI, JOLANTA KARWAT, PAULINA GIL-KULIK, ALICJA NIEDOJADŁO, JANUSZ KOCKI

**Key words:** *Cannabis sativa*, medical cannabis, neurodegeneration, immunomodulator, cannabinoid receptors

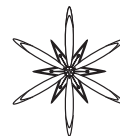
Department of Clinical Genetics, Medical University of Lublin, Radziwiłłowska str. 11, 20-080 Lublin, Poland

Medical cannabis is the dried flowers of the female *Cannabis sativa* L. plant. Cannabis contains a number of active elements, including dronabinol (THC) and cannabidiol (CBD). Dronabinol is usually the main ingredient. The body's own cannabinoid system has been identified. The discovery of this system, which comprises endocannabinoids and receptors, confirmed that cannabis has a positive effect on certain illnesses and conditions. Two types of cannabinoid receptors have been identified: CB1 and CB2 receptors. The first type CB1 is

mostly found in the central nervous system, modulate pain. It also has an anti-emetic effect, and has influence on the memory and the motor system. The second type of receptors CB2 is peripheral, and it is primarily found in immune system cells and it is responsible for the immunomodulatory effects of cannabinoids.

Medical cannabis can help in cases of the neurodegeneration disorders, for example Parkinson's disease, Huntington's Disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis. Patients generally tolerate medical cannabis well.





## COMPARISON OF ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF LEAVES AND FLOWERS OF CRATAEGUS AND SOME SPECIES OF ROSACEAE FAMILY

V.A. KIRYANOVA<sup>1</sup> & E.U. BABAIEVA<sup>2</sup>

**Abstract.** The present work shows the results of microscopy of *Crataegus sanguinea* Pall. leaves with flowers (Crataegi flores cum folia), which is considered as a perspective form of medicinal raw material, and the hypothetical plant adulterants – *Amelanchier ovalis* Medik., *Prunus* subgen. *Cerasus* (Mill.) A. Gray, *Pyrus communis* L., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott (Rosaceae). Parts of leaves and flowers of stated plants were subjected to anatomical investigation and comparative studies. Microscopical characteristics of leaves and flowers, which make possible to distinguish *Crataegus* from other species, were detected. The obtained data can be applied for the development of pharmacopoeial article “Crataegi Flores cum folia” for the XII edition of the Russian State Pharmacopoeia.

**Key words:** *Crataegus*, leaves with flowers, identity, microscopy, trichomes, glandules, authenticity

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Lomonosovsky Prospekt 31-5, 117192 Moscow, Russia; valentina-kirjanva@rambler.ru

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Michlucho-Maklaya str. 8/2, 117198 Moscow, Russia; babaevaelena@mail.ru

### Introduction

Preparations produced from medicinal raw material of *Crataegus* are widely used in Russian and foreign cardiology practice (RSP 1990). Flowers and berries are permitted to medicinal usage and drug production according to the Russian State Pharmacopoeia XI (further – RSP XI) (RSP 1990). We have observed that the Russian manufacturers produce crude drug named “Flowers Crataegi”, which is represented as a mixture of flowers with leaves. This form of raw material is concerned as substandard from the point of the RSP XI, but in many foreign countries this type of material is approved by regulatory documentation (BP 2009).

The aim of the work is a comparison of anatomical structure and identification of distinctive features of *Crataegus* leaf and flower and some representatives of the Rosaceae family.

### Material and methods

Dried flowers and leaves of *Crataegus sanguinea* Pall., *Amelanchier ovalis* Medik., *Prunus* subgen. *Cerasus* (Mill.) A. Gray (*Prunus vulgaris* (Mill.) Schur), *Pyrus communis* L.,

*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott were collected and prepared in Moscow region during mass-flowering period in May 2013. Micropreparations were prepared and analyzed according to the requirements of common article of the RSP XI (RSP 1990) under binocular microscope LOMO Micmed-1 with the binocular AY-12 1,5× (ocular 10×, lenses 8×, 10×, 20×, 40×), binocular LOMO MCP-1.

### Results and discussion

#### Petals

Epidermal cells of the *C. sanguinea* and other observed plants are polygonal and sinuous papillose cells. Some cells occur with thick sides.

An absence of trichomes on epidermis is a characteristic feature of the *C. sanguinea* petal. Unicellular trichomes on the margin and long waving unicellular fuzzes were found on central epidermis of *A. ovalis*. Unicellular thickwalled trichomes were detected on a central epidermis of *A. melanocarpa*. Vascular system of *A. melanocarpa* petals is associated with insertions with a reddish content. At the bottom of the *P. communis* petal single unicellular trichomes were disclosed.

Single druses of calcium oxalate in petal mesophyll were noticed as a character of *A. ovalis*.

### Sepals

All samples of sepals have anomocytic type of stomatal apparatus. Long thin unicellular tapering trichomes surrounded by a rosette of 5 cells on lower epidermis of *C. sanguinea*. The sepal of *A. ovalis* and *A. melanocarpa* are densely pubescent with smooth thick unicellular hairs. Lower epidermis of *P. communis* sepals abundantly covered with simple smooth unicellular trichomes with reddish content.

There are large multicellular sedentary glandules with brown insertions on the margin of *C. sanguinea* sepal. Mesophyll of *A. ovalis* sepal contains vessels with brownish fluid. Groups of large glandules with multicellular head and multicellular stalk with reddish content occur on the margin of *P. communis* sepal. Large multicellular spherical glandules occur in sepal margin of *A. melanocarpa*.

Clusters of calcium oxalate are represented as druses and prismatic crystals associated with veins in *C. sanguinea*. There are numerous amounts of druses in mesophyll of *A. ovalis* and *Prunus* subgen. *Cerasus* sepals. Druses in *A. ovalis* were also situated nearby large veins. Mesophyll of *P. communis* contains clusters of prismatic crystals of calcium oxalate.

### Leaf blades

The leaves of observed species are found to have anomocytic type of stomatal apparatus and long striations of cuticle. Upper epidermis of *C. sanguinea* leaf blade consists of polygonal cells, and thick-walled tapering unicellular trichomes surrounded with rosette of 6-8 epidermal cells were seen close to veins. The margin and the lower epidermis of leaf blade are abundantly covered by long tapering unicellular hairs. The basement of the trichomes extend slightly above the level of the epidermis.

On the lower epidermis of *A. ovalis* leaf long single thick unicellular trichomes were detected. The leaf basement is more pubescent than the margin. *A. melanocarpa* is covered

by short straight thick-walled hairs with brownish insertions on the lower epidermis. The margin of leaf is covered by long unicellular curved trichomes. *Prunus* subgen. *Cerasus* and *P. communis* leaves are covered with long unicellular trichomes on the lower epidermis.

Leaf blades of *C. sanguinea*, *A. melanocarpa* and *A. ovalis* contain brownish fluid in mesophyll associated with veins.

On the top of *A. ovalis* leaves large multicellular glandules were found. Multicellular sessile glandules are situated on denticles of *A. melanocarpa* leaf margin. Groups of glandules appear on margin of *P. communis* leaf.

The margin of *Prunus* subgen. *Cerasus* leaf is found to have red sedentary spherical glandules with multicellular head.

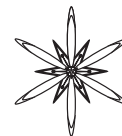
Calcium oxalate occurs as clusters of druses and prismatic crystals in *C. sanguinea* mesophyll. *A. ovalis*, *A. melanocarpa* and *Prunus* subgen. *Cerasus* contain only druses. Druses of *A. melanocarpa* leaf appear in sporadical manner, while druses of *Prunus* subgen. *Cerasus* form large clusters in mesophyll. Druses of *A. ovalis* are associated with veins. Numerous clusters of druses and prismatic crystals were found in mesophyll of *P. communis*.

### Conclusions

Diagnostic anatomical characteristics of flowers and leaves of *Crataegus* and the hypothetical plant adulterants were detected. The pubescence character, the form, the size of trichomes and glandules and the form of calcium oxalate crystals are the principal features, which make possible to distinguish these species.

### References

- RSP 1990.** The Russian State Pharmacopoeia **XI. Vol. 2.** Medicine, Moscow.  
**BP 2009.** British Pharmacopoeia. British Pharmacopoeia Commission, London.



## PHARMACOGNOSTICAL STUDY OF ACHENES OF SOME PLANTS FROM ASTERACEAE FAMILY

Y.O. BYCHKOVA<sup>1\*</sup>, H.Y. BABAeva<sup>1\*\*</sup>, A.G. DEVIATOV<sup>2</sup>

**Abstract.** In the present paper are represented morphological studies on determination of weight of 1000 achenes, and sieve analysis of fruits of some plants from Asteraceae family (*Arctium lappa* L., *Leuzea carthamoides* (Willd.) D.C., *Inula helenium* L., *Echinacea purpurea* Moench., *Calendula officinalis* L.). Lipid, alcohol-soluble and water-soluble complexes in fruits of *C. officinalis* were studied.

**Key words:** Asteraceae, morphology, sieve analysis, weight, achenes, lipid complex

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Michlucho-Maklaya str. 8/2, 117198 Moscow, Russia; \* ylia-bechkova@yandex.ru, \*\* babaevaelena@mail.ru

<sup>2</sup> Moscow State University, Leninskie Gory 1/12, 119991 Moscow, Russia; adeviatov@mail.ru

### Introduction

Many plants from Asteraceae family are the source for various kinds of medicinal raw material, of which produce substances for drugs. These plants are cultivated increasingly to obtain the required number of high quality medicinal raw material in the Russian Federation. Some of them are not found in the flora of Russia, harvesting of other plants in the wild do not deliver the required number of medicinal raw material corresponding to regulatory documentation. Plants from the Asteraceae family propagate, excepting *Arnica foliosa* Nutt., sowing achenes.

The formation of the insurance fund of seed sown is the integral part of agricultural technology of cultivation in the event of death (adverse weather conditions, the mass death of seedlings from pests, etc.). However, quite often this fund remains unclaimed. It is known that Asteraceae fruits reserve nutrient such as fatty oils. Therefore, unclaimed achenes could be a source of receipt, medicinal raw material. For some plants, this oils are obtained and studied (Sylibi mariani achenes – drug “Natusil”). However, for the remaining Asteraceae fruits this work was not carried out, or it just begun (DEMIN 2010; VANDISHEV *et al.* 2009).

The aim of work is to study the outward

signs of some Asteraceae fruits as medicinal raw material, 1000 pieces mass determination, holding a sieve analysis, as well as the study of its lipid complex.

### Material and methods

Achenes of *Arctium lappa* L., *Leuzea carthamoides* (Willd.) DC., *Inula helenium* L., *Echinacea purpurea* Moench. and *Calendula officinalis* L. have been studied. During these investigations binocular LOMO MCP-1, metal sieve ( $\varnothing 200 \pm 2$  mm) with lid and tray, chloroform, and 95% ethanol were applied.

### Results and discussion

We supplemented and corrected morphological description of some Asteraceae achenes compared to State Standart P 51096-97. For example, the pappus on the top of achenes is interpreted as a stamen filaments, whereas this residue of cup. We spent a sieve analysis of some Asteraceae achenes. Achenes of *A. lappa* passed through a sieve with a hole diameter of 5.0 mm – 56.2%, of which have passed through a sieve with a hole diameter of 3.0 mm – 54.0%, and 2.0 mm – 31.9%. Other fruit size is between 5 and 7 mm.

Sieve analysis of *L. carthamoides* achenes

showed that they are fairly uniform in size. Fruits that have passed through a sieve with hole diameter of 3 mm was 8.77%, the other is in the range between 3 and 5 mm. Sieve analysis of *I. helenium* achenes showed that almost all of them pass through a sieve with hole diameter of 2.0 mm (99.79%). Sieve with a hole diameter of 1.0 mm skips 97.18% and 0.8 mm – 76.47% achenes. Sieve analysis of *E. purpurea* achenes showed that 96.1% achenes passed through a sieve with hole diameter of 3.0 mm, 56.8% – through a sieve with hole diameter of 2.0 mm, the other fruits were in the range between 2 and 1 mm.

Fruits of *C. officinalis* are characterized by heterocarpy. Present achenes have varying degree of arcuate (sickle-shaped, arched, curved, hook) with spikes or wing-like outgrowths. Sickle achenes up to 3 cm, arched – up to 1.8 cm, hook-like – up to 1 cm. Spikes are outgrowths of the middle part exokarp. They are located on the convex side of the fetus in two rows along its dorsal part. There are sickle fruits without spines, which have on the sides of the dorsal wing-like outgrowths of exocarpium. Ventral side of fruit is pubescent. Sieve analysis of *C. officinalis* fruits: 77.92% of achenes passed through a sieve with hole diameter of 7.0 mm, 44.63% – through the 5.0 mm, 2.73% – through the 3.0 mm.

Weight of 1000 achenes is: *A. lappa*  $9,5 \pm 0,3$  g, *L. carthamoides*  $14,8 \pm 3,0$  g, *I. helenium*  $2,0 \pm 0,2$  g, *E. purpurea*  $3,6 \pm 0,03$  g, *C. officinalis*  $20.5 \pm 2,1$  g.

We have obtained lipid complex from *C. officinalis* achenes. The dry residual was 14%, ethanol-soluble complex (95%) represents 1.8% and water-soluble complex – 1.1%.

### Conclusions

The external features of the fruits of some representatives from Asteraceae family (*A. lappa*, *L. carthamoides*, *I. helenium*, *E. purpurea*, *C. officinalis*) were described or clarified. They were analysed in the view of using as possible medicinal raw material – source of fatty oils. Sieve analysis was carried out to determine the mass of 1000 achenes. Lipid, ethanol and water complexes were obtained.

### References

- DEMİN M.S.** 2010. Development of technology for the study of the composition and lipophilic metabolites of *Calendula officinalis* L. and *Echinacea purpurea* L. Thesis for the degree of Candidate of Pharmaceutical Sciences. Moscow. (In Russian)
- VANDYSHEV V.V., BABAeva H.Y., DROZDOVSKAYA G.G.** 2009. Triacylglycerols lipid fraction of two types of fruit plants from the genus *Echinacea*. *Chem. Pharmaceut. J.* **43** (3): 32–34. (In Russian)





УДК 581.4

## МОРФОЛОГИЯ МИКРОСТРОБИЛОВ ПОДРОДА *SABINA* РОДА *JUNIPERUS*

ЕЛЕНА В. АНТОНОВА

**Аннотация.** Морфолого-анатомические исследования мужских стробиллов можжевельников проведены на свежем материале. Рассмотрены изменения окраски спорангиев, процесс пыления. Установлено, что количество микроспорангиев зависит от расположения микроспорофиллов в стробиле.

**Ключевые слова:** *Juniperus*, *Sabina*, микростробил, микроспорофилл, микроспорангий, пыление

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М.Машерова», Московский пр-т, 33, г. Витебск, 210038, Беларусь; AntonovaEV\_botany@mail.ru

### Введение

Важный этап в жизни растительного организма – это генеративное развитие. Именно поэтому биология репродуктивных органов всегда привлекает внимание исследователей. По-прежнему актуальны слова К. Линнея: «Природа наиболее удивительна в малом».

### Материалы и методы исследований

В качестве объектов были выбраны виды *Juniperus* L. подрода *Sabina* (Spach) Gaussen: *J. sabina* L., *J. virginiana* L., *J. chinensis* L. Морфолого-анатомические исследования микростробиллов можжевельников проводили на свежем материале при помощи микроскопа МБС-2, увеличение  $\times 56$ . Образцы брали через 2-3 дня, в период пыления – ежедневно. Окраску составных компонентов микростробиллов описывали по шкале цветов (БОНДАРЦЕВ 1954).

### Результаты и их обсуждение

Основные процессы по заложению и развитию генеративной сферы происходят в год, предшествующий пылению. Зачатки мужских стробиллов по цвету трудно отличимы от побегов, только у *J. virginiana* чуть светлее других побегов

© The Author(s), 2014

(Антонова 1993). В зимний покой растения уходят с уже сформированными микростробилами. Поэтому в конце марта отмечается набухание генеративных почек, а в апреле происходит пыление. Фаза пыления раньше определяется у видов подрода *Sabina*.

Микроспорофиллы округлой формы. Цвет микроспорофиллов: бледно-бурый, по краю – коричневый (*J. sabina*, *J. chinensis*); полностью коричневый (*J. virginiana*). Наружная и внутренняя поверхности спорофилла блестящие у *J. sabina*, *J. virginiana*; с небольшим восковым налетом – у *J. chinensis*. По структуре поверхностей спорофилл схож с чешуевидной хвоей. Между наружной и внутренней сторонами спорофилла имеется небольшая воздухоносная полость. Края спорофилла тонкие, пленчатые. Благодаря такой «каемке» микроспорофиллы плотно налегают друг на друга, надежно закрывая спорангии. Посередине выпуклой наружной стороны микроспорофилла *J. virginiana* имеется небольшая вмятина. Верхний край микроспорофилла попадает как раз в эту ямочку вышележащего спорофилла. Спорофилл соединяется с осью стробила при помощи полой внутри ножки. С нижней стороны ножки плотно друг к другу и за счет этого немного сплюснутые с боков располагаются 3-4 округлых сидячих микроспорангия. Прикрепляются спорангии на изгибе внутренней поверхности

спорофилла в ножку (*J. virginiana*) или чуть ниже (*J. sabina*, *J. chinensis*). Окраска спорангия пепельно-серого цвета, в месте прикрепления – немного с желтизной. К моменту пыления спорангии золотисто-желтого цвета. Микроспорангиев больше на микроспорофиллах, расположенных в основании стробила. В результате роста оси стробила ножка спорофиллов располагается не перпендикулярно, а наклонно вниз к оси стробила.

Микроспорофиллы раздвигаются. Щель на спорангиях образуется продольно, раскрывается к оси стробила. Позже других расхождение микроспорофиллов наблюдается у *J. chinensis*. Воздушные потоки свободно проходят через крону над и под микроспорофиллами, что способствует колебательному, при дуновении ветра, освобождению и эффективному распространению пыльцы. Пыльца начинает высыпаться из спорангиев в основании стробила и с освещенной солнцем стороны. Верхние микроспорофиллы в последнюю очередь освобождаются от пыльцы. Микростробилы становятся темно-коричневыми. Ось и микроспорофиллы засыхают.

После опадения микростробила боковой побег *J. chinensis* желтеет, засыхает, опадает, т.е. элиминируется. У *J. sabina* и *J. virginiana* боковой побег после опадения микростробила возобновляет рост. Происходит это следующим образом. В начале июня на боковом побеге, несущим микростробил, обнаруживается очень маленькая, покрытая двумя зелеными чешуями, яйцевидной формы почечка. По мере роста почки стробил отклоняется в сторону. Ось микростробила в месте прикрепления к побегу становится твердой. При порывах ветра высохший, расположенный наклонно к побегу микростробил легко отрывается и опадает. Функция мужских растений в половом возобновлении заканчивается опылением.

#### Цитируемые источники

- Антонова Е.В. 1993.** Развитие стробил и процесс опыления у можжевельников в Беларуси. *Известия Академии Наук Беларуси. Серия биологических наук* 3: 12–16.
- Бондарцев А.С. 1954.** Шкала цветов (Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях). Изд-во АН СССР, Москва – Ленинград.

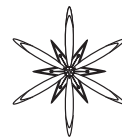
### MICROSTROBILES MORPHOLOGY IN *JUNIPERUS* SUBGEN. *SABINA*

ELENA ANTONOVA

**Abstract.** Morphological and anatomical investigations on male strobiles of *Juniperus* subgen. *Sabina* were carried out using of fresh material. Changes and varieties in coloration of microsporangia, as well as anthesis were studied. It was ascertained that number of microsporangia correlates with the position of sporophylls in strobile.

**Key words:** *Juniperus*, *Sabina*, microstrobile, microsporophyll, microsporangium, anthesis

Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M.Masherov», Moskovsky pr-t 33, 210038 Vitebsk, Belarus; AntonovaEV\_botany@mail.ru



## МОРФОЛОГИЯ ПЫЛЬЦЫ ВИДОВ РОДА *MALUS* MILL.

ИРИНА Н. ДЬЯКОВА

**Аннотация.** Проведено исследование морфологии пыльцы некоторых видов рода *Malus* Mill. (Rosaceae). Все виды характеризуются трехбороздной пыльцой, но различны по размеру и окраске.

**Ключевые слова:** *Malus*, Rosaceae, морфология пыльцы

Майкопский государственный технологический университет, ул. Индивидуальная, 2, г. Майкоп, 385007, Республика Адыгея, Российская Федерация; [djakova\\_irina@rambler.ru](mailto:djakova_irina@rambler.ru)

### Введение

Род *Malus* Mill. принадлежит к семейству розоцветных, подсемейства Maloideae. Изучением видов яблонь занимались многие ученые во всем мире. Название рода было предложено Tournefort, затем Линней объединил яблоню, грушу и сливу в один род *Pyrus*, а Miller восстановил самостоятельность рода яблонь. С изучением и описанием новых форм и видов род пополнялся новыми таксонами. Начало изучению видового состава яблонь России положили Паласс, Ледабур, Пашкевич, огромную работу провел Лангенфельд (Пономаренко 1993).

Большая коллекция видов рода *Malus* имеется в Ботаническом саду Польской академии наук (Варшава) (Dziubiak 2004), в Ботаническом саду МГУ (Москва, Россия), в Ботаническом саду Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия), на Майкопской опытной станции ВИР, (Республика Адыгея, Россия).

В работе NAZERI JONEGHANI (2008) рассмотрена морфология пыльцы 19 видов рода *Malus* взятых из гербария Всемирного музея в Ливерпуле (Великобритания), представлены фотографии и приведены размеры пыльцевых зерен. Автор делает вывод, что средний размер пыльцевых зерен показывает значительные различия между видами, структура экзины также не одинакова.

Изучением морфологии пыльцевых

зерен видов рода *Malus* занимались Li Xiao-lei с соавторами (Li *et al.* 2008), они обследовали семнадцать видов и двадцать пять культиваров рода *Malus* из Пекинского ботанического сада, и объединили их в группы методом кластерного анализа по схожести строения экзины. Так же авторы отмечают, что значения отношения полярной оси к экваториальной оси (P/E) могут быть использованы в качестве важного показателя идентификации мутантных видов и анализа общих черт и характеристики представителей *Malus*.

Целью нашего исследования являлось уточнение и дополнение сведений по морфологии пыльцы видов рода *Malus*.

### Материалы и методы исследований

Исследовательская работа проводилась в Ботаническом саду Адыгейского государственного университета расположенного в окрестностях хутора Красный мост Тульского района Республики Адыгея. Район расположен в 18 км от г. Майкопа в лесостепном поясе Кубанского варианта поясности на холмистой предгорной равнине (238 м н.у.м.), к юго-востоку от Мелового хребта Кавказских гор. Координаты 44°20' с.ш. и 38°42' в.д.

Объектами исследования являлись следующие виды *Malus*: *M. baccata* (L.) Borkh., *M. sylvestris* Mill., *M. orientalis* Uglitzk., *M. cerasifera* Spach, *M. xpurpurea* (Barbier et

**Табл. 1** Морфологические признаки пыльцевых зерен видов *Malus*.**Table 1.** Morphological features of pollen grains of *Malus* species.

№	Название	Длина полярной оси, $\mu\text{m}$ (P)		Экваториальный диаметр, $\mu\text{m}$ (E)		Отношение P/E
		$\bar{X} \pm S_x$	min-max	$\bar{X} \pm S_x$	min-max	
1	<i>M. sieboldii</i> cv. 'Спарман'	50,3 $\pm$ 1,0	47,9-52,8	26,0 $\pm$ 0,8	24,4-28,5	1,9 $\pm$ 0,0
2	<i>M. xpurpurea</i>	39,0 $\pm$ 1,7	34,7-43,3	29,7 $\pm$ 0,7	28,0-31,6	1,3 $\pm$ 0,1
3	<i>M. xscheideckeri</i>	35,6 $\pm$ 1,6	28,9-42,2	25,3 $\pm$ 0,7	22,5-28,2	1,4 $\pm$ 0,1
4	<i>M. sylvestris</i>	44,8 $\pm$ 1,1	42,0-47,5	24,3 $\pm$ 1,3	20,9-27,7	1,9 $\pm$ 0,1
5	<i>M. orientalis</i>	40,0 $\pm$ 2,0	31,2-48,8	24,2 $\pm$ 1,2	19,2-29,3	1,7 $\pm$ 0,1
6	<i>M. baccata</i>	37,1 $\pm$ 1,5	30,8-43,4	18,7 $\pm$ 1,0	14,3-23,3	2,0 $\pm$ 0,2
7	<i>M. cerasifera</i>	40,4 $\pm$ 0,8	39,5-41,4	17,2 $\pm$ 1,0	14,0-20,6	2,3 $\pm$ 0,1

Cie) Rehder, *M. xscheideckeri* Späth ex Zabel, *M. sieboldii* (Regel) Rehder cv. 'Спарман'.

С помощью светового микроскопа и микрометра мы изучали морфологию пыльцы, длину полярной оси, экваториальный диаметр, отношение длины к ширине, коэффициент вариации этих признаков видов рода *Malus*.

### Результаты и их обсуждение

Пыльцевые зерна изучаемых представителей рода имеют эллиптическую форму, трехбороздные, каждая борозда простирается почти на всю длину пыльцевого зерна. Борозды длинные, края борозд четкие и ровные. Размеры пыльцевых зерен изученных видов представлены в Табл. 1. Средний размер длины пыльцевых зерен колеблется от 35,6  $\mu\text{m}$  до 50,3  $\mu\text{m}$  и в ширину от 17,2  $\mu\text{m}$  до 29,7  $\mu\text{m}$ . Отношение длины к ширине изменяется с 1,3 до 2,6. Крупнейшая средняя длина пыльцы у *M. sieboldii* (50,3 $\pm$ 1,0  $\mu\text{m}$ ), *M. cerasifera* (45,1 $\pm$ 1,8  $\mu\text{m}$ ), а наименьшая средняя длина пыльца у *M. xscheideckeri* (35,6 $\pm$ 1,6  $\mu\text{m}$ ). Крупнейшая средняя ширина пыльцы у *M. xpurpurea* (29,7 $\pm$ 0,7  $\mu\text{m}$ ), а наименьшая у *M. cerasifera* (17,1 $\pm$ 1,0  $\mu\text{m}$ ). Очертания пыльцевых зерен в полярном положении округлые и трехлопастные, а в экваториальном – округлые.

У *M. sieboldii* cv. 'Спарман' пыльцевые зерна в сухом состоянии чуть вытянутые, округлой формы, гладкие, лимонного цвета.

Длина сухих пыльцевых зерен составляет 50,3 $\pm$ 1,0  $\mu\text{m}$  коэффициент вариации (CV) равен 4,2%, ширина – 26 $\pm$ 0,8  $\mu\text{m}$ , CV=11,7%. (Табл. 1). У данного сорта самая большая пыльца из всех изученных видов. Отношение P/E составляет 1,9.

У *M. xpurpurea* форма пыльцевых зерен в сухом состоянии вытянутая, окраска желтая. Длина сухих пыльцевых зерен составляет 39,0 $\pm$ 1,7  $\mu\text{m}$ , CV=9,6%, ширина – 29,7 $\pm$ 0,7  $\mu\text{m}$ , CV=5,3%. Отношение P/E составляет 1,3.

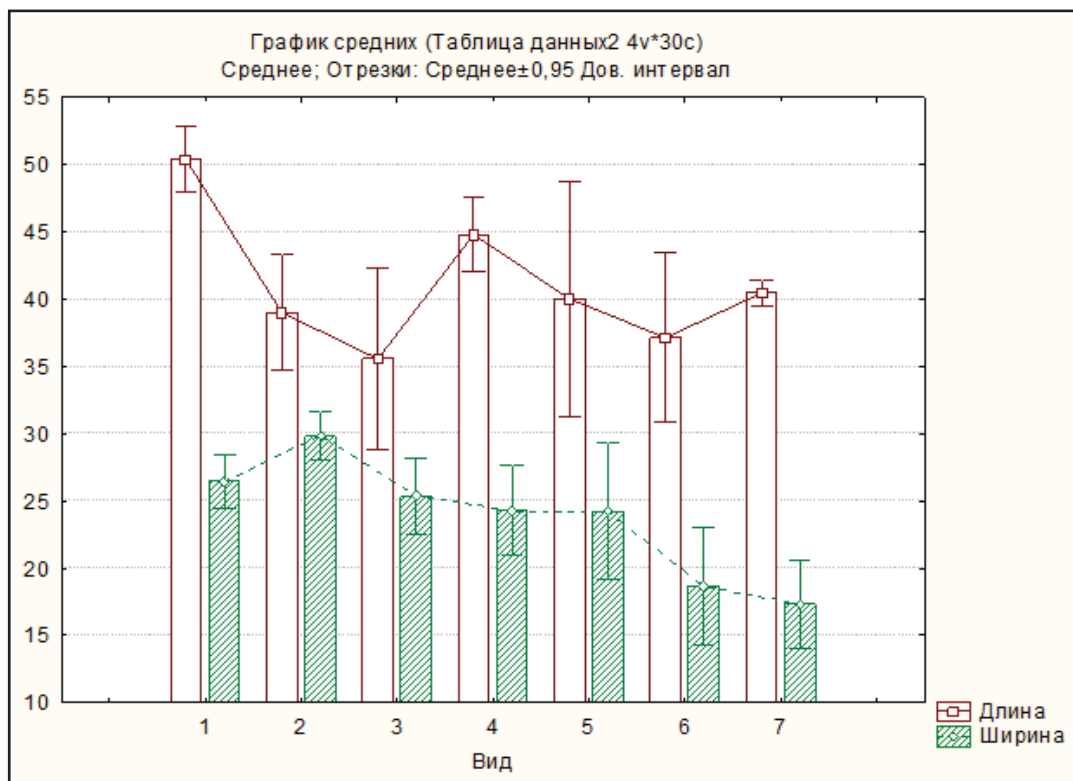
У *M. xscheideckeri* пыльцевые зерна имеют желтую окраску, чуть вытянутые, округлые. Длина пыльцевых зерен составляет 35,6 $\pm$ 1,6  $\mu\text{m}$ , CV=6,2%, ширина – 25,3 $\pm$ 0,7  $\mu\text{m}$ , CV=3,7%.

*M. baccata* – форма пыльцевых зерен продолговатая, гладкая, имеет розовый оттенок. Длина сухих пыльцевых зерен составляет 37,1 $\pm$ 1,5  $\mu\text{m}$ , CV=5,6%, ширина – 18,7 $\pm$ 1,0  $\mu\text{m}$ , CV=7,7%.

*M. cerasifera* – форма пыльцевых зерен продолговатая, с зеленоватым оттенком. Длина сухих пыльцевых зерен составляет 40,4 $\pm$ 0,8  $\mu\text{m}$ , CV=0,8%, ширина – 17,2  $\mu\text{m}$ , CV=6,3%.

*M. sylvestris* – форма пыльцевых зерен вытянутая, окраска желто-коричневая. Длина сухих пыльцевых зерен составляет 44,8 $\pm$ 1,1  $\mu\text{m}$ , CV=5,3%, ширина – 24,2 $\pm$ 1,3  $\mu\text{m}$ , CV=12,1%.

*M. orientalis* – форма пыльцевых зерен овальная, с розоватым оттенком. Длина пыльцевых зерен составляет 40,0 $\pm$ 0,8  $\mu\text{m}$ ,



**Рис. 1.** График средних значений морфологических показателей пыльцы: 1 – *M. sieboldii* cv. ‘Снарман’; 2 – *M. xpurpurea*; 3 – *M. xscheideckeri*; 4 – *M. sylvestris*; 5 – *M. orientalis*; 6 – *M. baccata*; 7 – *M. cerasifera*.

**Fig. 1.** Plot of mean values of morphological threates: 1 – *M. sieboldii* cv. ‘Снарман’; 2 – *M. xpurpurea*; 3 – *M. xscheideckeri*; 4 – *M. sylvestris*; 5 – *M. orientalis*; 6 – *M. baccata*; 7 – *M. cerasifera*.

CV=7,2%, ширина – 24,2 $\pm$ 1,2  $\mu$ m, CV=6,9%.

На Рис. 1 представлены средние значения размера длины и ширины пыльцевых зерен. У *M. xpurpurea* и *M. xscheideckeri* наименьшее значение отношения Р/Е составляет 1,3-1,4, а форма пыльцы более округлая.

В результате исследования сделали вывод, что между видами существует различия по размеру и окраски пыльцевых зерен, но трехбороздная пыльца характерна для всех изученных видов рода *Malus*. Средний размер пыльцевых зерен показывает значительные различия между видами, а представители *M. sieboldii* имеют наибольший размер пыльцевых зерен. Следует отметить, что у всех видов отмечается дефект пыльцевых зерен, который выражается в резком колебании размера.

### Закключение

В результате исследования сделали вывод, что между видами существует различия по размеру и окраски пыльцевых зерен, но трехбороздная пыльца характерна для всех изученных видов рода *Malus*. Средний размер пыльцевых зерен показывает значительные различия между видами, а представители *M. sieboldii* имеют наибольший размер пыльцевых зерен. Следует отметить, что у всех видов отмечается дефект пыльцевых зерен, который выражается в резком колебании размера.

**Цитируемые источники**

- ПОНОМАРЕНКО В.В. 1993.** Дикорастущие виды *Malus* Mill. Европы, Кавказа, Сибири и Средней Азии. Автореферат диссерт... доктора биол. наук. Санкт-Петербург
- DZIUBIAK M. 2004.** Collection of the genus *Malus* Mill. in the Botanical garden of the Polish Academy of sciences in Warsaw. *J. Fruit Ornam. Plant Res.* **12**: 121–128.
- LI X.-L., SHEN X., SUN F.-Y., SHU H.-R., GUO L., CAO Y. 2008.** Ornamental crabapple pollen. morphology and its taxonomic applications. *Acta Hort. Sin.* **35** (8): 1175–1182.
- NAZERI JONEGHANI V. 2008.** Pollen morphology of the genus *Malus* (Rosaceae). *Iran. J. Sci. Technol. Trans. A* **32**: 89–97.

**POLLEN MORPHOLOGY OF THE GENUS MALUS MILL.**

IRINA DYAKOVA

**Abstract.** The study of pollen morphology of some species of the genus *Malus* (Rosaceae) was carried out. All investigated species are characterized by tricolpate pollen grains, but differ by their size and coloration.

**Key words:** *Malus*, Rosaceae, pollen morphology

Maikop State Technological University, Individualnaya str. 2, 385007 Maikop, Republic of Adygea, Russian Federation; djakova\_irina@rambler.ru



УДК 582.542.51

**БИОМОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕМЯН  
*CEPHALANTHERA DAMASONIUM* (ORCHIDACEAE)  
С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ СЕМЕННОГО  
АСИМБИОТИЧЕСКОГО РАЗМНОЖЕНИЯ *IN VITRO***

Натаалья А. Астапенко \* и Людмила М. Теплицкая

**Аннотация.** Представлены результаты исследований биометрических параметров семян *Cephalanthera damasonium*. Выявлена высокая степень гетерогенности семян по морфометрическим показателям и способности к прорастанию. Показана взаимосвязь всхожести семян с их морфологией и морфометрическими характеристиками плодов.

**Ключевые слова:** *Cephalanthera damasonium*, семенное асимбиотическое размножение, биометрические параметры семян

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, пр. Вернадского, 4, г. Симферополь, 95007, Украина;  
\* nataly-ast@inbox.ru

Вопросы семенной продуктивности орхидных интересуют, прежде всего, с позиции проблемы воспроизведения популяций. Невысокий показатель всхожести семян в природных условиях (около 5% от общего количества) (Андропова 1986) лишь немного увеличивается при культивировании семян *in vitro*. Для повышения всхожести в этом случае важно не только подобрать условия предобработки и культивирования, но и исследовать биоморфологические характеристики плодов и семян орхидных, которые тесно коррелируют с процентом прорастания (Теплицкая и др. 2005; Астапенко 2010). Только так можно максимально оптимизировать схему ускоренного семенного асимбиотического размножения орхидных в условиях *in vitro*, что позволит решить некоторые вопросы сохранения и репатриации исчезающих видов.

В каждом плоде-коробочке *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druse выделялось три зоны: верхняя, средняя и нижняя. Измерения проводились на семенах, взятых из каждой зоны отдельно.

Как показывают полученные результаты, среди полноценных семян наиболее крупными являются семена среднего яруса коробочки (1000-1300 мкм длина; 250-300 мкм ширина). Размеры семян нижнего яруса практически не отличаются от средних (900-1200 мкм; 200-300 мкм), в то время как семена верхнего яруса весьма малы (800-950 мкм; 150-200 мкм). Что касается семян без зародыша, их размеры приблизительно одинаковы во всех зонах плода (750-900 мкм; 150-200 мкм).

Однако по количеству семян, не содержащих зародыша и семян с недоразвитым зародышем, для которых характерно наличие пузырей воздуха под оболочкой, зоны плода-коробочки сильно отличаются между собой. В верхнем ярусе коробочки содержится 25,0% семян с недоразвитым зародышем и 40,3% беззародышевых семян. В нижнем и среднем ярусах коробочки лишь 10,4% семян имеют недоразвитый зародыш и 15,2% не содержат зародыша вообще.

Таким образом, биоморфометрические исследования показали высокую степень гетерогенности семян *C. damasonium*

в пределах одной коробочки, которая проявляется в различии семян по размеру и степени развития зародыша. Это может быть связано с местоположением семян в плоде, низкой эффективностью опыления, особенностями процесса формирования зародыша (асинхронность процесса), количеством запасных питательных веществ в зародыше (ШЕВЦОВА 1989).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что значительная часть семян в коробочке неспособна к прорастанию. Проведенные в дальнейшем эксперименты показали, что для семенного асимбиотического размножения *C. damasonium* в условиях *in vitro* целесообразно использовать семена из нижней и средней зон плода, занимающего любое положение на соцветии, кроме верхушечного. Это обеспечит большую всхожесть и жизнеспособность семян.

### Цитируемые источники

- Андропова Е.В. 1986.** Культивирования *in vitro* насіння і зародків видів роду *Dactylorhiza nevski* (Orchidaceae). *Укр. ботан. журн.* **6**: 79–81.
- ТЕПЛАЦКАЯ А.М., РЖЕВСКАЯ В.С., ЯНЦЕВ А.В. 2005.** Изучение морфометрических параметров семян орхидных флоры Крыма в связи с проблемой их прорастания *in vitro*. *Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана* **15**: 98–106.
- АСТАПЕНКО Н.А. 2010.** Биоморфологические исследования плодов *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce (Orchidaceae) в связи с проблемой прорастания семян. *Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Серия «Биология»* **1**: 9–13.
- ШЕВЦОВА Г.Г. 1989.** Развитие репродуктивных структур *Cymbidium hybridum* hort. и *Dactylorhiza maculate* L. (Soo) в культуре *in vitro*: автореф. дис... канд. биол. наук, Кишинев.

### BIOMORPHOMETRIC RESEARCHES OF THE SEEDS OF *CEPHALANTHERA DAMASONIUM* (ORCHIDACEAE) TO OPTIMIZE THE SEED ASYMBIOTIC REPRODUCTION *IN VITRO*

NATALIA ASTAPENKO \* & LUDMILA TEPLITSKAYA

**Abstract.** The results of study on biometrical parameters of the seeds in *Cephalanthera damasonium* are represented. The high degree of heterogeneity of seeds by morphometric parameters and ability to germination was identified. It is shown the correlation between the seed germination, morphology and fruit's morphometric characteristics.

**Key words:** *Cephalanthera damasonium*, seed asymbiotic reproduction, biometric parameters of seed

V.I. Vernadsky Taurida National University, Vernadsky ave. 4, 95007 Simferopol, Ukraine; \* nataly-ast@inbox.ru





## К ВОПРОСУ О СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *CAMPANULA* L.

НАТАЛЬЯ Н. МИРОШНИЧЕНКО

**Ключевые слова:** *Campanula*, семенная продуктивность, Крым

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр НААН Украины, пос. Никита, Ялта, 98648, АР Крым, Украина; nataha.ru88@mail.ru

Одной из важнейших проблем современности является проблема сохранения биоразнообразия, в том числе фиторазнообразия. Крым – это регион, включающий около 3000 таксонов сосудистых растений, из них более 400 редких видов (Голубев 1996). Семейство Campanulaceae во флоре Крыма представлено 22 видами, в том числе 16 видами рода *Campanula*.

Изучаемые нами виды (*Campanula sibirica* L., *C. taurica* Juz. и *C. talievii* Juz.) произрастают в горном Крыму. Материал для исследований был собран нами на северо-восточном склоне горы Чатыр-Даг, вдоль дороги от трассы Ялта-Севастополь к Байдарским воротам и на северо-восточном склоне горы Челеби.

Согласно литературным данным (Вульф 1969) и нашим наблюдениям, *C. sibirica* – двулетнее растение до 70 см высотой. Стебель одинарный прямостоячий, на нем развивается до 35 цветков. *C. taurica* – многолетнее растение до 50 см высотой. Стебли у данного вида многочисленные, средний из которых прямой. На одном генеративном побеге развивается до 17, а на растении в целом – до 45 цветков. *C. talievii* – многолетнее растение до 25 см высотой. Стебли также многочисленные. На одном генеративном побеге развивается до 30, а на растении в целом – до 70 цветков.

Цветение у данных видов продолжительное и длится с мая по август, включительно. Практически все цветки

завязывают плоды. Плод – трехгнездная, покрытая жесткими волосками коробочка. В коробочках образуется большое количество семян (Мирошниченко 2012). В среднем, у *C. sibirica* образуется до 4000 штук семян на одном растении, у *C. taurica* – до 11000 штук семян, у *C. talievii* – до 13500 штук семян. В отдельные годы (например, в 2013 г.) у *C. sibirica* может образовываться до 4000 штук семян на одном растении, у *C. taurica* – до 11000 штук семян, а у *C. talievii* – до 13500 штук семян.

Непосредственно процесс диссеминации начинается с середины августа и длится до конца сентября. Рассеивание семян происходит через три поры, прикрытые крышечками, расположенными у основания коробочки. Осыпание семян происходит постепенно при движении коробочек, и с помощью проходящих мимо животных, к которым они прикрепляются. Особое значение для рассеивания семян на значительные расстояния имеют ветры, которые характерны для горного Крыма.

Семена мелкие, примерно 1 мм длиной, светлокоричневые. Семенная кожура двуслойная, эндосперм представлен крупными клетками. Зародыш занимает примерно третью часть семени, четко выраженная зародышевая полость не полностью занята зародышем. Жизнеспособность семян возрастает с хранением, свежесобранные семена практически не прорастают, что, видимо, связано с недоразвитием зародыша.

Всхожесть семян, собранных в 2011 году, после хранения при комнатной температуре в течение двух лет, составила у *C. sibirica* более 50%, у *C. taurica* – 65%, а у *C. talievii* – 35%. Всхожесть семян, собранных в 2012 году, при проращивании в декабре 2013 года составила у *C. sibirica* около 90%, а у *C. taurica* – более 85%. Таким образом, полученные данные по семенной продуктивности и прорастанию семян изученных видов свидетельствуют о потенциальных возможностях их воспроизведения и сохранения.

### Цитируемые источники

- Вульф Е.В. 1969.** Campanulaceae Juss. В кн.: Вульф Е.В. Флора Крыма. Т. 3, вып. 3. Норичниковые – Сложноцветные: 146–153. НБС, Ялта.
- Голубев В.Н. 1996.** Биологическая флора Крыма. НБС-ННЦ, Ялта.
- Мирошниченко Н.Н. 2012.** Семенная продуктивность и размножение некоторых видов рода *Campanula* L. *Біологічний вісник МДПУ* 2 (2): 48–51.

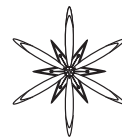
### TOWARD THE SEED REPRODUCTION OF SOME SPECIES FROM GENUS *CAMPANULA* L.

N.N. MIROSHNICHENKO

**Abstract.** The brief characteristic of the length and intensity of blossom for three *Campanula* species (*C. sibirica* L., *C. taurica* Juz., *C. talievii* Juz.) in conditions of their natural habitats in Mountain Crimea has been given; the structure of their seeds and peculiarities of germination has been described.

**Key words:** *Campanula*, seed productivity, Crimea

*Nikita Botanical Garden – National Scientific Centre NAAS of Ukraine, 98648 Nikita, Yalta, Crimea, Ukraine; Nataha.ru88@mail.ru*



## ОЦЕНКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОВ *CORNUS MAS L.* В ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ В КРЫМУ

Светлана Жалдак<sup>1\*</sup>, Алиция З. Кухарска<sup>2</sup>, Нарцис Пиорецкый<sup>3,4</sup>, Игорь Бугара<sup>1</sup>

**Аннотация.** Дана сравнительная характеристика морфологического строения плодов растений ценопопуляций *Cornus mas L.* в Крыму. Выявлено варьирование формы, массы, окраски, периода и сроков созревания плодов растений различных природных ценопопуляций, что указывает на наличие внутривидового разнообразия Кизила обыкновенного в Крыму.

**Ключевые слова:** *Cornus mas*, плоды, морфометрические параметры

<sup>1</sup> Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, пр. Вернадского, 4, з. Симферополь, 95007, Украина; \* galdak@ukr.net

<sup>2</sup> Вроцлавский университет естествознания, ул. Й. Хельмонского, 37/41, Вроцлав, 51-630, Польша

<sup>3</sup> Арборетум и институт физиографии в Болестрашицах, Болестрашице, 130, Висшатице, 37-722, Польша

<sup>4</sup> Жешиувский университет, ул. Пилсудского, 30, Жешув, 35-310, Польша

Морфологические исследования до сих пор не потеряли своей актуальности и научной значимости, поскольку устанавливают общие закономерности строения растений, определяют их адаптационные возможности в различных условиях местообитания и выявляют основы видового биоразнообразия в растительных сообществах. В природной флоре Крыма *Cornus mas L.* (кизил обыкновенный) встречается чаще всего в виде кустарника в подлеске буковых, дубово-грабовых и дубово-грабинниковых лесов, поднимаясь на высоту до 800 м над уровнем моря (Мишнев и др. 1988). В возрасте 15-20 лет растение достигает высоты 4-6 м, образуя шаровидную или развесистую крону до 5 м в диаметре (Клименко 1990). Благодаря ценным вкусовым и лечебным качествам плодов *C. mas* широко используется в промышленном плодоводстве (Kucharska *et al.* 2011). Появление различных садовых форм и сортов кизила обыкновенного, связано с активным культивированием его из мест естественного произрастания. Вид в пределах природных популяций отличается большим разнообразием форм, что позволяет считать

такие популяции ценным источником в селекционной работе при создании новых сортов *C. mas* (Дудукал и Руденко 1984).

Исследованы четыре ценопопуляции *C. mas*, расположенные в различных природных зонах Крымского полуострова. Под наблюдением в ценопопуляциях брались особи (10-15 экземпляров) в генеративном возрастном состоянии в течение периода вегетации растений.

Изучение ценопопуляций *C. mas* в Крыму позволило выделить внутривидовое разнообразие вида. Растения характеризуются широким диапазоном варьирования морфологических параметров листа, размером куста, фенологическим развитием, размером и формой плодов. Самое раннее цветение кизила отмечено в первой декаде марта, самое позднее, у отдельных экземпляров, – в первой декаде апреля. Плоды так же созревают неравномерно. Общая продолжительность периода созревания плодов *C. mas* достигает почти 3 месяцев. В ценопопуляциях в прибрежной зоне на южных склонах Главной горной гряды зрелые плоды были зафиксированы в конце июля – начале августа, в то время как в горных районах на северных склонах

**Табл. 1.** Диапазон варьирования морфометрических параметров плодов растений в ценопопуляциях *Cornus mas* в Крыму.

**Table 1.** The diapason of variation of morphometric parameters of *Cornus mas* fruits from coenopopulations in Crimea.

морфометрический показатель	плод			косточка		
	длина, мм	диаметр, мм	масса, г	длина, мм	диаметр, мм	масса, г
min	11	8	0,6	6	4	0,2
max	22	15	2,5	14	7	0,5
$X_{cp} \pm m_{cp}^*$	16,8±0,3	11,5±0,2	1,46±0,06	11,2±0,1	5,2±0,2	0,36±0,01

\* Среднее значение морфометрических показателей плода растений *C. mas* из ценопопуляции, расположенной в районе Ангарского перевала.

\* Mean of morphometric parameters for the fruits of *C. mas* from the coenopopulation in Angarsky nek.

Внутренней гряды окончательное созревание плодов наблюдалось в конце сентября – начале октября. Самые крупные плоды средней массой  $1,79 \pm 0,06$  г, округло-овальные, меняющие окраску по мере созревания от ярко-красной до темно-красной, были найдены в ценопопуляции у растений, произрастающих в Предгорной зоне Крыма в окрестностях поселка Научный на высоте 400 м н.у.м. Срок массового созревания плодов пришелся на вторую декаду августа. Ценопопуляция образует подлесок в буково-грабовом лесу, и по пологому склону спускается в глубокую балку. Согласно литературным данным, кизил, произрастающий в затененных местообитаниях, отличаются интенсивным ростом, крупными листовыми пластинками и обильным урожаем (Дудукал и Руденко 1984). Однако, согласно нашим наблюдениям, у экземпляров, растущих под пологом леса, было отмечено появление единичных цветков, но формирования плодов не происходило. Плодоносят только отдельные экземпляры кизила, произрастающие на опушке леса.

Правильную овальную форму красно-черного цвета с тонкой плотной кожицей плода имеют растения из ценопопуляций, произрастающих в районе Ангарского перевала, а так же в окрестностях Каньона Кок-Асан и села Лучистого. Косточка у растений данных ценопопуляций составляет в среднем 24-26% от массы плода. Плоды

хорошо держатся на дереве и мало осыпаются при созревании.

Самая интересная форма плодов была обнаружена у некоторых экземпляров *C. mas* на опушке леса из ценопопуляции, произрастающей у северного подножия Главной гряды Крымских гор в районе Каньона Кок-Асан. Плоды оригинальны по форме, мелкие округлые, бочонкообразные длиной  $11,7 \pm 0,3$  мм, шириной  $10,5 \pm 0,1$  мм. При полном созревании ярко-красные, мякоть нежная и сочная. Косточка составляет в среднем от массы плода самое большое значение и достигает почти 33%. Растения среднего срока созревания (конец августа).

Таким образом, можно сделать заключение, что растения *C. mas* в данных природных местообитаниях характеризуются высоким разнообразием морфометрических параметров плодов, что позволяет говорить о возможной генетической гетерогенности популяций вида в Крыму и перспективной возможности дальнейшего их отбора для культивирования и селекционной работы.

#### Цитируемые источники

- Дудукал Г.Д., Руденко И.С. 1984. Кизил: Биологические основы культуры. Штиинца, Кишинев.
- Клименко С.В. 1990. Кизил на Украине. Наукова думка, Киев.
- Мишнев В.Г., Вахрушева А.П., Котов С.Ф. 1988. Учебная практика по геоботанике. УМК ВО, Киев.

KUCHARSKA A.Z., SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA A., PIÓRECKI N.

2011. Morfologiczna, fizykochemiczna i przeciwutleniająca charakterystyka owoców polskich odmian derenia właściwego (*Cornus mas* L.). *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 3: 78–89.

#### EVALUATION OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF *CORNUS MAS* L. FRUITS FROM COENOPOPULATIONS IN CRIMEA

SVETLANA ZHALDAK <sup>1\*</sup>, ALICJA KUCHARSKA <sup>2</sup>, NARCYZ PIÓRECKI <sup>3,4</sup>, IGOR BUGARA <sup>1</sup>

**Abstract.** This work presents comparative study of the morphological structure of *Cornus mas* L. fruits in the Crimean populations. The variations have been recognized in form, mass, colour, period and timing of fruit ripening in various natural populations which could indicate the presence of intraspecific diversity of *C. mas* in the Crimea.

**Key words:** *Cornus mas*, fruit, morphometric parameters

<sup>1</sup> Taurida National University Academician V.I. Vernadsky, Vernadsky ave. 4, 95007 Simferopol, Ukraine; \* galdak@ukr.net

<sup>2</sup> Wrocław University of Environmental and Life Science, ul. J. Chełmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław, Poland

<sup>3</sup> Arboretum and Institute of Physiography in Bolestraszyce, Bolestraszyce 130, 37-722 Wyszatyce, Poland

<sup>4</sup> University of Rzeszów, ul. Piłsudskiego 30, 35-310 Rzeszów, Poland





УДК 581.471:581.84:581.134.3

## МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АРИЛЛУСА *VIOLA ODORATA* L. (VIOLACEAE)

НИКОЛАЙ А. ТРУСОВ

**Аннотация.** Изучено развитие ариллуса *Viola odorata*. Показано морфолого-анатомическое строение ариллуса, установлена его морфологическая природа, предложены функции ариллуса.

**Ключевые слова:** *Viola odorata*, ариллус, развитие, морфолого-анатомическое строение, функции ариллуса

ГБС РАН, Ботаническая ул., 4, Москва, 127276, Россия; n-trusov@mail.ru

*Viola odorata* L. (Violaceae) распространена в Европе (преимущественно в западных и центральных районах, в Крыму, на Кавказе, Балканах, Малой и Передней Азии, на севере Африки (Имханицкая 1981).

Плод *Viola* L. – 3-створчатая локулицидная коробочка. Семена имеют ариллусы. (Baillon 1873; Плиско 1992; Гаврилова 2010). Ариллусы являются результатом роста экзостомы и фуникулуса (Singh 1963; Corner 1976). Тем не менее, изучение развития ариллусов у *Viola* не проводилось.

Данная работа выполнена в рамках программы по изучению плодов, семена которых имеют присемянники. Изучали развитие плодов, семян и ариллусов *V. odorata*, произрастающей в ГБС РАН. Развивающиеся плоды собирали с недельным интервалом, фиксировали в 70% этаноле. Срезы получали с помощью лезвия, от руки. Готовили временные водные и глицериновые препараты. В работе использовали бинокулярную лупу МБС-1 и микроскоп Биомед С-2. Липидную природу включений устанавливали путем окраски препаратов суданом III. Фотографии делали с помощью видеокамеры Canon.

Плоды *V. odorata* развиваются в течение 7 недель, со второй декады апреля до первой декады июня.

**0 недель после опыления (НПО)** – Ариллус закладывается как 4-слойный валик вокруг экзостомы, вследствие деления и роста клеток наружного интегумента и вдоль рафе. Это согласуется с данным литературы (Singh 1963; Corner 1976).

**1 НПО** – Ариллус разрастается вдоль фуникулуса, срастаясь с ним. Со стороны рафе 15-17 слоёв клеток, с противоположной стороны 7-10 слоёв. С каждой стороны с боков от фуникулуса по 7 слоёв клеток. Клетки всех слоёв густоплазменные, с ядрами, вытянутые вдоль фуникулуса. Клетки 3 наружных слоёв крупнее. Можно предположить, что на этом этапе ариллус принимает участие в транспорте веществ в семя.

**2 НПО** – Клетки наружного слоя становятся кубические. Клетки других слоев сильно вытянуты вдоль фуникулуса. В клетках наблюдаются ядра и редкие олеосомы. На этом сроке в развивающемся семени виден глобулярный зародыш. Клетки эндосперма 4-6 слоёв, прилегающих к семенной коже, – крупные, слегка вытянутые вдоль семени, прозрачные. Клетки слоёв, расположенных к центру семени, округлые, мельче, густоплазменные, с олеосомами. Клетки экзотегмена вытянуты вдоль семени с косыми радиальными стенками, их оболочки начинают утолщаться.

**3 НПО** – Наружные клетки ариллуса становятся еще более крупными. В стенках

прилегающих к ним слоёв клеток появляются поры. В клетках по-прежнему наблюдаются ядра и редкие олеосомы. Клетки слоёв эндосперма, расположенных к центру семени увеличиваются в размерах, в них увеличивается количество олеосом. Клетки экзотегины еще более утолщаются.

**4 НПО** – Явных изменений в строении ариллуса, семенной кожуры и эндосперма не наблюдается. Зародыш находится на стадии торпедо.

**5 НПО** – В ариллусе разрушается проводящий пучок фуникулуса, увеличивается количество олеосом в клетках. Предположительно, на этой стадии ариллус выполняет функцию депонирования избытка ассимилятов. Зародыш имеет 2 развитых семядоли, в клетках которых наблюдаются олеосомы. Количество слоёв клеток эндосперма, расположенных к центру семени увеличивается, в клетках многочисленные олеосомы. Клетки экзотегины сильно утолщены.

**6 НПО** – В клетках ариллуса многочисленные олеосомы, особенно в клетках наружного слоя. Ядра в клетках наружного слоя не просматриваются. Возможно ариллус участвует в обезвоживании перикарпия и семян. Зародыш с 2-мя семядолями и длинным корешком. Эндосперм в основном из округлых клеток с многочисленными олеосомами. Тонкостенные клетки, расположенные по периферии эндосперма облитерируются, просматривается 2-3 слоя.

**7 НПО** – Изменений в морфолого-анатомическом строении не наблюдается. Плод вскрывается. Можно предположить, что ариллус, благодаря сочной консистенции, участвует во вскрывании плода. После вскрывания плода ариллус не высыхает, он привлекает распространителей семян.

Таким образом, ариллус у *V. odorata* является результатом разрастания рафе и клеток наружного интегумента в области экзостомы. Ариллус многослойный, сочный, с олеосомами в клетках. Ариллус *V. odorata* является полифункциональной структурой, функции которой меняются в процессе развития.

### Цитируемые источники

- ГАВРИЛОВА С.Е. 2010.** Род *Viola* L. во флоре Московской области. Дисс... канд. биол. наук. Москва.
- ИМХАНИЦКАЯ Н.Н. 1981.** Семейство фиалковые (Violaceae). В кн.: ТАХТАДЖЯН А.А. (ред.), Жизнь растений. Т. 5. Ч. 2. Цветковые растения: 40–45. Просвещение, Москва.
- ПЛИСКО М.А. 1992.** Сем. Violaceae. В кн.: Тахтаджян А.А. (ред.), Сравнительная анатомия семян. Двудольные. Т. 4: 99–109, Санкт-Петербург, Наука.
- BAILLON H. 1873.** Histoire des plantes. Т. 4. Paris.
- CORNER E.J.H. 1976.** The seed of dicotyledons. Vol. 1. Cambridge University Press, London.
- SINGH D. 1963.** Structure and development of ovule and seed of *Viola tricolor* L. and *Ionidium suffruticosum* Ging. J. Ind. Bot. Soc. 42 (3): 448–462.

## ARIL MORPHO-ANATOMICAL STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF *VIOLA ODORATA* L. (VIOLACEAE)

NIKOLAY A. TRUSOV

**Abstract.** Aril development of *Viola odorata* was studied. Aril morpho-anatomical structure was shown and its morphological nature was established. Some functions of aril were offered.

**Key words:** *Viola odorata*, aril, development, morpho-anatomical structure, aril functions





УДК 581.461:582.918.3(471.341)

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЦВЕТКА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PRIMULA* L. КОЛЛЕКЦИИ НИИ БС ННГУ

Татьяна Р. Хрынова<sup>1</sup> и Иван Н. Маркелов<sup>2</sup>

**Аннотация.** Представлены новые результаты изучения строения цветка различных видов рода *Primula* L. и их гибридов в условиях коллекции НИИ Ботанический сад ННГУ в 2011-2013 гг. Выявлены закономерности изменения диаметра венчика в зависимости от количества его долей и гетеростилии цветка у разных видов *Primula*. Отмечено увеличение или уменьшение коэффициента вариации диаметра венчика и количества его долей в разные годы исследования.

**Ключевые слова:** *Primula*, строение цветка, гетеростилия

<sup>1</sup> НИИ Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, ул. Ботанический сад, 1, Нижний Новгород, 603062, Россия; [sad.unn@yandex.ru](mailto:sad.unn@yandex.ru)

<sup>2</sup> Биологический факультет, кафедра экологии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, пр. Гагарина, 23, Нижний Новгород, 603950, Россия; [ecology@bio.unn.ru](mailto:ecology@bio.unn.ru)

### Введение

В данном сообщении представлены результаты дальнейшего изучения поливариантности строения цветков различных видов и их гибридов рода *Primula* L. коллекции НИИ БС ННГУ. Ранее нами было начато исследование проявления гетеростилии у различных видов и сортов *Primula*, выявлены гомостильные (длинно- или короткостолбиковые) и гетеростильные образцы. Как выяснилось, в частности у *P. julii* Kuhn., вида занесенного в Красную книгу России со статусом 2 (V), образец с короткостолбиковой формой цветка значительно превосходит по семенной продуктивности образцы с длинным столбиком, в то же время длинностолбиковые образцы отличаются интенсивным вегетативным размножением. У некоторых образцов отмечено увеличение или уменьшение коэффициента вариации диаметра венчика в разные годы исследования. Учитывать эти параметры необходимо как при реинтродукции охраняемых видов, так и в декоративном растениеводстве. (Хрынова и Маркелов 2013а, 2013б; Хрынова и Мочалова 2013) Наблюдения 2013 г.

позволили дополнить и уточнить выводы, сделанные в 2011-2012 гг.

### Материалы и методы исследований

Объектом изучения стали всего более 3700 цветков 48 образцов 23 наименований *Primula*. Были выбраны следующие параметры: изменчивость количества долей венчика и его диаметра в зависимости от дальности и гетеростилии цветка. Диаметр венчика измерялся в трех направлениях и вычислялся средний для каждого цветка с точностью до 0,5 мм. Подсчитывалось количество хорошо обособленных, с выраженной срединной жилкой долей венчика, не учитывались крупные лопасти долей, как у некоторых гибридных форм. Вычисления производились с помощью программы Excel 2007. В Табл. 1 средние размеры венчиков различной дальности выражены в процентах от среднего диаметра 5-дольного (систематический признак рода) или 6-7-дольного, если это минимальное число долей у некоторых гибридных форм. В Табл. 1 и Табл. 2 включены только образцы с данными 2013 г.

Табл. 1. Изменчивость диаметра и строения отгиба венчика у некоторых представителей рода *Primula* коллекции НИИ БСННГУ.  
 Table 1. Variability of diameter and structure of the corolla limb of some representatives of the genus *Primula* from the collection of RIBG UNN.

№	Наименование	№ и форма* образца	Год	Св Анам. венч. (%)	Св числа долей (%)	% от общего числа изученных цветков								Диаметр в % от среднего 5(6,7)*-дольного (* – средний размер 6- или 7-дольного венчика, если это минимальное число долей)							
						4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	
Количество долей																					
1	<i>Primula auricula</i> L.	7AC	2011	9,1	11,0	3,4	79,3	17,2	5,2	88,1	5,5	100	8,9	103,0	5,9	113,2	5,7	Св	Св	Св	
2	<i>P. auricula</i> 'Purple-blue'	7AC	2013	9,3	11,0		74,5	23,4	2,1			100	7,0	114,7	6,7	117,9	0				
3	<i>P. auricula</i> 'Purple-rosea'	99224AC	2013	10,0	7,0		54,1	43,2	2,7			100	6,6	105,9	5,9	112,1	0				
		99223KC	2012	7,4	5,2				83,3	16,7						100	7,8	103,7	3,4		
4	<i>P. cortusoides</i> L.	99223KC	2013	11,2	11,6		9,1	27,3	54,5	9,1	82,5	0	100	0	82,3	8,0	91,1	9,5	74,2	0	
		75TC	2012	7,4	2,7	1,9	98,1						100	7,1							
		75TC	2013	12,2	0		100						100	12,2							
5	<i>P. denticulata</i> Smith	17-1KC	2013	10,3	9,4		69,1	30,4	1,4				100	9,8	105,7	9,6	123,1	0			
		17-2KC	2013	9,6	3,9		96,0	4,0					100	8,7	78,0	0					
		18KC	2011	9,2	4,0		95,8	4,2					100	9,4	100	0					
		18KC	2013	9,0	5,9		89,8	10,2					100	9,1	102,4	8,1					
		19AC	2013	9,5	7,1		84,3	15,7					100	9,7	106,8	5,8					
		97075KC	2011	14,5	3,7		96,4	3,6					100	13,7	131,3	0					
		97075KC	2013	13,7	8,7		80,8	17,3	1,9				100	13,7	99,6	12,1	79,1	0			
6	<i>P. denticulata</i> 'Alba'	01AC	2013	8,4	7,9		86,2	12,1	1,7				100	8,2	103,9	7,3	116,3	0			
		02AC	2013	14,7	12,6		59,1	34,1	4,5	2,3			100	11,3	93,0	18,3	90,5	8,6	124,2	0	
7	<i>P. juliae</i> Kussn.	99227AC	2011	8,3	3,0	2,3	97,7				99,3	0	100	8,4							
		99227AC	2012	9,4	5,6	8,3	91,7				106,9	0	100	9,6							
		99227AC	2013	11,2	0		100						100	8,3							
		69KC	2011	8,0	3,6	3,3	96,7				96,7	0	100	8,1							
		69KC	2012	8,4	4,6	5,6	94,4				109,3	5,9	100	8,3							
		69KC	2013	9,0	7,8	10,0	85,0	5,0			103,0	4,3	100	9,6	100,8	0					

8	<i>P. x pruhoniciana hort.</i>	70AC	2011	8,5	5,4	4,5	92,7	2,7	103,7	7,3	100	8,6	96,9	4,9				
		70AC	2012	12,3	4,0	4,2	95,8		105,2	0	100	12,5						
		70AC	2013	9,0	0		100					100	9,0					
9	<i>P. x polyantha Mill. 'Alba'</i>	71KC	2011	17,8	3,3		97,2	2,8			100	17,8	85,2	0				
		71KC	2013	9,7	0		100					100	9,7					
		1AC	2011	11,2	8,7		23,1	71,3	5,6			100	12,5	112,0	9,7	113,7	6,2	
10	<i>P. x polyantha 'Flava'</i>	1AC	2012	9,0	8,9		42,9	57,1			100	8,9	108,6	7,5				
		1AC	2013	8,0	9,1		52,0	48,0			100	7,6	102,3	8,1				
		9ГC	2012	7,5	5,1		92,9	7,1			100	7,8	102,4	0				
11	<i>P. x polyantha 'Lutea'</i>	9ГC	2013	6,0	0		100				100	6,0						
		7KC	2012	14,5	6,8		98,7		1,3			100	14,5	110,2	0			
		7KC	2013	12,9	0		100					100	12,9					
12	<i>P. x polyantha 'Purpurea' AC</i>	8AC	2012	9,2	2,3	1,4	98,6		88,4	0	100	9,1						
		8AC	2013	9,5	0		100					100	9,5					
		65/2a AC	2011	12,1	0		100					100	12,1					
13	<i>P. x polyantha 'Purpurea Albopunctata'</i>	65/2a AC	2013	8,8	0		100				100	8,8						
		85AC	2013	16,9	3,9		96,0	5,0			100	17,2	107,2	0,8				
		17/2KC	2012	13,0	0		100					100	13,0					
14	<i>P. x polyantha 'Purpurea Albovariegata'</i>	17/2KC	2013	12,4	0,2		96,0	4,0			100	12,6	100,3	1,0				
		58-1a AC	2011	14,0	0		100					100	14,0					
		58-1a AC	2013	7,0	3,9		96,0	4,0			100	7,1	103,4	0				
15	<i>P. x polyantha 'Purpurea Grandiflora'</i>	58-2 KC	2012	13,3	10,3		18,2	67,3	1,8		100	11,0	104,6	12,9	88,4	9,8	97,6	0
		58-2 KC	2013	8,2	6,1		8,9	86,7	4,4			100	3,9	104,4	8,2	103,9		
		55AC	2012	12,6	0		100					100	12,6					
		55AC	2013	13,3	0		100				100	13,3						

Табл. 1. Окончание.  
Table 1. Continued.

№	Наименование	№ и форма* образца	Год	Св диам. венч. (%)	Св числа долей (%)	% от общего числа изученных долей цветков								Диаметр в % от среднего 5(6,7)*-дольного (* – средний размер 6- или 7-дольного венчика, если это минимальное число долей)					
						4	5	6	7	8	4	5	6		7	8			
Количество долей																			
16	<i>P. xroblyantha</i> 'Pyriruga Serotina'	58-1/2,3 AC	2011	9,9	3,4	1,4	97,2	1,4					84,2	0	100	9,8	92,1	0	
		58-1/2,3 AC	2013	8,8	3,1	2,5	97,5						106,5	0	100	8,8			
		58-1/2a KC	2013	11,7	0		100								100	11,7			
17	<i>P. xroblyantha</i> 'Rubra'	17ГC	2011	19,4	0		100								100	19,4			
		17ГC	2012	10,3	0		100								100	10,3			
		17ГC	2013	16,4	6,9		85,3	14,7							100	16,2	112,1	14,1	
18	<i>P. xroblyantha</i> 'Rubra Albopunctata'	65 AC	2011	15,7	9,7		66,7	31,3							100	16,7	101,5	14,5	
		65 AC	2012	12,4	5,2		92,3	7,7							100	12,13	104,4	14,8	
		65 AC	2013	9,4	8,1		76,9	23,1							100	9,1	105,3	9,5	
19	<i>P. xroblyantha</i> 'Sanguinea'	2 KC	2012	9,5	0		100								100	9,5			
		2 KC	2013	5,3	0		100								100	5,3			
20	<i>P. xroblyantha</i> 'Sanguinea Marginata'	65c KC	2012	11,1	0		100								100	11,1			
		65c KC	2013	13,1	5,5		91,3	8,7							100	13,4	103,9	9,1	

\* – форма образца: ГC – гетеростильный; AC – длинностолбиковый; KC – короткостолбиковый.

\* – type of specimen: ГC – heterostyled; AC – with long style; KC – with short style.

### Результаты и их обсуждение

У *P. auricula* L. ежегодно отмечено преобладание 5-дольных цветков и наличие около 20% 6-дольных, небольшое количество 7-и и 4-дольных отмечается не каждый год. У гибридов *P. auricula* 'Purple-blue', 'Purple-rosea' и 'Purpurea' 4-дольные цветки отсутствовали. Интересно, что в 2013 г. у формы 'Purple-rosea' оказалась нарушена тенденция увеличения у данного вида диаметра венчика с увеличением количества долей: 5-дольные оказались по диаметру наибольшими, а 8-дольные – наименьшими (Табл. 1). Все образцы гомостильные, 'Purple-rosea' – короткостолбиковый, остальные – длинностолбиковые. Самые крупные цветы – у 'Purple-rosea' (Табл. 2).

У *P. cortusoides* L. все цветы в 2013 г. были 5-дольными, поэтому пока нельзя дополнить или скорректировать ранее сделанный вывод, что при уменьшении числа долей средний диаметр венчика уменьшается. (Хрынова и Маркелов 2013б) Один из образцов гетеростильный: короткостолбиковых цветков отмечено от 40 до 63% в разные годы, длинностолбиковых соответственно – 37-60%. Размер короткостолбиковых оказался в среднем больше, чем у длинностолбиковых (учитывались только 5-дольные цветки) (Табл. 3).

У *P. denticulata* Smith у некоторых образцов отмечаются единичные цветы с 6-и и даже в 2013 г. с 7-дольным венчиком. В этом же году у двух образцов из пяти также была нарушена тенденция увеличения у данного вида диаметра венчика с увеличением количества долей. А у формы *P. denticulata* 'Alba' у одного из образцов при уменьшении диаметра с увеличением количества долей от 5 до 7 у единственного 8-дольного цветка диаметр оказался значительно больше, чем у 5-дольного (Табл. 1). У *P. denticulata* (все образцы гомостильные, короткостолбиковые кроме одного) средний максимальный диаметр венчика у короткостолбикового образца (№17-2 – 20,3±2,0), минимальный – у длинностолбикового (№19 – 15,9±1,5) (Табл. 2).

У *P. juliae* Kusun. у двух образцов из трех в 2013 г. не отмечались цветы с 4-дольными венчиками, но у третьего 4-дольные остались в среднем наиболее крупными, сохранилась тенденция увеличения диаметра цветка с уменьшением числа долей (Табл. 1). Все образцы гомостильные: два длинностолбиковых, один короткостолбиковый, средний максимальный и минимальный диаметр венчика у длинностолбиковых образцов, у короткостолбикового – средний между ними (Табл. 2).

У *P. xpruhoniana* hort. в 2013 г. были цветки только с 5-дольным венчиком, поэтому пока нельзя дополнить или скорректировать ранее сделанный вывод, что при увеличении числа долей средний диаметр венчика уменьшается. (Хрынова и Маркелов 2013б)

У форм *P. xpolyantha* практически у всех образцов диаметр венчика в большинстве случаев увеличивается при увеличении числа долей, за исключением: *P. xpolyantha* 'Flava' (образец 55), 'Lutea' (образец 50), 'Purpurea Albovariegata' (образцы 58-1 и 58-2 в 2012 г.), 'Purpurea Serotina' (образец 58-1/2,3) и 'Sanguinea' (образец 67-1/1,2) (Табл. 1). У гомостильных длинностолбиковых образцов средний диаметр венчика в основном больше, чем у короткостолбиковых (Табл. 2). У гетеростильных образцов *P. xpolyantha* 'Flava' (учитывались только 5-дольные цветки) и 'Rubra' средний диаметр венчика длинностолбиковых цветков также больше, чем у короткостолбиковых (Табл. 3).

Коэффициенты вариации (Cv) диаметра венчика (д.в.) и количества долей в разные годы у наших представителей *Primula* у разных образцов также продемонстрировали некоторые тенденции. У *P. auricula* в разные годы Cv, не смотря на то, что количество долей венчика может колебаться от 4 до 7 или от 5 до 8, практически не меняется ни для диаметра венчика ни для количества долей (Табл. 2). В то время как у всех декоративных форм данного вида разница очень заметная. Также очень близкие в разные годы Cv д.в. у образцов *P. denticulata* №18 и №97075.

**Табл. 2.** Диаметр венчика у некоторых представителей рода *Primula* коллекции НИИ БС ННГУ.**Table 2.** Diameter of the corolla limb of some representatives of the genus *Primula* from the collections of RI BG UNN.

№	Наименование	№ образца	Форма*	Диам. венч. (мм)
1	<i>Primula auricula</i> L.	7	ДС	23,3±1,7
2	<i>P. auricula</i> 'Purple-blue'	99224	ДС	24,8±1,7
3	<i>P. auricula</i> 'Purple-rosea'	99223	КС	27,3±3,1
4	<i>P. cortusoides</i> L.	75	ГС	21,7±2,6
5	<i>P. denticulata</i> Smith	17-1	КС	16,6±1,7
		17-2	КС	20,3±2,0
		18	КС	16,0±1,4
		19	ДС	15,9±1,5
		97075	КС	17,0±2,3
6	<i>P. denticulata</i> 'Alba'	01	ДС	17,3±1,5
		02	ДС	18,9±2,8
7	<i>P. juliae</i> Kusn.	99227	ДС	20,3±2,3
		69	КС	22,4±2,0
		70	ДС	22,5±2,0
8	<i>P. xpruhoniciana</i> hort.	71	КС	28,1±2,7
9	<i>P. xpolyantha</i> Mill. 'Alba'	1	ДС	25,7±2,0
10	<i>P. xpolyantha</i> 'Flava'	9	ГС	28,8±1,7
11	<i>P. xpolyantha</i> 'Lutea'	7	КС	25,0±3,2
		8	ДС	32,4±3,1
12	<i>P. xpolyantha</i> 'Purpurea'	65/2a	ДС	20,8±1,8
		85	ДС	29,2±5,0
13	<i>P. xpolyantha</i> 'Purpurea Albopunctata'	17/2	КС	25,2±3,1
14	<i>P. xpolyantha</i> 'Purpurea Albovariegata'	58-1a	ДС	27,1±1,9
		58-2	КС	25,6±2,1
15	<i>P. xpolyantha</i> 'Purpurea Grandiflora'	55	ДС	32,6±4,3
16	<i>P. xpolyantha</i> 'Purpurea Serotina'	58-1/2,3	ДС	28,2±2,5
		58-1/2a	КС	26,7±3,1
17	<i>P. xpolyantha</i> 'Rubra'	17	ГС	24,3±4,0
18	<i>P. xpolyantha</i> 'Rubra Albopunctata'	65/1	ДС	28,9±2,7
19	<i>P. xpolyantha</i> 'Sanguinea'	2	КС	24,3±1,3
20	<i>P. xpolyantha</i> 'Sanguinea Marginata'	65c	КС	21,2±2,8

\* – форма образца: ГС – гетеростильный; ДС – длинностолбиковый; КС – короткостолбиковый.

\* – type of specimen: ГС – heterostyled; ДС – with long style; КС – with short style.

**Табл. 3.** Соотношение среднего диаметра цветков у гетеростильных образцов *Primula*.**Table 3.** Ratio of the average diameter of flowers in heterostyled *Primula* specimens.

№	Наименование	№ образца	Год	Соотношение средн. диам. венч. КС:ДС(%)
1	<i>P. cortusoides</i> L.	75	2012*	102,7
			2013	111,2
2	<i>P. xpolyantha</i> Mill. 'Flava'	9	2012*	98,9
3	<i>P. xpolyantha</i> Mill. 'Rubra'	17	2011	74,3
			2012	84,0
			2013	75,7

\* – учитываются только 5-лепестковые.

\* – only 5-petaled have been calculated.

Причем по величине  $C_v$  данные образцы хорошо идентифицируются: диапазон  $C_v$  д.в. у №18 – 9,0-9,2%, а у №97075 – 13,7-14,5%. У длинностолбиковых образцов *P. juliae*  $C_v$  д.в. гораздо больше изменяется по годам (8,3-11,2% и 8,5-12,3%), чем у короткостолбикового (8,0-9,0%). У вида *P. cortusoides* и гибрида *P. xpruhoniciana*  $C_v$  д.в. по годам меняются очень сильно (Табл. 1).

Что касается декоративных форм *P. xpolyantha*, то, например, у двух разных образцов 'Lutea' также отмечены характерные диапазоны изменения  $C_v$  д.в.: у короткостолбикового №7 – 12,9-14,5%, у длинностолбикового №8 – 9,2-9,5%. Небольшое значение  $C_v$  д.в. у гетеростильного образца №9 'Flava' (6,0-7,5%), короткостолбикового №2 'Sanguinea' (5,3-9,5%) и длинностолбикового №58-1/2,3 'Purpurea Serotina' (8,8-9,9%), а у длинностолбикового №55 'Purpurea Grandiflora' значение  $C_v$  д.в. выше, но по годам тоже мало меняется (12,6-13,3%), как и у короткостолбикового №65с 'Sanguinea Marginata' (11,1-13,1%).

### Заключение

Таким образом, по наблюдениям трех лет в некоторых внешне не совсем однородных образцах стало возможным с помощью

выбранных параметров выделить хорошо различимые формы. Было отмечено, что у разных видов и форм *Primula* тенденции увеличения или уменьшения диаметра венчика с увеличением количества долей в основном сохраняются. Замечено, что средний диаметр венчика у форм *P. xpolyantha* у длинностолбиковых цветков больше, чем у короткостолбиковых, в отличие от прочих видов и их форм, где короткостолбиковые цветки крупнее. Исключения представляют интерес для изучения причин и механизмов сохранения или нарушения обнаруженных тенденций.

### Цитируемые источники

- Хрынова Т.Р., Маркелов И.Н. 2013а.** Особенности строения цветка некоторых представителей рода *Primula* L. коллекции НИИ БС ННГУ. *Ботанические чтения (мат-лы науч.-практ. конф., Ишим, 13 мая 2013 г.):* 143–147. Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, Ишим.
- Хрынова Т.Р., Маркелов И.Н. 2013б.** Поливариантность строения цветка у некоторых представителей рода *Primula* L. коллекции НИИ БС ННГУ. *Mod. Phytomorphol.* 4: 151–156.
- Хрынова Т.Р., Мочалова И.А. 2013.** Гетеростилия и семенная продуктивность *Primula juliae* Kuhn. *Актуальные проблемы экологии – 2013 (мат-лы IX Междунар. науч.-практ. конф., г. Гродно, 23-25 октября 2013 г.). Ч. 1:* 52–54. ГрГУ им. Янки Купалы, Гродно.

---

FEATURES OF THE FLOWER'S STRUCTURE IN THE GENUS *PRIMULA* L. FROM COLLECTIONS OF  
RESEARCH INSTITUTE OF BG UNN

TATIANA R. HRYNOVA<sup>1</sup> & IVAN N. MARKELOV<sup>2</sup>

**Abstract.** Here are represented some investigation results of the morphological multivariance of the flower in different species and hybrids of the genus *Primula* L. from the collection of Research Institute of Botanical Garden UNN. These investigations were carried out during 2011-2013. The regularities of changes in diameter of corolla depending from the number of its lobes were ascertained and discussed. Particularly, some samples showed a tendency to increase or decrease CV of the diameter and the number of corolla lobes depending on the year of the study.

**Key words:** *Primula*, flower structure, heterostyly

<sup>1</sup> Research Institute of Botanical Garden of Nizhny Novgorod State University N.I. Lobachevsky, 1 Botanical Garden str. Nizhny Novgorod 603062, Russia; sad.unn@yandex.ru

<sup>2</sup> Faculty of Biology, Department of Ecology of the Nizhny Novgorod State University N.I. Lobachevsky, 23 Gagarin Avenue, Nizhny Novgorod 603950, Russia; ecology@bio.unn.ru





## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕРАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ КАЗАХСТАНСКИХ ТЮЛЬПАНОВ В ПРИРОДЕ И КУЛЬТУРЕ

АННА А. ИВАЩЕНКО

**Аннотация.** По материалам многолетних исследований установлена различная склонность к образованию терат у 26 видов дикорастущих тюльпанов. Определены виды с минимальной (менее 1,5%) и максимальной склонностью к тератогенезу (более 3,5%). Установлена также различная степень повышения числа терат в условиях интродукции – от двукратного до десятикратного у различных видов.

**Ключевые слова:** *Tulipa*, тюльпан, тератология, аномалии, склонность к тератогенезу, природные популяции, культура

Иле-Алатауский государственный национальный природный парк, ул. Джандосова, 1, пос. Таусамалы, 040918, Карасайский р-н, Алматинская обл., Казахстан; [alataupark@mail.ru](mailto:alataupark@mail.ru)

Изучение тератологической изменчивости растений представляет большой интерес, как в теоретическом, так и в практическом плане, в частности, для познания морфогенеза и филогении отдельных видов и более крупных таксономических групп (ФЕДОРОВ 1958). Из 37 видов дикорастущих тюльпанов Казахстана в этом направлении ранее изучались только пять, в частности, наиболее детально – *Tulipa greigii* и *T. kaufmanniana* (БОЧАНЦЕВА 1962; ИВАЩЕНКО 1981; ПЕЧЕНИЦЫН 1990). С 1988 г. мы планомерно изучали склонность к тератогенезу 26 видов казахстанских тюльпанов в природных популяциях и при культивировании их в Главном ботаническом саду г. Алма-Аты. При этом проводили количественный учет всех цветущих особей, отмечая и подробно описывая все случаи аномалий. В общей сложности по 26 исследуемым видам было просмотрено 69090 особей в природе и 34685 – в культуре, зарегистрировано 1537 и 1190 случаев тератологических изменений соответственно. Результаты исследований практически не опубликованы, за исключением некоторых данных по *T. ostrowskiana* (ИВАЩЕНКО 2009).

Особенности и характер

тератологических изменений у исследованных видов достаточно однотипны. Чаще всего аномальны цветки, реже – листья, еще реже – стебли. В первом случае отмечено три варианта изменений – увеличения, уменьшения (редукции) и взаимопревращения отдельных элементов – околоцветника, андроцея и гинецея. Аномалии листьев заключаются обычно в частичном срастании двух верхних, реже – в превращении их (тоже частичном) в лепестковидные образования. В случаях аномалий стеблей наблюдается появление боковых веточек с дополнительным цветком (у видов подродов *Tulipa* и *Orithyia*), реже – частичной или полной фасциации цветоносов (у видов подрода *Eriostemones*).

Конкретные данные этих учетов приведены в Табл. 1, в которой номенклатура видов дана по С.К. ЧЕРЕПАНОВУ (1995), а подродов и секций – по В. ZONNEVELD (2009). Полученные количественные показатели (Табл. 1) подтверждают установленный нами ранее факт различной склонности к тератогенезу отдельных видов (ИВАЩЕНКО 1987).

Интересно, что установленная закономерность, сохраняющаяся при общем увеличении числа терат в условиях

культуры, почти не проявляет взаимосвязи с таксономической принадлежностью видов. Как видно из данных, приведенных в Табл. 1, количественные показатели тератогенеза у видов, относящихся к двум первым под родам (*Tulipa*, *Eriostemones*), колеблются примерно в одинаковых пределах, только у видов самого малочисленного под рода *Orithyia* – почти вдвое ниже.

Таким образом, исследованные виды разделяются на четыре группы – с низкой, средней, высокой и очень высокой склонностью к образованию терат. К первой группе (доля аномальных особей в природе составляет менее 1,5%) относятся 8 видов (*T. altaica*, *T. ostrowskiana*, *T. tarda*, *T. dasystemon*, *T. bifloriformis*, *T. buhseana*, *T. heteropetala*, *T. uniflora*), а также скорее всего еще 2 вида из под рода *Eriostemones* (*T. biflora*, *T. binutans*), о которых можем судить только по данным, полученным в культуре. Ко второй группе (доля аномалий колеблется от 1,50% до 2,49%) относятся 5 видов (*T. kolpakowskiana*, *T. behmiana*, *T. greigii*, *T. dasystemonoides*, *T. heterophylla*); к третьей (доля аномалий от 2,50% до 3,49%) – 8 видов (*T. zenaidae*, *T. tetraphylla*, *T. brachystemon*, *T. alberti*, *T. schrenkii*, *T. patens*, *T. regelii*, *T. orthopoda*); к четвертой (доля аномалий превышает 3,5%) – всего 3 (*T. dubia*, *T. kaufmanniana*, *T. turkestanica*).

При перенесении видов тюльпанов в культуру, как луковицами, так и семенами, число терат увеличивается, что закономерно в связи с изменением условий обитания и свидетельствует о расширении диапазона пластичности и амплитуды морфологической изменчивости всех видов без исключения. Однако, степень повышения количества аномалий различна – у одних видов отмечено двукратное (*T. greigii*, *T. orthopoda*, *T. kolpakowskiana*, *T. kaufmanniana*, *T. alberti*), у других – трехкратное (*T. ostrowskiana*, *T. zenaidae*, *T. altaica*, *T. dasystemonoides*, *T. buhseana*), четырех- и пятикратное (*T. turkestanica*, *T. tarda*, *T. heteropetala*) или даже десятикратное (*T. dasystemon*) увеличение. По некоторым видам, оказавшимся неустойчивыми в культуре

(*T. heterophylla*, *T. regelii*), подобных данных получить не удалось, по другим (*T. behmiana*, *T. tetraphylla*, *T. schrenkii*) из-за недостаточного количества учетного материала они оказались явно некорректными. Тот факт, что все тюльпаны выращиваются на одном участке, в абсолютно одинаковых условиях, свидетельствует о том, что экологические условия обитания видов в природе не являются главной причиной различной склонности их к тератогенезу, хотя роль таковых несомненно важна, что было доказано ранее на примере тюльпанов и других представителей семейства Liliaceae, как в естественных условиях (Иващенко 1981, 1987), так и в условиях эксперимента, в частности, В.П. Печеницыным (1990) при изменении температурного режима.

Интересные данные получены при изучении склонности к тератогенезу различных форм одного и того же вида. Максимальным полиморфизмом, как по окраске цветка, так и по общему габитусу растения из всех исследованных видов отличается *T. kaufmanniana*. В 1992 г. на коллекционном участке Главного ботанического сада мы провели учет аномалий среди особей типичной формы со светло-желтыми цветками и среди особей еще 8 отобранных нами в природе форм, а также их смеси. Установлено, что почти все формы характеризуются повышенной склонностью к образованию терат (от 6,7% до 22,7%) по сравнению с типичной. Исключение составляют лишь две низкорослые формы с малиновыми и лимонно-желтыми цветками (5,0% и 3,3% соответственно). В целом количество терат даже у смеси форм (13,8%) более чем в два раза выше, чем у типичной. Аналогичная закономерность отмечена и для других видов. Например, у типичной формы *T. greigii* в 1996 г. доля аномалий составила 2,45%, у желтоцветковой – 5,3%, у типичной формы *T. patens* в 1991 г. – 2,2%, у розовоцветковой – 7,8%.

Таким образом, количественные показатели тератологической изменчивости дикорастущих тюльпанов могут служить

Табл. 1. Число терат различных видов тюльпанов в природных популяциях (А) и в условиях культуры (Б).

Table 1. The number of anomalies in the various species of tulips from natural populations (A) and the culture (B).

Вид	А		Б	
	Количество		Количество	
	просмотр. особей	терат, %	просмотр. особей	терат, %
Подрод <i>Tulipa</i> L.				
Секция <i>Kolpakowskiana</i> Raamsd. ex Zonn. et Veldk.				
<i>T. zenaidae</i> Vved.	1440	2,78	255	8,23
<i>T. tetraphylla</i> Regel	820	2,93	26	3,85
<i>T. brachystemon</i> Regel	60	3,33	113	15,04
<i>T. kolpakowskiana</i> Regel	5715	1,70	1548	3,16
<i>T. behmiana</i> Regel	1300	2,08	4	25,00
<i>T. altaica</i> Pall. ex Spreng.	808	1,11	1185	3,29
<i>T. ostromskiana</i> Regel	3010	1,26	500	3,60
Секция <i>Vinistriatae</i> (Raamsd.) Zonn.				
<i>T. alberti</i> Regel	4340	3,48	255	5,88
<i>T. greigii</i> Regel	15900	2,07	4360	4,11
Секция <i>Spiranthera</i> Vved. ex Zonn. et Veldk.				
<i>T. dubia</i> Vved.	270	11,10	92	9,78
<i>T. kaufmanniana</i> Regel	6140	5,16	16330	9,25
Секция <i>Tulipa</i>				
<i>T. schrenkii</i> Regel	543	2,58	30	13,00
Подрод <i>Eriostemones</i> (Boiss.) Raamsd.				
Секция <i>Sylvestris</i> Baker				
<i>T. patens</i> Agardh ex Schult. et Schult. fil.	385	2,86	1275	6,12
Секция <i>Biflores</i> A.D. Hall ex Zonn. et Veldk.				
<i>T. tarda</i> Stapf	140	0,71	2432	3,45
<i>T. dasystemon</i> (Regel) Regel	4880	1,09	140	10,71
<i>T. regelii</i> Krasn.	3015	3,15	нет данных	
<i>T. orthopoda</i> Vved.	150	2,50	615	5,20
<i>T. biflora</i> Pall.	нет данных		220	1,82
<i>T. bifloriformis</i> Vved.	9905	0,66	2420	0,87
<i>T. buhseana</i> Boiss.	100	1,00	300	3,00
<i>T. binutans</i> Vved.	нет данных		250	6,00
<i>T. turkestanica</i> (Regel) Regel	2090	4,50	370	18,38
<i>T. dasystemonoides</i> Vved.	4412	1,88	180	5,60
Подрод <i>Orithyia</i> (D. Don.) Baker				
<i>T. heteropetala</i> Ledeb.	300	1,00	1580	5,32
<i>T. heterophylla</i> (Regel) Baker	3315	1,57	нет данных	
<i>T. uniflora</i> (L.) Bess. ex Baker	152	< 0,65	205	1,95

хорошим ориентиром для отбора видов и форм в целях дальнейшей селекционной работы.

### Цитируемые источники

- Бочанцева З.П. 1962.** Тюльпаны. Морфология, цитология и биология: 1–408. Издательство АН УзССР, Ташкент
- Иващенко А.А. 1981.** Применение терат растений в качестве индикатора при мониторинге геосистем (на примере Западного Тянь-Шаня). В сб.: Грин А.М., Утехин В.Д., Ананьева Л.М. (ред.), Исследование геосистем в целях мониторинга: 181–195. Институт географии АН СССР, Москва.
- Иващенко А.А. 1987.** Эфемероиды заповедника Аксу-Джабагы (семейство Лилейные): 1–171. Наука, Алма-Ата.
- Иващенко А.А. 2009.** Тюльпан Островского (*T. ostrowskiana* Regel) в природе и культуре. *Вестник Киевского национального университета* 22-24: 124–126.
- Печеницын В.П. 1990.** Влияние температуры на морфогенез среднеазиатских тюльпанов: 1–81. Фан, Ташкент.
- Федоров Ал.А. 1958.** Тератогенез и его значение для формо- и видообразования у растений. В сб.: Проблема вида в ботанике: 213–292. Изд-во АН СССР, Москва – Ленинград.
- Черепанов С.К. 1995.** Сосудистые растения России и сопредельных государств. Мир и семья, Санкт-Петербург.
- Zonneveld В.Ж.М. 2009.** The systematic value of nuclear genome size for «all» species of *Tulipa* L. (Liliaceae). *Plant Syst. Evol.* 281: 217–245.

## QUANTITATIVE INDICATORS OF TERATOLOGICAL VARIABILITY OF KAZAKHSTAN TULIPS IN NATURE AND IN CULTURE

ANNA IVASHCHENKO

**Abstract.** The various ability to form anomalies in 26 species of wild tulips based on years of research was established. Species with minimal (less than 1.5%) and the maximum inclination to teratogenesis ( $\leq 3.5\%$ ) were identified. Also the different degrees of increasing in the number of teratomas (from double to ten times) in the conditions of introduction of different species were found.

**Key words:** *Tulipa*, tulip, teratology, anomalies, natural populations, culture, the ability to produce anomalies

*Ile-Alatau State National Nature Park, Dzhandosova str. 1, 040918 Tausamaly, Karasay district, Almaty region, Kazakhstan; alataupark@mail.ru*



УДК: 581.4: 004.94

## МАШИННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ РОДА *FICUS* L. НА ОСНОВЕ ФОРМ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК

АЛЕКСАНДР З. ГЛУХОВ И ИВАН И. СТРЕЛЬНИКОВ \*

**Аннотация.** Актуальной задачей ботанической науки является разработка методов компьютерного определения видов растений. Идентификацию часто проводят на основе морфологии листовых пластинок. Перспективным является описание формы листьев через значения гармоник эллиптического Фурье разложения, но эффективность этого подхода требует дополнительной проверки. Необходима сравнительная оценка различных алгоритмов классификации. Работу проводили на основе 2812 изображений листьев 15 видов рода *Ficus* L. Для решения обозначенных задач установили оптимальный набор параметров проведения Фурье разложения. Определили, что наилучшие результаты классификации достигаются при использовании 18 гармоник Фурье. Количество опорных точек на контуре не влияло на результат выполнения моделей. Сравнили точность идентификации 30 классификационных алгоритмов. Самой высокой точностью классификации (98%) обладал алгоритм «случайного леса». Объединение нескольких классификационных алгоритмов путем «стога» позволяет повысить эффективность распознавания форм листьев.

**Ключевые слова:** *Ficus*, форма листовой пластинки, эллиптический Фурье анализ, классификационные модели

Донецкий ботанический сад НАН Украины, пр. Ильича, 110, г. Донецк, 83059, Украина; \* [ivanstrel87@gmail.com](mailto:ivanstrel87@gmail.com)

### Введение

Определение вида растения является процедурой, широко востребованной в ботанической практике. Обычно, это рутинный процесс, требующий участия специалиста и не лишенный недостатков субъективного восприятия характеристик растения. Популярными сегодня молекулярными методами идентификации остаются малодоступными и дорогостоящими. В результате, сложился высокий интерес к разработке новых автоматических, мало затратных методов определения растений. Активное развитие прикладных отраслей компьютерного зрения, обработки изображений и распознавания образов, обеспечило перспективность идентификации растений на основе их изображений. Легкость получения цифровых фотографий и успехи в области искусственного интеллекта делают эти подходы доступными и эффективными. В приложениях распознавания образов форма объектов выступает наиболее информативным признаком. В рамках

компьютерной классификации растений наибольший интерес представляет форма листовой пластинки, прежде всего из-за легкости отображения объекта в двухмерном пространстве и высокой стабильности признака в пределах вида.

В практической реализации возникают две базовые задачи: подбор оптимального метода описания формы и выбор алгоритма классификации. Для описания формы чаще всего используются классические морфометрические параметры на основе линейных размеров, периметра и площади (WANG 2005; LEE & CHEN 2006; SINGH *et. al.* 2010). В последние годы наблюдается растущий интерес к методам интерпретации формы через анализ конформации точек, формирующих контур объекта. Наиболее разработанным является эллиптическое Фурье разложение форм (CLAUDE 2008). В работе J. НЕТО (2006), показана потенциально высокая эффективность классификации видов растений на основе дескрипторов Фурье. При этом нерешенной остается задача подбора оптимальной

комбинации параметров Фурье разложения. Отсутствуют данные и о сравнительной эффективности разных классификационных алгоритмов.

Основываясь на вышесказанном, были поставлены следующие задачи: определить оптимальное для классификации количество гармоник и опорных точек при Фурье разложении форм; дать сравнительную оценку 30 распространенных классификационных алгоритмов; проверить возможность применения процедуры стогования предсказательных моделей для повышения эффективности идентификации растений.

### Материалы и методы исследований

Классификацию проводили на 2812 изображениях листовых пластинок принадлежащих к 15 видам рода *Ficus* L.: *F. benjamina* L., *F. binnendijkii* Miq., *F. craterostoma* Warb. ex Mildbr., *F. cyathistipula* Warb., *F. elastica* Roxb. ex Hornem., *F. macrophylla* Roxb., *F. microcarpa* L. f., *F. natalensis* Hochst. subsp. *leprieurii* (Miq.) C.C. Berg, *F. pumila* L., *F. religiosa* L., *F. rubiginosa* Desf. ex Vent., *F. sycomorus* L., *F. thonningii* Blume, *F. vallis-choudae* Delile, *F. watkinsiana* F.M. Bailey. Предварительную обработку сканированных изображений проводили в среде пакета FIJI (SCHINDELIN *et al.* 2012). На этом этапе получали бинарные изображения листовых пластинок. Дальнейшую обработку осуществляли с использованием языка программирования R (R CORE TEAM 2012). Общая схема получения гармоник эллиптического Фурье разложения соответствовала рекомендациям (CLAUDE 2008).

Так как задача классификации видов растений подразумевает использование листьев с существенно различающимся морфологическим строением, была выбрана схема на базе псевдоопорных точек. В данном варианте, эффективность обучения классификационной модели может зависеть от двух параметров: количества

опорных точек вдоль контура и количества определяемых гармоник Фурье разложения. Для нахождения оптимального соотношения этих параметров подготавливали исходный набор контуров листовых пластинок в шести вариантах, с расстановкой по 30, 40, 60, 100, 180 и 300 опорных точек на каждом контуре. После, для каждого варианта находили по 12, 18, 24, 30 гармоник эллиптического Фурье разложения. В результате получили 24 комбинации параметров. Значения гармоник из каждой комбинации использовали в качестве исходных данных для построения классификационных моделей. На этом этапе тестировали выполнение четырех распространенных алгоритмов: «опорная векторная машина с радиальным базисом», «случайный лес деревьев решений», «искусственная нейронная сеть» и «простой Бейес». Для классификации использовали схему обучения без контроля. Эффективность выполнения модели оценивали по результатам 5 случайных повторений 10-кратной перекрестной проверки. Оптимальную комбинацию определяли по результатам множественного дисперсионного анализа, значения гармоник этой комбинации использовали в дальнейшем.

На следующем этапе оценивали эффективность классификации 30 алгоритмов. Подбор оптимальных макропараметров осуществляли с применением библиотеки функций caret (КУНН 2008). Перечень алгоритмов представлен в Табл. 1.

Для построения классификационных моделей использовали метод обучения с контролем. Для этого исходный набор данных делили на тренировочную и тестовую выборки по 75% и 25% от начального размера, соответственно. Подбор макропараметров и первичную оценку эффективности классификации проводили на основе 10-кратной перекрестной проверки. Вариант алгоритма с оптимальными параметрами обучали на всей тренировочной выборке.

Процедуру стогования моделей проводили на основе (WOLPERT 1992).

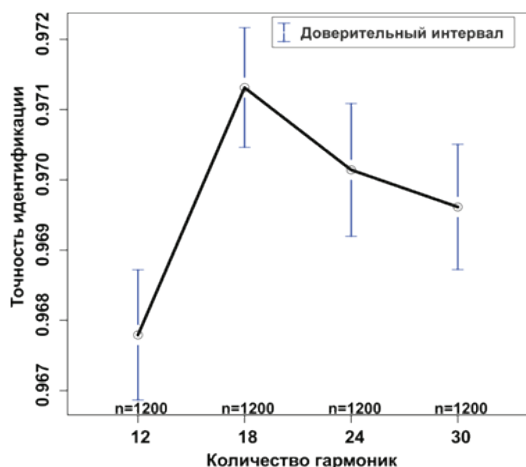
**Табл. 1.** Перечень алгоритмов. \* Сокращение названия алгоритма принятое в библиотеке *caret* языка программирования R.

**Table 1.** List of the algorithms. \* Algorithm names abbreviations as accepted in the *caret* library of the R programming language.

№	Метод	Алгоритм*	Источник
1	Бэггинг (гибкий дискриминантный анализ)	bagFDA	FRIEDMAN 1991
2	Бэггинг (регрессионное дерево решений)	treebag	HOTHORN <i>et. al.</i> 2004
3	Бейес метод	nb	KUHN 2008
4	Деревья с поддержкой	gbm	FRIEDMAN 2002
5	Эластичная сеть	glmnet	SIMON 2011
6	Гибкий дискриминантный анализ	fda	HASTIE 2009
7	Общая линейная модель	glmStepAIC	VENABLES & RIPLEY 2002
8	Гетероскедастический дискриминантный анализ	had	KUMAR & ANDREOU 1998
9	К ближайших соседей	knn	VENABLES & RIPLEY 2002
10	Обучаемая векторная дискретизация	lvq	VENABLES & RIPLEY 2002
11	Линейный дискриминантный анализ	sddaLDA	KUHN 2008
12	Смешанный дискриминантный анализ	mda	HASTIE 2009
13	Ближайших сходящихся центров	pam	TIBSHIRANI <i>et. al.</i> 1999
14	Нейронная сеть	avNNet	KUHN 2008
15	Нейронная сеть	nnet	VENABLES & RIPLEY 2002
16	Частичных наименьших квадратов	pls	MARTENS & Næs 1989
17	Дискриминантный анализ со штрафами	Pda	HASTIE 2009
18	Дискриминантный анализ со штрафами	Pda2	HASTIE 2009
19	Квадратичный дискриминантный анализ	sddaQDA	KUHN 2008
20	Сеть функций с радиальным базисом	rbf	KUHN 2008
21	Случайный лес	ORFridge	MENZE <i>et. al.</i> 2011
22	Случайный лес	rf	BREIMAN 2001
23	Рекурсивное деление	ctree	STROBL <i>et. al.</i> 2009
24	Рекурсивное деление	rpart	BREIMAN <i>et. al.</i> 1984
25	Регулярный дискриминантный анализ	rda	PRESS <i>et. al.</i> 1992
26	Модель правил	C5.0Rules	QUINLAN 1993
27	Самоорганизующиеся карты	bdk	KUHN 2008
28	Рассеянный линейный дискриминантный анализ	sparseLDA	PHATAK <i>et. al.</i> 2010
29	Машина опорных векторов	svmPoly	KUHN 2008
30	Машина опорных векторов	svmRadial	KUHN 2008

Отобрали 15 алгоритмов, проявивших наилучшую эффективность по результатам перекрестной проверки. Провели предсказание видов по значениям гармоник тренировочного множества всеми отобранными моделями. Результаты представили в виде вероятностей отнесения

каждого из контуров листовой пластинки к каждому из 15 видов. Объединили предсказания всех моделей в одну таблицу, в результате каждому абрису соответствовал набор из 225 предсказанных значений. Полученное множество использовали при повторном обучении всех алгоритмов по



**Рис. 1.** Влияние количества гармоник на точность идентификации контуров листовых пластинок: *n* – количество наблюдений.

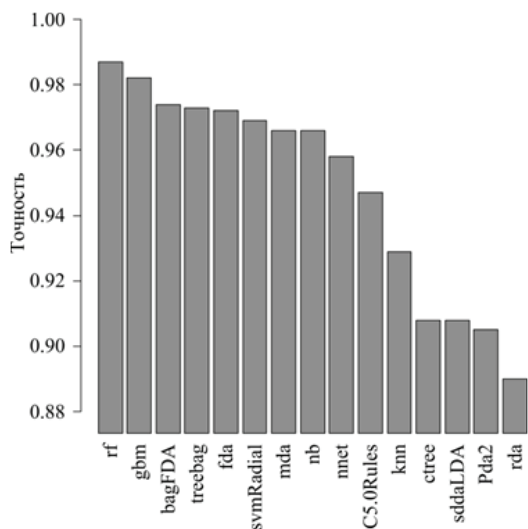
**Fig. 1.** The influence of the harmonics number on the accuracy of the leaf plate's identification: *n* – number of observations.

вышеописанной схеме. Для сравнения классификационной эффективности моделей индивидуальных алгоритмов и результатов стогования моделей сравнивали показатели перекрестной проверки и результаты классификации на тестовой выборке.

### Результаты и их обсуждение

Оценили влияние количества опорных точек на контуре и количества находимых гармоник на эффективность идентификации вида. Согласно результатам дисперсионного анализа количество точек не влияет значимо на конечный результат обучения моделей. Поэтому для дальнейшего анализа использовали среднее значение – 100 точек. Количество гармоник Фурье разложения достоверно влияло на качество идентификации видов. Результаты теста по сумме выполнения всех классификационных моделей представлены на Рис. 1.

Из Рис. 1 видно, что наилучший результат идентификации достигается при использовании 18 гармоник. Взаимодействие двух параметров не обнаружено. Предварительная оценка



**Рис. 2.** Точность идентификации 15 лучших алгоритмов.

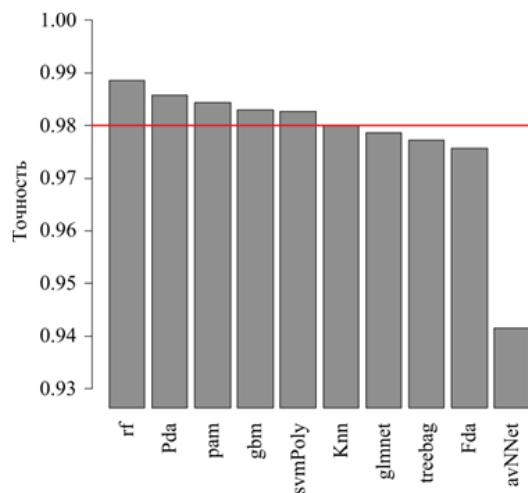
**Fig. 2.** The identification accuracy of the top 15 algorithms.

значимости гармоник Фурье разложения показала, что для всех видов первые десять гармоник описывают не меньше 99% вариации форм. Это свидетельствует о значимости мелких деталей очертаний листа для точного определения вида. Можно предположить, что гармоники, следующие после восемнадцатой, не содержат специфической информации, то есть описывают шумность данных и не должны включаться в анализ.

Оценка эффективности идентификации индивидуальных алгоритмов показала, что 17 из них имеют точность выше 90%. Ошибки классификации этих моделей распределены равномерно. Следовательно, в выборке отсутствуют принципиально неразличимые виды. На рисунке 2 представлены показатели точности 15 лучших моделей.

Наилучший результат классификации продемонстрировал алгоритм *rf* – «случайный лес деревьев решений». Средний показатель точности этой модели по результатам 10-кратной перекрестной проверки составил 0,987 со стандартным отклонением в 0,01. Алгоритмы *gbf*,





**Рис. 3.** Точность идентификации 10 лучших моделей после процедуры стогаования. Красной линией обозначена максимальная точности индивидуальных моделей.

**Fig. 3.** The identification accuracy of the top 10 models after the stacking procedure. Red line assigns maximal accuracies for individual models.

ORFridge, glmStepAIC и sparseLDA показали точность меньше 0.5. Из предсказаний 15 лучших моделей сформировали новое обучающее множество и провели на нем повторное обучение моделей.

Согласно результатам перекрестной проверки предложенная схема позволила существенно улучшить качество классификационных моделей. Алгоритмы fda, gbm, glmnet, pam, Pda, rf, svmPoly и treebag продемонстрировали 100% среднюю точность идентификации с нулевым стандартным отклонением. Остальные модели кроме pls, gpart, ORFridge и rda имели точность выше 90%. Для объективной оценки улучшения классификаций проверили индивидуальные и множественные модели на тестовом множестве. Точность отдельных алгоритмов снизилась несущественно. Это свидетельствует об отсутствии эффекта переобучения. Соотношение между разными алгоритмами по точности осталось таким же, как и в случае с перекрестной оценкой. Самый высокий результат в 98% точных идентификаций был у rf. Сравнение

результатов 10 лучших множественных моделей с максимальным показателем индивидуальных алгоритмов представлено на рисунке 3.

Результаты пяти алгоритмов после «процедуры стогаования» превзошли максимальную точность индивидуальных моделей. Эффективность rf во множественном варианте составила 0,9886. Таким образом, стогаование улучшило точность определения на 0,886. В масштабах выборки (701 контур) этот показатель может быть воспринят как несущественный. В абсолютных значениях индивидуальный rf допустил 14 ошибок, а rf после стогаования – 8. Следовательно, количество неправильных классификаций уменьшилось на 43%.

### Заключение

Гармоники эллиптического Фурье разложения форм листовых пластинок являются информативным параметром для проведения машинной идентификации видов растений. Оптимальные результаты классификации достигаются при использовании 18 гармоник. Высокая эффективность моделей подтверждает устойчивость признаков формы листьев в пределах вида. Наиболее перспективным алгоритмом для автоматического определения растений является случайный лес деревьев решений. Впервые применили метод стогаования моделей в сфере компьютерной идентификации растений. Данный вариант объединения предсказаний способен значительно улучшить качество определения видов.

### Цитируемые источники

- BREIMAN L. 2001.** Random forests. *Mach. Learn* **45** (1): 5–32.
- BREIMAN L., FRIEDMAN J., OLSEN R., STONE C. 1984.** Classification and regression trees. Wadsworth.
- CLAUDE J. 2008.** Morphometrics with R. Springer, New York.
- FRIEDMAN J. 1991.** Multivariate adaptive regression splines. *Ann. Stat.* **19**(1): 1–141.

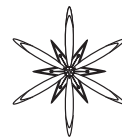
- FRIEDMAN J.H. 2002.** Stochastic gradient boosting. *Comp. Stat. Data A.* **38** (4): 367–378.
- HASTIE N. 2009.** Elements of statistical learning – data mining, inference and prediction (2<sup>nd</sup> edition). Springer, New York.
- HOTHORN T., LAUSEN B., BENNER A., RADESPIEL-TROGER M. 2004.** Bagging survival trees. *Stat. Med.* **23** (1): 77–91.
- KUHN M. 2008.** Building predictive models in R using the caret package. *J. Stat. Soft.* **28** (5): 1–26.
- KUMAR N., ANDREOU A. 1998.** Heteroscedastic discriminant analysis and reduced rank HMMs for improved speech recognition. *Speech Commun.* **25**: 283–297.
- LEE C.-L., CHEN S.-Y. 2006.** Classification of leaf. *Int. J. Imaging Sys. Tech.* **16** (1): 15–23.
- MARTENS H., NÆS T. 1989.** Multivariate calibration. Wiley, Chichester.
- MENZE B.H., KELM B.M., SPLITTHOFF D.N., KOETHE U., HAMPRECHT F.A. 2011.** On oblique random forests. *ECML PKDD'11 Proceedings of the 2011 European conference on Machine learning and knowledge discovery in databases. Vol. 2*: 453–469.
- NETO J.C. 2006.** Plant species identification using Elliptic Fourier leaf shape analysis. *Comp. Electr. Agricult.* **50** (2): 121–134.
- PHATAK A., KHIVERI H., CLEMMENSEN L.H., WILSON W.J. 2010.** Constructing dependency networks using sparse linear regression. *Bioinformatics* **26** (12): 1576–1577.
- PRESS W.H., FLANNERY B.P., TEUKOLSKY S.A., VETTERLING W.T. 1992.** Numerical recipes in C. Cambridge University Press, Cambridge.
- QUINLAN R. 1993.** Programs for machine learning. Morgan Kaufmann Publishers.
- R CORE TEAM 2012.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.
- SCHINDELIN J., ARGANDA-CARRERAS I., FRISE E., KAYNIG V., LONGAIR M., PIETZSCH T., PREIBISCH S., RUEDEN C., SAALFELD S., SCHMID B., TINEVEZ J.Y., WHITE D.J., HARTENSTEIN V., ELICEIRI K., TOMANCAK P., CARDONA A. 2012.** Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat. Methods* **9**: 676–682.
- SIMON N. 2011.** Regularization paths for Cox's proportional hazards model via coordinate descent. *J. Stat. Soft.* **39** (5): 1–13
- SINGH K., GUPTA I., GUPTA S. 2010.** SVM-BDT PNN and Fourier moment technique for classification of leaf shape. *Int. J. Signal Process, Image Process. Pattern Recogn.* **3** (4): 67–78.
- STROBL C., MALLEY J., TUTZ G. 2009.** An introduction to recursive partitioning. *Psy. Meth.* **14** (4): 323–348.
- TIBSHIRANI R., HASTIE T., NARASIMHAN B., CHU G. 1999.** Diagnosis of multiple cancer types by shrunken centroids of gene expression. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **99** (10): 6567–6572. doi: 10.1073/pnas.082099299
- VENABLES W.N., RIPLEY B.D. 2002.** Modern applied statistics with S. 4<sup>th</sup> edition. Springer.
- WANG X.-F. 2005.** Recognition of leaf images based on shape features using a hypersphere classifier. *Adv. Intel. Computing* **364**: 87–96.
- WOLPERT D. 1992.** Stacked generalization. *Neural Networks* **5** (2): 241–259.

## COMPUTER AIDED IDENTIFICATION OF THE *FICUS L.* SPECIES BY THE LAMINA SHAPE

ALEXANDER Z. GLUHOV & IVAN I. STRELNIKOV \*

**Abstract.** The development of computer aided plant species determination is the urgent task of the botanical science. Identification is often based on the morphology of the lamina. It is promising to describe the leaf shapes through the harmonic values of elliptic Fourier decomposition, but the effectiveness of this approach requires further verification. Another task is a comparative evaluation of different classification algorithms. The work was conducted on the 2812 leaves images of the 15 *Ficus L.* species. To solve the described tasks the optimal set of the Fourier decomposition parameters was determined. The best results are achievable by using the classification with 18 Fourier harmonics. Number of reference points on the outline does not affect the result of the models. We compared an identification accuracy of the 30 classification algorithms. Random forest algorithm had the highest classification accuracy – 98%. Combining different prediction algorithms by stacking improves the efficiency of the leaf shapes recognition.

**Key words:** *Ficus*, lamina shape, elliptic Fourier analysis, classification models



## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

НАДЕЖДА Н. НИКОЛАЕВА

**Аннотация.** Даны определения и систематизированы морфологические формы карельской березы.

**Ключевые слова:** *Betula pendula* var. *carelica*, карельская береза, формы роста и ствола, рельеф поверхности ствола

Институт леса КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск, 185910, Россия; mnikol@krc.karelia.ru

Черта, наиболее полно характеризующая карельскую березу (*Betula pendula* Roth. var. *carelica* Merkl.) – полиморфизм, который проявляется по габитусу и типу поверхности ствола, характеру распределения узорчатой текстуры древесины по стволу, цвету древесины и коры, ветвлению, занимаемым местообитаниям и т.д.

Деление растений карельской березы (б.к.) на морфологические формы опирается на морфологические характеристики ствола, на основании которых фиксируют жизненную форму, форму роста, форму ствола, рельеф поверхности ствола. В ходе натурного описания насаждения исследователи сталкиваются с необходимостью классификации растений по группам, но часто в описаниях встречается смешивание нескольких характеристик, отсутствие четкой схемы, что в дальнейшем приводит к снижению ценности выполненных работ и невозможности сравнения.

Цель данной работы – на основе анализа естественных (Карелия, Псковская, Смоленская области, Белоруссия, Украина) и искусственных (Карелия, Воронежская, Кировская, Московская, Мурманская, Псковская области, Белоруссия, Украина) насаждений б.к. предложить конкретную схему описания ее морфологических форм на основании характеристик ствола.

Для растений б.к. характерны *древовидная* и *кустообразная жизненные формы (ЖФ)* (Рис. 1). Основное отличие заключается в наличии ясно выраженного

древесного ствола у первой формы, отсутствие единой лидерной оси и большое количество осей у последней. Древовидная жизненная форма, в зависимости от высоты лидерной оси (Соколов 1948), подразделяется на *высокоствольную* (выше 7 м) и *короткоствольную* (ниже 7 м) **формы роста (ФР)** и может быть *одноствольной* (монокормное дерево, Рис. 2 А), *многоствольной* (несколько полно-древесных стволов развиваются от одного корня, Рис. 3 В). Форма роста *древовидный куст* – когда основу куста представляют древесные стволы в качестве осей второго порядка (Рис. 3 I–J). Очень редко у б.к. формируется форма роста *стланец* (Рис. 2 I), стелющееся дерево с кроной, приподнимающейся над поверхностью почвы на высоту до 2 м. Высота растения в этом случае может быть меньше, чем длина ствола.

Кустообразная жизненная форма может быть подразделена на *кустовидную* (несколько лидирующих осей, высотой от 4 м и диаметром до 15 см, отходят от одного корня, Рис. 3 А), *кустообразную* (лидирующий ствол на высоте до 80 см распадается на примерно равные ветви второго порядка в количестве более 4 шт., Рис. 3 D–G) и *кустарниковую* (многочисленные стволы от корня, диаметром до 6 см и высотой до 3 м, Рис. 3 H) формы роста.

Высокоствольные растения б.к. часто представлены *прямоствольной (Рис. 2 А) формой ствола (ФС)*. Подавляющее большинство короткоствольных и



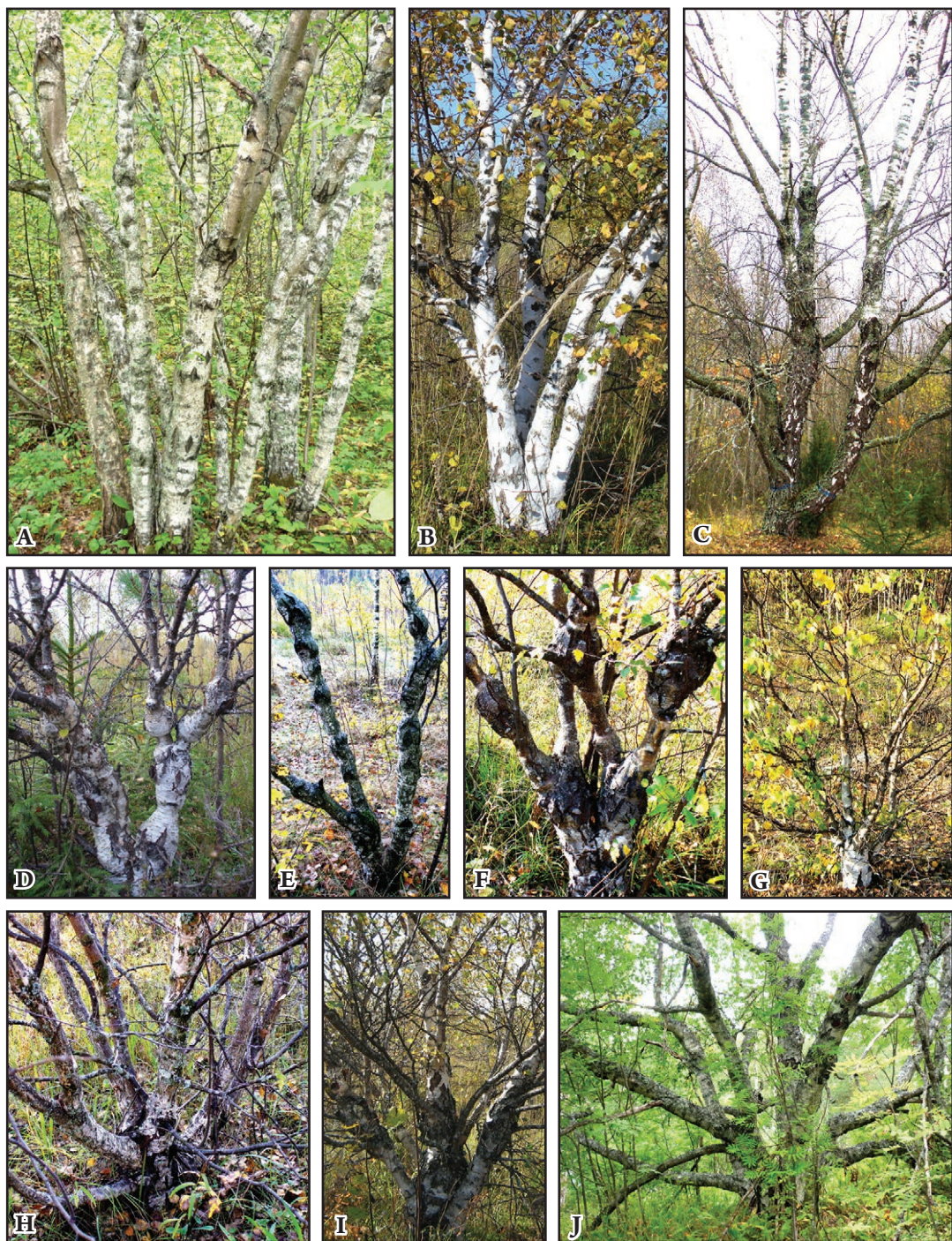


**Рис. 2.** Морфологические формы карельской березы по рельефу поверхности ствола (А-Н) и форма роста стланец (I): А-С – шаровидно-утолщения форма рельефа (А – разреженное положение «шаров», высокоствольная форма; В – сближенные муфты, короткоствольная форма; С – муфты на ветвях второго порядка, короткоствольная форма); D – ребристая форма рельефа; E – дискообразная форма рельефа; F – мелкобугорчатая форма рельефа; G – крупнобугорчатая форма рельефа; H – неравномерно-бугорчатая форма рельефа поверхности. Пунктирные и сплошные черные стрелки – односторонние вздутия на стволе.

**Fig. 2.** Morphological forms of Karelian birch based on the trunk surface relief (A-H), as well as the procumbent form of trunk (I): A-C – tubercular surface relief (A – sparsely spaced tubercules, high-stemmed form; B – connivent muffs, short-stemmed form; C – muffs on the 2<sup>nd</sup> range branches, short-stemmed form); D – ribbed surface relief; E – ringed surface relief; F – small-knobbed surface relief; G – large-tuberous surface relief; H – irregular tuberous surface relief. Dotted and solid arrows – unilateral swellings on the trunk.

закручиванию вправо по оси ствола. *Ледяная (дискообразная)* форма рельефа поверхности (Рис. 2 E) встречается у древовидной жизненной формы. Характерны утолщения в виде дисков, как бы нанизанных один за другим по всему стволу. *Мелкобугорчатая*

форма рельефа поверхности (Рис. 2 F) отмечена во всех формах роста, но чаще встречается у высокоствольных деревьев. Многочисленные мелкие (2-4 см в диаметре) утолщения хорошо заметны по всему стволу, с подъемом в крону их количество постепенно



**Рис. 3.** Морфологические формы роста (ФР) и формы ствола (ФС) карельской березы: **А** – кустовидная ФР; **В** – многоствольная ФР; **С** – лироствольная ФС; **Д-Е** – вильчатая ФС; **Д-Г** – кустообразная ФР; **Н** – кустарниковая ФР; **И, J** – ФР древовидный куст.

**Fig. 3.** Morphological growth forms (GF) and forms of trunk (TF) of Karelian birch: **A** – bushy GF; **B** – multi-stemmed GF; **C** – lyriform TF; **D-E** – forked TF; **D-G** – bush-shaped GF; **H** – shrubby GF; **I, J** – tree bush GF.



Рис. 4. Наклонная форма ствола карельской березы.

Fig. 4. Inclined form of Karelian birch trunk.



снижается. Среди деревьев б.к. встречается большой процент растений с крупно-бугорчатым (Рис. 2 Г) и неравномерно-бугорчатым (Рис. 2 Н) рельефом ствола, которые, необходимо особо выделить среди переходных форм, так как в ряде обследованных нами насаждениях эти формы составили более 60%. Для *неравномерно-бугорчатой* формы рельефа поверхности характерно наличие по всему стволу крупных односторонних вздутий (не охватывающих ствол целиком), перемежающихся с мелкими и средними (до 10 см в диаметре) бугорками (Рис. 2 Н). У растений с *крупно-бугорчатой* поверхностью, в отличие от предыдущего варианта, отмечаются по стволу только крупные односторонние вздутия, наплывообразные утолщения (Рис. 2 Г). Так как с возрастом, из-за развития тканей коры, снижается возможность диагностирования наличия небольших участков ствола с мелкой бугорчатостью, то обе вышеупомянутые формы мы объединили в одну группу и обозначили как *бугорчатая* форма. Имеются *переходные* формы, сочетающие в себе по два варианта рельефа поверхности ствола и безузорчатые особи. В семенном потомстве б.к. всегда часть растений формирует

обычную прямослойную древесину (безузорчатая карельская береза) и не имеют рельефа поверхности ствола, свойственного узорчатым особям б.к.

Полиморфность б.к. хорошо известна и при натурных описаниях возможны ситуации, когда дискретность признака ставится под сомнение. В этом случае необходимо внести пояснение в примечание к описанию. С применением предложенной схемы описание растений представленных на приведенных изображениях будет следующим. Для Рис. 2 А: ЖФ – древовидная; ФР – высокоствольная, одноствольная, дерево; ФС – прямоствольная; РП – шаровидно-утолщенный. Для Рис. 3 А: ЖФ – кустообразная; ФР – короткоствольная, многоствольная, кустовидная; ФС – прямоствольная; РП – бугорчатый.

Данная схема (Рис. 1) является основой и, при необходимости, может быть дополнена, хотя важнейшие морфологические особенности б.к. в ней отражены. Использование предложенного описания и схемы будет востребовано при проведении инвентаризации и исследований в насаждениях карельской березы.

**Цитируемые источники**

- Соколов Н.О. 1948.** Некоторые особенности анатомического строения древесины карельской березы. *Труды ЛТА* **64**: 83–90.
- SAARNIO R. 1976.** The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland. *Folia For.* **263**: 1–28. (in Finnish with English summary)

**MORPHOLOGICAL FORMS OF KARELIAN BIRCH**

NADEZHDA N. NIKOLAEVA

**Abstract.** The article contains definition and classification of morphological forms of Karelian birch.

**Key words:** *Betula pendula* var. *carelica*, Karelian birch, growth forms, forms of trunk, trunk surface relief

*Forest Research Institute, Pushkinskaya str. 11, 185910 Petrozavodsk, Russia; nnnikol@krc.karelia.ru*





## МОРФОЛОГИЯ КОРЫ *BETULA PENDULA* VAR. *CARELICA* НА ПРЕГЕНЕРАТИВНОМ ЭТАПЕ

НАДЕЖДА Н. НИКОЛАЕВА \* и ВИТАЛИЙ В. ВОРОБЬЕВ

**Аннотация.** Впервые рассмотрены вопросы морфологии коры у растений карельской березы на прегенеративном этапе с разным типом поверхности ствола. Поверхность коры карельской березы изменяется с возрастом от гладкой до трещиноватой. На прегенеративном этапе карельская береза характеризуется гладкой корой и различными типами шелушивания поверхностных слоев феллемы, а особи шаровидно-утолщенной формы отличаются локальным растрескиванием тканей коры утолщений уже в самом начале их образования и ранним формированием ритидома. Морфология комплекса тканей коры является отображением направленности и интенсивности внутренних процессов растения.

**Ключевые слова:** *Betula pendula* var. *carelica*, карельская береза, форма роста, трещиноватость коры, аномальная древесина, ритидом, феллема, флоэма

Институт леса КарНЦ РАН, ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск, 185910 Россия; \* nnnikol@krc.karelia.ru

### Введение

Согласно концепции, разработанной в нашей лаборатории, карельская береза (*Betula pendula* Roth. var. *carelica* Merkl.) представляет собой экологическую форму березы повислой (*Betula pendula* var. *pendula*), которая формируется в зоне относительно благоприятного климата при специфическом сочетании факторов среды, включая температуру, освещенность, влажность и плодородие почвы, комплексное воздействие которых вызывает повышение уровня сахарозы во флоэмном экссудате, что, в свою очередь, индуцирует изменение программы развития клеток камбиальной зоны и ведет к образованию структурных аномалий, известных под названием «узорчатая древесина карельской березы» (Новицкая 2008).

Основное внимание исследователей было посвящено изучению свойств древесины карельской березы (б.к.) в связи с ее высокой декоративной ценностью. Биологические свойства комплекса тканей коры рассматривались в единичных работах: анатомия коры обсуждалась в работах Ермакова с соавторами (Ермаков и др. 1991)

и Новицкой (1998, 2008). В отношении морфологии коры в большинстве работ лишь упоминается факт развития у растений б.к. толстой коры, наличие особей с белой и темной окраской коры, образование в нижней части ствола трещиноватости (Любавская 1978; Евдокимов 1989). Во всех вышеупомянутых исследованиях в качестве объектов использовали средневозрастные растения, вступившие в генеративную фазу. В данной работе впервые будут рассмотрены вопросы морфологии комплекса тканей коры карельской березы на прегенеративном этапе развития в зависимости от рельефа поверхности ствола. Несомненно сопряженность развития тканей древесины и коры. Локализация и мощность развития комплекса тканей коры по стволу дополняют наше понимание биологических особенностей свойственных карельской березе и помогают идентифицировать характер и плотность узорчатости у растущих растений.

### Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на Агробиологической станции в окрестностях

**Табл. 1.** Обследованные насаждения карельской березы (узорчатой и безузорчатой) и березы повислой (\*).**Table 1.** Surveyed stands of Karelian birch (figured and straight-grained), and silver birch (\*).

Местоположение, координаты	Год создания	Возраст на момент обследования, лет	Площадь уч-ка, га	Количество растений, шт		
				узорчатая	безузорчатая	
Агробиологическая станция N 61°45'; E 34°21'	2006	8	0,09	137	143	
	2008	5	0,14	125	183	159*

г. Петрозаводск. Размещение растений 1,5×3,0 м (Табл. 1). Всего было обследовано 588 растений карельской березы (262 узорчатых и 326 безузорчатых) и 159 растений березы повислой (Табл. 1) – все растения получены из семян от контролируемого опыления.

При обследовании учитывали следующие характеристики: высоту растений, диаметры у корневой шейки и на высоте 1,3 м, рельеф поверхности ствола, тип, характер и протяженность трещиноватости по стволу, цвет коры.

При описании морфологии коры за основу были взяты работы Ал.А. Федорова и М.Б. Журманова (1962) и L. JUNIKKA (1994).

Важнейшими морфологическими признаками карельской березы, тесно коррелирующими с узорчатостью древесины, являются неровности и утолщения на стволе, создающие на нем определенный рельеф. Большинство исследователей, в след за SAARNIO (1976) и ЕВДОКИМОВЫМ (1978), выделяют следующие основные формы по рельефу поверхности ствола б.к.: мелкобугорчатую, шаровидно-утолщенную, ребристую, ледяную и большое количество переходных форм на основе различных сочетаний основных, мы тоже придерживаемся данной классификации. Под трещиноватостью коры мы понимаем нарушение целостности комплекса тканей коры ствола дерева, которая ведет к формированию характерного рельефа поверхности с углублениями различной мощности.

При описании анатомической структуры комплекса тканей коры мы ориентировались на терминологию предложенную в работе JUNIKKA (1994). В данной работе термин

«кора» включает в себя все ткани к наружи от васкулярного камбия, вне зависимости от их состава. Перидерма – вторичная защитная ткань коры, замещающая эпидермис или создаваемая в ходе формирования ритидома, состоит из феллемы, феллогена и феллодермы. Ритидом – мертвая внешняя часть коры, включая последнюю сформированную перидерму и отделяемая этой перидермой от живой вторичной флоэмы. Флоэма – состоит из разных тканей и расположена к наружи от ксилемы и ко внутри от перидермы (синоним – внутренняя кора).

Цветность определяли у растений по доминирующему цвету нижней трети ствола. Она является наиболее показательной, так как именно здесь фиксируется начало изменения окраски коры. Подобный подход использовали при выполнении всех описаний, придерживаясь следующих градаций цвета: белый – на белом стволе выделяются темным цветом лишь зарастающие места прикрепления побегов; коричневый – наружные слои феллемы по стволу имеют насыщенную коричневую окраску; светло-коричневый – окраска внешнего слоя феллемы светло-коричневая.

### Результаты и их обсуждение

Появление внешних морфологических признаков, указывающих на начало формирования узорчатой древесины, у сеянцев и саженцев б.к. может наступать в разное время. У некоторых растений они появляются в возрасте 2-3 лет, но чаще рельефность поверхности ствола становится очевидной с 6-10 летнего возраста (Рис. 1), что совпадает с началом периода активного формирования узора.



**Рис. 1.** Растения карельской березы в возрасте 5 лет с рельефом поверхности ствола, характерным для мелкобугорчатой (А-В), крупнобугорчатой (С) и шаровидно-утолщенной (D) форм.

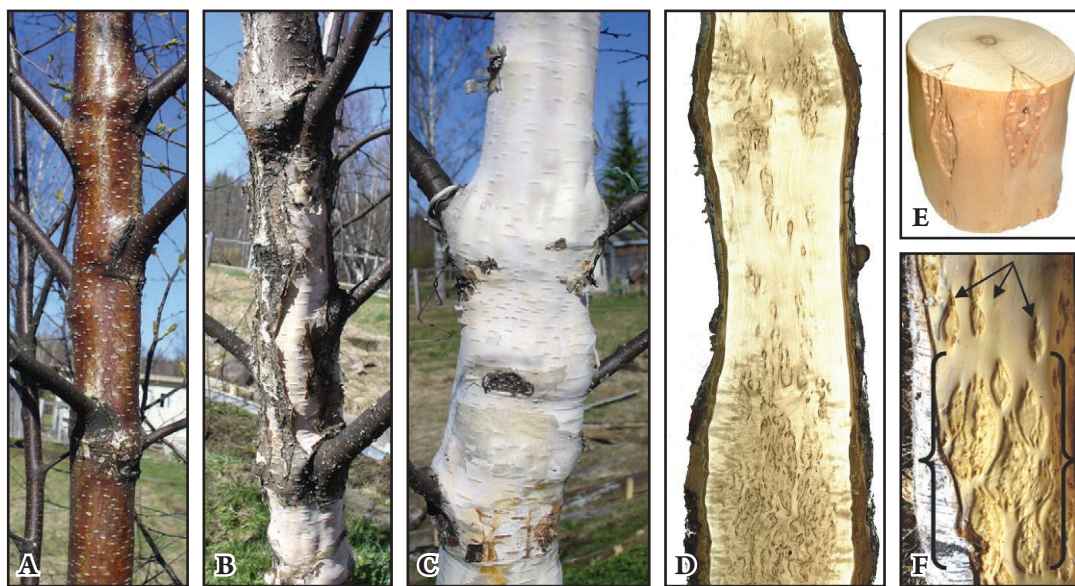
**Fig. 1.** Karelian birch plants of 5 years, with trunk surface relief characteristic for small-knobbed (A-B), large-knobbed (C) and tubercular (D) forms.

В семенном потомстве карельской березы происходит неполное наследование признаков, часть растений формирует обычную прямослойную древесину (безузорчатая карельская береза – б/у.б.к.), характерную для обычной березы повислой (б.пов.) и без внешних морфологических проявлений, свойственных узорчатым особям карельской березы.

Внешние признаки отличия узорчатой от безузорчатой карельской березы могут с возрастом изменяться и получают максимальное развитие у 25-30 летних особей, а в более позднем возрасте сглаживаются по мере затухания ростовых процессов и формирования мощного слоя коры. Внешний вид коры обусловлен многими факторами. Важное значение имеет интенсивность прироста ствола по диаметру, что может приводить к разрыву поверхностных слоев части покровных тканей на различные сегменты. Фактически толщина, площадь и форма сегментов коры зависят от особенностей клеточного строения ее слоев и морфологии самих

клеток, и служат основой для определения форм коры по типу трещиноватости и шелушивания.

Береза относится к группе древесных пород, для которых типичным является кольцевой характер заложения перидермы, ежегодные перидермы формируются параллельно первой. Одновременно с формированием узорчатой древесины в коре происходит интенсивное разрастание и уплотнение ее тканей. Через несколько лет кора над участками с узорчатой древесиной ствола становится значительно толще, чем над участками с безузорчатой древесиной (Рис. 2 D). Благодаря интенсивной пролиферации клеток паренхимы в коре развивается большое давление. Его усилению способствует наращивание все новых слоев клеток ксилемы в результате деятельности васкулярного камбия. Вследствие происходящих процессов в коре формируются трещины, форма и размер которых обусловлены распределением анатомических элементов в толще коры ствола.



**Рис. 2.** Динамика изменения окраски коры и характер шелушивания феллемы у растения б.к. с возрастом (А-С), а также продольный срез ствола шаровидно-утолщенной формы (D) и контура "листочек" (черные стрелки) на поверхности ствола мелкобугорчатой формы (E-F). А – 5 лет; В – 7 лет; С – 9 лет.

**Fig. 2.** Age dynamics of bark color changes and character of phellem exfoliation in Karelian birch plants (A-C), as well as the longitudinal section through the tubercular trunk (D) and the "leaf-like" outlines (black arrows) on the trunk wood of small-knobbed form (E-F) of Karelian birch. A – 5 years old; B – 7 years old; C – 9 years old.

Растения на прегенеративном этапе отличаются интенсивным ростом в высоту и по диаметру (Табл. 2). Узорчатые растения б.к. в пятилетнем возрасте несколько отстают по таксационным параметрам от растений б.пов. и б/у.б.к. В этот период мы отмечаем у всех форм разнообразный характер шелушивания внешних слоев феллемы (Рис. 3), и лишь у растений шаровидно-утолщенной формы отмечена трещиноватость в зоне формирования утолщений (Рис. 3 F). Как следствие, в области утолщений формируется ритидом (Рис. 3 J), мощность развития тканей флоэмы превышает таковую в области отрезка ствола без рельефа. На Рис. 3 G-I показано самое начало формирования мелкобугорчатого типа поверхности ствола. На древесном цилиндре формируется углубление. При условии продолжения начавшихся процессов будет сформировано структурное образование, которое из-за внешнего сходства контура мы называем «листочек» (Рис. 2 E, F). От характера расположения и

мощности развития бугорков («листочков») по стволу зависит плотность узора (Рис. 2 F).

Когда радиальный рост был равномерным по периметру, наблюдали отделение слоев феллемы предыдущих лет формирования в виде пластов (Рис. 3 A, B) и «сеточки» (Рис. 3 C, D). При усилении роста в радиальном направлении конкретного сектора (формировалось утолщение) разрыв поверхностных тканей феллемы происходил именно в данной зоне (Рис. 3 E). Так как в данный период имеет место интенсивный рост по диаметру, то количество слоев и мощность феллемы незначительны и составляют 2-5 слоев, в зависимости от растения.

На Рис. 2 A-C можно проследить в динамике (5-7-9 лет) изменение окраски ствола у растения б.к. Здесь же хорошо видно отсутствие трещиноватости ствола и характер шелушивания поверхностных слоев феллемы, а так же приуроченность формирования бугристого рельефа поверхности ствола преимущественно в

**Табл. 2.** Средняя высота, диаметры в основании ствола ( $D_0$ ) и на высоте 1,3 м ( $D_{1,3}$ ), цвет коры.**Table 2.** Mean height, diameter at the base ( $D_0$ ) and at 1.3 m height ( $D_{1,3}$ ), and bark colour.

Форма березы	$D_0$ , см	$D_{1,3}$ см	Высота, м	Цвет коры, %		
				Белая	Светло-коричневая	Коричневая
5-летние						
Б.пов.	3,5±0,2	1,7±0,1	3,2±0,1	13,9	22,2	63,9
Б.кар.безузорчатая	3,8±0,3	2,1±0,2	3,4±0,2	13,9	6,9	79,2
Б.кар. узорчатая	3,4±0,2	1,3±0,2	2,3±0,2	8,0	24,0	68,0
8-летние						
Б.пов.	5,2±0,3	2,9±0,2	4,8±0,2	79,7	3,4	16,9
Б.кар.безузорчатая	4,5±0,4	2,4±0,3	3,7±0,3	58,1	7,0	34,9
Б.кар. узорчатая	5,7±0,2	2,9±0,3	4,3±0,2	56,8	18,9	24,3

местах прикрепления ветвей.

Важно отметить, что формирование шаровидных и муфтообразных утолщений, как правило, приурочено именно к местам прикрепления крупных ветвей к стволу – зонам, где могут создаваться условия, затрудняющие транспортировку фотоассимилятов, преимущественно в виде сахарозы, по проводящей системе из-за образования зон с повышенным ее содержанием в месте слияния проводящих систем ветви и ствола. Ранее нами было показано (Николаева 2004; Николаева и Новицкая 2007; Николаева & Novitskaya 2009), что структурные особенности листового аппарата б.к. способствуют увеличению общего пула притекающих в запасающие ткани сахаров. Повышенное содержание сахаров, которые не успевают утилизироваться в процессе камбиальной деятельности, вызывает образование запасающих клеток паренхимы, избыточное появление которых является началом структурных нарушений во вторичном проводящем цилиндре б.к. (Новицкая 2008).

В возрасте 5 лет лишь незначительная часть растений б.к. и обычной б.пов. имеют белую окраску коры в основании ствола (Табл. 2), к восьмилетнему возрасту кора более половины растений б.к. и почти 80% обычной б.пов. окрашена в белый цвет (Табл. 2). В каждой из групп берез

сохраняются особи, имеющие более темный цвет феллемы.

При условии роста в культурах, где созданы благоприятные для развития условия (отсутствие затенения, конкуренции за почвенное питание с рядом растущими растениями и т.д.), б.к. на прегенеративном этапе близка или опережает по ряду таксационных параметров обычную б.пов. (Табл. 2). В дальнейшем, когда начинается активное формирование узорчатости, темпы роста в высоту и по диаметру (таксационные параметры) у узорчатых растений б.к. по сравнению с б./у.б.к. и обычной б.пов. снижаются (Евдокимов 1989).

Уже в раннем возрасте проявляются морфологические особенности коры у растений шаровидно-утолщенной формы (Рис. 3 F), в результате интенсивного роста в основном тканей коры, формируются трещины в зоне утолщений. В данном случае наиболее ярко проявляется мозаичность текстуры древесины: участки с узорчатой текстурой перемежаются с преимущественно безузорчатыми обычного строения (Рис. 2 D).

На стволах берез хорошо заметны хаотично расположенные многочисленные удлиненные чечевички. Сориентированные длиной стороной поперек оси ствола, размер варьирует от 0,2 до 1 см длиной и до 0,2 см шириной. Чечевички являются участками перидермы и образуют выпуклости с обеих сторон феллемы, как



**Рис. 3.** Шелушение феллемы на 6-летних растениях (А-Д) и переходная форма (шаровидно-утолщенная и мелкобугорчатая) карельской березы (Е-Ж) 9 лет. А, В – шелушение пластинами; С, Д – формирование «сеточки» на стволе; Е – разрывы феллемы в месте формирования утолщений; F – сформированные трещины в местах шаровидных утолщений ствола (черные стрелки); G – расположение на стволе участков для отбора образцов, толщина тканей флоэмы на прямом отрезке ствола 0,15 см; H – рельефная поверхность ствола, мелкие бугорки (черные стрелки); I – внутренняя поверхность комплекса тканей коры со сформированным выступом в сторону древесины (черная стрелка) и внешняя поверхность древесины с углублением (белая стрелка); J – отслоение тканей ритидома; K – узорчатая поверхность древесины в месте шаровидного утолщения, толщина тканей флоэмы 0,3 см и ритидома – 0,25 см.

**Fig. 3.** Phellem exfoliation on 6-year-old Karelian birch plants (A-D) and Karelian birch of transitional forms (tubercular and small-knobbed) aged 9 years (E-J). A, B – exfoliation in sheets; C, D – “netting” formed on the trunk; E – phellem cracks in swelling regions; F – cracks developed at swollen parts of the trunk (black arrows); G – location of sampling sites on the trunk, thickness of phloem tissues in the straight section of the trunk is 0.15 cm; H – trunk surface with relief, small knobs (black arrows); I – inner surface of the bark tissue complex with an outgrowth protruding towards wood (black arrow) and wood outer surface with a hollow (white arrow); J – rhytidome tissue peeling; K – figured wood surface at the tubercular swelling, phloem tissues is 0.3 cm and rhytidome tissues – 0.25 cm thick.

следствие, на поверхности феллодермы им соответствуют углубления. Размеры чечевичек у разных по рельефу ствола форм карельской березы сильно варьируют, но в большей степени зависят от таксационных параметров дерева – чем крупнее ствол, тем более длинные чечевички на нем можно обнаружить наряду с короткими. Менее вариабельной характеристикой оказалась ширина чечевички, как правило, ее ширина не превышает 0,2 см. Зоны ствола, где формируется многослойный ритидом, чечевички утрачивают.

### Заключение

Таким образом, на прегенеративном этапе карельская береза характеризуется гладкой корой и различными типами шелушивания поверхностных слоев феллемы, а особи шаровидно-утолщенной формы отличаются локальным растрескиванием тканей коры утолщений уже в самом начале их образования и ранним формированием ритидома. На данном этапе по морфологии коры растения карельской березы могут быть отнесены в одну из двух групп. Первая группа – гладкостебельные растения с относительно тонкой корой, кольцевая перидерма которых состоит из единственного слоя феллогена последовательно формирующего слои феллемы (бересты) – ребристая, ледяная, мелкобугорчатая формы и большая часть беззорчатых особей. Вторая группа – растения с толстой продольно- или ромбовидно-трещиноватой корой в местах утолщений ствола, формирующие ритидом, состоящий из множества перидерм с включениями тканей непроводящей флоэмы – шаровидно-утолщенная форма. Степень растрескивания коры – от поверхностной до глубокой. Характер окраски коры изменяется с возрастом, и большинство растений являются белокорыми, но часть популяции сохраняет более темный оттенок цвета феллемы. Морфология комплекса тканей коры является отображением направленности и интенсивности внутренних процессов растения.

### Цитируемые источники

- Евдокимов А.П. 1978.** Эколого-биологические свойства и обоснование методов выращивания карельской березы.: автореф. дис... канд. биол. наук. Ленинград.
- Евдокимов А.П. 1989.** Биология и культура карельской березы. Изд-во Ленинградского ун-та, Ленинград.
- Ермаков В.И., Новицкая Л.А., Ветчинникова Л.В. 1991.** Внутри и межвидовая трансплантация коры березы и ее регенерация при повреждении. Карелия, Петрозаводск.
- Любавская А.Я. 1978.** Карельская береза. Лесн. пром-сть, Москва.
- Николаева Н.Н. 2004.** Формирование листового аппарата у форм березы повислой (*Betula pendula* Roth) с разной текстурой древесины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург.
- Николаева Н.Н., Новицкая Л.А. 2007.** Структурные особенности ассимиляционного аппарата и формирование аномальной древесины карельской березы. *Лесоведение* 1: 70–73.
- Новицкая Л.А. 1998.** Модели склерификации тканей коры *Betula pendula* (Betulaceae) в природе и эксперименте. *Ботан. журн.* 83 (5): 61–72.
- Новицкая Л.А. 2008.** Карельская береза: механизмы роста и развития структурных аномалий. Институт леса РАН, Петрозаводск.
- Федоров А.А., Журманов М.Б. 1962.** Атлас по описательной морфологии высших растений: Стебель и корень. Изд-во Академии наук СССР, Москва – Ленинград.
- Nikolaeva N.N., Novitskaya L.L. 2009.** Influence of assimilative apparatus on birch wood formation. *Acta Hort.* 835: 109–116.
- Junkka L. 1994.** Survey of English macroscopic bark terminology. *IAWA Journal* 15 (1): 3–45.
- Saarnio R. 1976.** The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland. *Folia For.* 263: 1–28. (in Finnish with English summary)

**MORPHOLOGY OF *BETULA PENDULA* VAR. *CARELICA* BARK AT THE PRE-REPRODUCTIVE STAGE**

NADEZHDA N. NIKOLAEVA \* &amp; VITALIY V. VOROBIEV

**Abstract.** Changes in bark morphology at the pre-reproductive stage of Karelian birch are for the first time considered in connection with the type of trunk surface. The bark surface in Karelian birch changes with age from smooth to fissured. At the pre-reproductive stage Karelian birch has smooth bark with different types of exfoliation of the phellem surface layers, and tubercular specimens feature locally fissured bark on muffs at the very onset of their formation, as well as early rhytidome formation. Morphology of the bark tissues complex is a reflection of direction and intensity of the internal processes of the plant.

**Key words:** *Betula pendula* var. *carelica*, Karelian birch, forms of growth, bark fissuring, abnormal wood, rhytidom, phellem, phloem

*Forest Research Institute, Pushkinskaya str. 11, 185910 Petrozavodsk, Russia; \* nnnikol@krc.karelia.ru*





## ОСОБЕННОСТИ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СТЕПНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ОПУКСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Валентина Г. Кобечинская\*, Ирина П. Отурина, Марина П. Литвинова

**Аннотация.** Анализ биоморфологической структуры степных фитоценозов Опуцкого природного заповедника выявил региональные особенности растительности с учетом адаптационных особенностей произрастающих видов. На основе коэффициентов сопряженности между группами биоморфологических признаков выделены эколого-биоморфологические типы растений, что позволяет более полно исследовать особенности отдельных экобиоморф для выявления экологического своеобразия степных ландшафтов и планирования природоохранных мероприятий.

**Ключевые слова:** биоморфологические признаки, степные фитоценозы, Опуцкий природный заповедник, экобиоморфы

Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, пр. Академика Вернадского 4, г. Симферополь, 95007, Украина; \*valekohome@mail.ru

### Введение

Опуцкий природный заповедник (далее – ОПЗ), учрежденный в 1998 г., является самым крупным заповедным объектом на южной части Керченского полуострова. На территории ОПЗ площадью 1592,3 га (из них 62 га акватории Черного моря) произрастает 452 вида высших сосудистых растений из 244 родов, принадлежащих к 62 семействам, что составляет 14,4% видового состава флоры Крыма и почти 41,8 % флоры всего Керченского полуострова, 6,0 % видов – крымские эндемики (Корженевский и Рыфф 2006).

Благодаря тому, что территория заповедника длительное время входила в состав закрытого военного объекта, многие элементы биоты и ландшафтные комплексы сохранились в относительно хорошем состоянии, но исследования биоморфологических особенностей растений, формирующих заповедные фитоценозы, ранее вообще не проводились. Учреждение заповедника с введением жесткого охранного режима и полным снятием пастбищной нагрузки на его территории способствовало интенсивным

демутационным процессам восстановления коренной растительности. Отсутствие вокруг заповедной территории буферной зоны и соседство с прилегающими сельхозугодьями, на большей части которых в связи с ликвидацией местного сельхозпредприятия прекращена обработка сельскохозяйственных земель, привело к интенсивному зарастанию полей сорными растениями и активной инвазии их во флору заповедника.

### Материалы и методы исследований

Для изучения биоморфологической структуры степного растительного покрова с учетом разных форм антропогенного воздействия в 2012–2013 гг. на территории ОПЗ были заложены 5 пробных площадей, на которых проведено геоботаническое описание фитоценозов с использованием стандартных фитоценологических методов (Злобин 1989). Спектр биоморфологической структуры флористического состава пробных участков анализировался на основе данных «Биологической флоры Крыма» (Голубев 1996) и авторских исследований.

Номенклатура таксонов приведена согласно перечню сосудистых растений Украины (MOSYAKIN & FEDORONCHUK 1999).

От верхнего плато в южном направлении к морю был заложен профиль шириной 100 м с перепадом высот от 50 до 160 м. Вдоль него расположены 3 пробные площади по 100 м<sup>2</sup> (участки № 1-3). Вблизи границы заповедника на северном склоне на высоте 30-75 м находятся участки №4 и №5.

### Результаты и их обсуждение

На участке №1 (высота над у.м. 50-60 м, крутизна склона 15-20°) выявлен петрофитный вариант настоящей степи с минимальной толщиной почвенного покрова. Здесь сформировалась ass. *Ephedra distachya* + *Teucrium chamaedrys* – *Festuca rupicola*. Субдоминанты: *Achillea setacea* Waldst. & Kit., *Carex melanostachya* M.Bieb. ex Willd., *Stipa capillata* L.

Участок №2 у подножья склона на высоте 110 м над у.м. – слабо всхолмленный с крутизной 5-10° был заложен на месте заброшенных огородов воинской части, которая была выведена с этой территории в начале 90-х годов, т.е. данный участок по происхождению полностью вторичный. За счет формирования компонентов степных сообществ – ковылей, типчака, тонконога и др., эта территория приобрела облик целинной степи. Здесь была выявлена ass. *Achillea setacea* – *Bromopsis riparia* – *Galium verum*. Субдоминанты: *Linum austriacum* L., *L. squamulosum* Rudolphi ex Willd., *Dactylis glomerata* L., *Euphorbia peplus* L.

Участок №3 расположен на крутом (до 20-25°) южном склоне горы Опук на высоте 150-160 м над у.м., почвы сильно смыты по профилю с выходами плотного известняка на поверхность, преобладает кальцефильная поликарпическая растительность, которая не была нарушена до учреждения заповедника из-за её малой доступности. Здесь произрастает ass. *Stipa capillata* – *Artemisia taurica* – *Phlomis pungens*. Субдоминанты: *Salvia nemorosa* L., *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *Haplophyllum suaveolens* Ledeb.,

*Marrubium peregrinum* L.

Участок №4 находится на северо-восточном склоне горы Опук с выраженным уклоном 5-10° на высоте 35 м над у.м. На его территории с 2005 по 2010 гг. периодически происходили пожары. Огонь обнажает почву, создает благоприятные условия для внедрения адвентивных растений, поэтому процессы мезофитизации здесь не выражены, главенствует ксерофитная растительность, адаптированная к избытку образующихся зольных элементов. На данном участке преобладают быстро восстанавливающиеся длиннокорневищные и корнеотпрысковые растения, сформировавшие ass. *Festuca rupicola* – *Centaurea salnitana* – *Achillea setacea*.

Участок № 5 находится вблизи границы заповедника в 500 метрах от участка №4 также на северо-восточном склоне горы Опук на высоте 60 м над у.м., но крутизна склона здесь более высокая – 20-25°. На этой территории отмечено периодическое пирогенное воздействие, которое привело к выпадению ряда многолетних растений, неустойчивых к огню, обилию в составе травостоя однолетников. Здесь выявлена ass. *Achillea setacea* – *Stachys cretica* + [*Inula oculischristi*] – *Festuca rupicola*.

На всех пробных площадях преобладающей биоморфой являются поликарпические травы (41,4-71,5%), но более всего их на участках №4 и №5, т.к. при огневом воздействии, в первую очередь, выпадают однолетники. На участках №1 и №2, где идут активные демулационные процессы, высока доля (35,1-37,8%) озимых и яровых однолетников (*Alyssum desertorum* Stapf, *Camelina microcarpa* Andr. ex DC., *Crepis micrantha* Czerep., *Xeranthemum annuum* L.). На остальных площадях в составе растительности они играют незначительную роль (12,2-18,3%). На пробных площадях №3 и №5 более существенна роль монокарпиков (26,5-17,0%) (*Rumia crithmifolia* Koso-Pol., *Jurinea sordida* Steven, *Tragopogon dubius* Scop., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Althaea hirsuta* L., *Verbascum lychnitis* L.). Численность полукустарничков в составе растительности всего заповедника составляет 7,5%, тогда

как во флоре Крыма их количество меньше – 5,5% (ГОЛУБЕВ 1996). Данная группа наиболее хорошо приспособлена к резкой смене климатических условий и глинистым почвам Опукского природного заповедника. На пробных площадях полукустарнички представлены пятью видами: *Artemisia taurica* Willd., *Galium pseudorivale* Tzvelev, *Teucrium chamaedrys* L., *T. polium* L., *Thymus callieri* Borb. ex Velen. В остальные биоморфологические группы входит незначительное количество видов.

Корневая система и подземные побеговые органы образуют единую биоморфологическую структуру, обеспечивающую жизнедеятельность растительных организмов в неразрывной связи с процессами их онтогенеза. Классификация видов, приведенная в данной работе, основана на эволюционно-генетическом подходе к биоморфологическим структурам подземных органов (ГОЛУБЕВ 1965), виды стержнекистеekorневого и кистеekorневого рядов объединены в одну группу.

Во всех изученных ассоциациях преобладает группа растений со стержневыми корневыми системами (59,2-63,8%), но больше всего их (75,5%) на участке №2 – вторичной степи. Это существенно отличает растительные сообщества Опукского природного заповедника от нагорной луговой степи яйлы, где ведущими в составе растительности являются растения кистеekorневого ряда – 68% (ГОЛУБЕВ 1971). Численность короткокорневых и среднекорневых растений примерно одинакова, но растений со стержневой системой глубокого залегания значительно больше, что является закономерным, поскольку острый дефицит влаги на протяжении вегетационного периода, а также глинистая почва с быстрым иссушением верхнего горизонта способствует отбору видов с глубококорневой системой (42,8-53,7%), больше всего их на участке №3 (54,7%). Распределение биоморф флоры пробных

площадей по группам в зависимости от структуры надземных побегов выявило, что главенствующую роль на всех участках занимают полурозеточные растения (59,3-61,2%). Участки, пройденные огнем, наиболее отклоняются от средних величин исследуемых показателей. Минимальное количество полурозеточных видов (55,1%) отмечено на участке №4, больше всего их на участке №5 – 66%. Возможно, это отражает не только адаптационную способность видов к пиропитному фактору, но и влияние орографии: большая крутизна склона, меньшие запасы почвенного профиля, более сильное иссушение верхнего почвенного горизонта и очень быстрая потеря зольных элементов, которые накапливаются на участке №4, но не задерживаются на участке №5. Менее значима группа безрозеточных видов (34,7-39,6%), наименьшее количество которых (29,8%) произрастает на участке №5. Розеточные растения в сложении фитоценозов пробных площадей играют совсем незначительную роль. Это соотношение сохраняется во всех изученных ассоциациях, но на участке №2 (вторичная степь) безрозеточных видов достаточно много (39,6%). Следует отметить, что в настоящих степях Украины и России (ЗИМАН 1976; МАРКОВ 1990) ведущая группа – это безрозеточные виды, а полурозеточные растения занимают второе место.

В феноритмотипической структуре флоры всех пробных площадей высока роль эфемероидов (36,7-42,6%), но больше всего их на пиропитных участках (46,9-55,3%). Летне-зимне-зеленых растений также достаточно много (30,2-42,8%), лишь на участке №1 их количество составляет 20,4%. Соотношение данных растительных групп отражает особенности водного режима заповедника – незначительное среднегодовое количество осадков (менее 300 мм), приуроченных преимущественно к осенне-зимнему периоду, продолжительный ксерический вегетационный период с мягкой зимой (длительные отрицательные температуры по многолетним данным бывают 1-2 раза в 3-5 лет) (ВЕДЬ 1999).

Следует отметить, что эфемеры и эфемероиды составляют для флоры Крыма, в целом, значительно меньшую величину – 20,8% (Голубев 1996). Среди эфемероидов, отрастающих весной, значительны ценопопуляции *Tulipa schrenkii* Regel, *T. biflora* Pall., *Allium albiflorum* Omelczuk, *Alyssum hirsutum* M.Bieb., *Ornithogalum ponticum* Zahar., *Muscari neglectum* Guss. ex Ten., которые произрастают на участках №№1, 4 и 5. Зимне-отрастающие эфемероиды (*Bellevalia lipskyi* (Miscz) E. Wulf., *Scilla autumnalis* L.) представлены на пробной площади №2. Особенностью растительности этой территории является низкая численность вечнозеленых видов, из них наибольшее распространение имеют *Ephedra distachya* L., *Euphorbia petrophila* С.А. Mey., *Carex melanostachya* M. Bieb. ex Willd. Эти данные свидетельствуют о том, что судить о стабильности сложения растительного покрова на пробных площадях ОПЗ даже после 15-летнего заповедного режима пока проблематично.

Для более полного исследования особенностей отдельных экобиоморф и выявления экологического своеобразия степных ландшафтов ОПЗ были проведены расчеты коэффициентов сопряженности между группами биоморфологических признаков по коэффициентам Юла (Q), Коула (C) и Пирсона (r) (Василевич 1969; Миркин и др. 2002). Для определения достоверности связей между признаками рассчитан критерий  $\chi^2$ .

Установлена значимая положительная сопряженность между безрозеточной структурой побегов со стержнекорневой системой, а также полурозеточной и розеточной – с кистекокорневой ( $Q = +0,25$ ;  $C = +0,18$ ;  $r = +0,12$ ;  $\chi^2 = 6,28$ ). Безрозеточным побегам более свойственно развитие по моноциклическому типу, полурозеточным – по ди- и полициклическому ( $Q = +0,55$ ;  $C = +0,36$ ;  $r = +0,29$ ;  $\chi^2 = 23,6$ ). Между циклическостью развития побегов и степенью сформированности побега в почках возобновления нет достоверной связи,

наблюдается независимое варьирование этих признаков. Среди глубоко- и среднекорневых преобладают длительно вегетирующие виды, среди мелкокорневых – средне- и коротковегетирующие ( $Q = +0,76$ ;  $C = +0,68$ ;  $r = +0,38$ ;  $\chi^2 = 64,02$ ). Летне-зеленым видам более свойственна безрозеточная структура побегов, зимне-зеленым – полурозеточная и розеточная ( $Q = +0,29$ ;  $C = +0,27$ ;  $r = +0,17$ ;  $\chi^2 = 8,80$ ). У вечнозеленых сопряженность между этими признаками отсутствует.

Полностью сформированные побеги с почками возобновления характерны для весенне-цветущих видов, для летне-цветущих характерна сформированность лишь вегетативной сферы. Ранневесенним видам более присущи специализированные побеги, позднелетним – слабо- и не полностью специализированные ( $Q = +0,58$ ;  $C = +0,85$ ;  $r = +0,38$ ;  $\chi^2 = 62,88$ ). У летне-осенних растений сопряжения между этими признаками нет.

### Заключение

Таким образом, эти расчеты позволяют выделить ряд эколого-биоморфологических типов растительных групп, отражающих связи между названными выше признаками, их общие биоморфологические особенности с учетом экологической и региональной специфики.

### Цитируемые источники

- Ведь И.П. 1999.** Мезо- и микроклиматическое разнообразие Крыма. *Вопросы развития Крыма* 11: 10–12.
- Василевич В.И. 1969.** Статистические методы в геоботанике. Наука, Ленинград.
- Голубев В.Н. 1965.** Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи. Наука, Москва.
- Голубев В.Н. 1971.** Сравнительная биоморфологическая характеристика луговой степи в разных географических условиях. *Бюлл. ГНБС I (15)*: 45–49.
- Голубев В.Н. 1996.** Биологическая флора Крыма. ГНБС, Ялта.
- Зиман С.Н. 1976.** Жизненные формы и биология степных растений Донбасса. Наукова думка, Киев.

- ЗЛОБИН Ю.А. 1989.** Принципы и методы изучения ценоотических популяций растений. Казанский гос. ун-тет, Казань.
- КОРЖЕНЕВСКИЙ В.В., РЫФФ А.Э. 2006.** Анализ флоры высших сосудистых растений Опуковского природного заповедника. *Труды Никит. бот. сада.* 126: 51–73.
- МАРКОВ М.В. 1990.** Популяционная биология розеточных и полурозеточных многолетних растений. Казанский гос. ун-тет, Казань.
- МИРКИН Б.М., НАУМОВА Л.Г., СОЛОМЕЩ А.И. 2002.** Современная наука о растительности. Логос, Москва.
- МОСЯКИН S.L., ФЕДОРОНЧУК М.М. 1999.** Vascular plants of Ukraine: a nomenclature checklist. M.G. Kholodny Institute of Botany, Kiev.

## FEATURES OF BIOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE STEPPE PHYTOCENOSISES OF OPUK NATURAL RESERVE

VALENTINA KOBECHINSKAYA \*, IRINA OTURINA, MARINA LITVINOVA

**Abstract.** Analysis of biomorphological structure of the steppe phytocenosises of Opuksky Natural Reserve revealed regional characteristics of vegetation which were based on adaptive features of growing species. On the basis of contingency coefficients between the groups of biomorphological features were marked eco-biomorphological types of plants, which allow complete investigation on the features of individual ecobiomorphs, identification of ecological identity of steppe landscape and planning of further environmental activities.

**Key words:** biomorphological features, steppe plant communities, Opuksky Natural Reserve, ecobiomorphs

*Taurida National V.I. Vernadsky University, Acad. Vernadsky Avenue 4, 95007 Simferopol, Crimea, Ukraine;*  
\* *valekohome@mail.ru*





## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АРЕАЛОВ ДУБРАВ ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОГО МЕГАПОЛИСА «СТРИГИНСКИЙ БОР»

Е.В. НЕВИДОМОВА

**Аннотация.** Установлено, что в результате антропогенного воздействия на коренные дубравы природоохранной территории Нижегородского мегаполиса «Стригинский бор» изменяются экологические ареалы дубрав, что сказывается на обилии доминантов травяно-кустарничкового яруса. В антропогенно нарушенных дубравах возрастает обилие луговых и рудеральных видов, таких как *Chelidonium majus* L. и *Veronica chamaedrys* L.

**Ключевые слова:** «Стригинский бор», морфология, доминанты травяно-кустарничкового яруса, обилие, экологические ареалы

Нижегородский государственный педагогический университет, ул. Ульянова 1, Нижний Новгород, 603950, Россия;  
elena.nevidomova@yandex.ru

### Введение

Целью данной работы является выявление антропогенных изменений в экологических ареалах дубрав памятника природы «Стригинский бор» в Нижнем Новгороде с помощью шкал А.Г. РАМЕНСКОГО (1971). Вопрос об антропогенном воздействии на дубравы «Стригинского бора» был освещен в печати (НЕВИДОМОВА 2012). В процессе антропогенных изменений в дубравах появляются сорные виды, которые часто являются доминантами и свидетельствуют о нарушенности дубрав. К таким растениям относится чистотел большой и крапива двудомная, которые являются рудерально-лесными видами и, часто, доминантами травяно-кустарничкового яруса нарушенных дубрав. А также другие сорные и луговые виды-ассектаторы, присутствие которых говорит о нарушенности лесных фитоценозов (НЕВИДОМОВ 1988).

### Материалы и методы исследований

Объектом исследований явились пойменные дубравы на разных стадиях деградации Нижегородского мегаполиса

на территории памятника природы «Стригинский бор». Среди них коренная дубрава ландышевая, а также её производные дубравы, возникшие в результате вырубки, низовых пожаров, повышенной рекреационной нагрузки и выпаса скота. Такими производными дубравами являются дубрава снытьево-разнотравная и дубрава чистотелово-крапивно-разнотравная. В качестве района исследования выбран памятник природы «Стригинский бор». «Стригинский бор» находится на территории Автозаводского района Нижнего Новгорода. Он расположен на первой и второй надпойменных террасах левобережья Оки и, частично, в её пойме. Эта территория сложена супесчаными, иногда суглинистыми древнеаллювиальными отложениями. Здесь преобладают дубравы и сосновые леса (НЕВИДОМОВА 2012; ЗАЛЕСОВ *и др.* 2013).

Методика исследований заключалась в закладывании пробных площадей 20×20 м. Пробные площади были заложены в коренной дубраве ландышевой и ее производных дубравах. Составлены списки видов исследуемых фитоценозов, в которых отмечены жизненность, обилие по Друде, фенологическое состояние

(Табл. 1). Измерялись генеративные и вегетативные побеги доминантов травяно-кустарничкового яруса в нарушенных дубравах и растений ассектаторов. У чистотела большого измерялись высота стебля, длина и ширина листовой пластины прикорневых листьев, длина черешка прикорневых листьев, длина цветоножки, диаметр венчика цветка (Табл. 2). У вероники дубравной измерялись морфологические признаки такие как: высота стебля, длина и ширина листа, диаметр венчика цветка, количество цветков на цветоносе, длина соцветия (Табл. 3).

### Результаты и их обсуждение

#### *Chelidonium majus* L.

Как показали результаты исследований с использованием шкал Раменского, чистотел большой – мезофит. Растет на хорошо дренируемых и слабодренируемых почвах (65-78 степень влажности шкалы Раменского) и достаточно рыхлых и плодородных почвах (10-19 степень по богатству почв шкалы Раменского, Рис. 1). Широко распространен на слабокислых почвах, предпочитает невысокую кислотность почв с рН от 6,0 до 7,5, реакция почвенного раствора от слабокислой, до нейтральной, увлажнение слабодренированных равнин лесной зоны. Будучи лесным и опушечным видом, выдерживает затенение, однако, лучше развивается в условиях сравнительно хорошего освещения. При хорошем освещении на одном растении может образоваться до 5 генеративных побегов, в то время как при затенении и даже слабой задернованности – не больше одного-двух. Не выносит задернованности и сильного уплотнения почвы, поэтому в интенсивно посещаемых человеком местах держится у кустарников, в стороне от тропинок.

#### *Veronica chamaedrys* L.

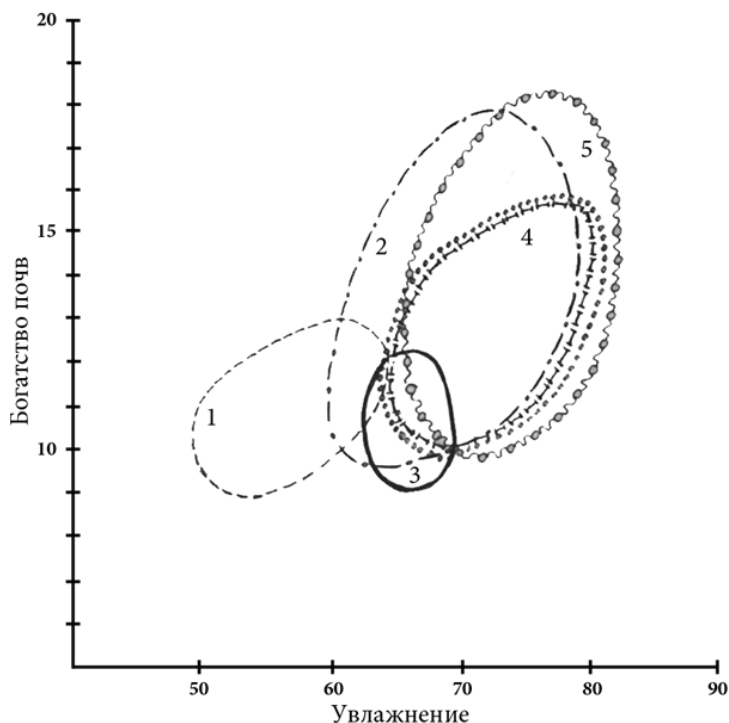
Вероника дубравная обитает в пределах от средних сухих до влажных условий увлажнения (49-78 степень влажности

шкалы Раменского), достаточно рыхлых и плодородных почвах (8-19 степень по богатству почв шкалы Раменского). Широко распространена на слабокислых почвах, предпочитает невысокую кислотность почв с рН от 6,0 до 7,5. Реакция почвенного раствора от слабокислой, до нейтральной, увлажнение слабодренированных равнин лесной зоны (Рис. 1). Вероника дубравная положительно реагирует на увеличение освещенности в лесах. После вырубki деревьев и подлеска в дубраве снытьево-разнотравной число побегов (на 10 см<sup>2</sup>) вероники увеличилось с 7 до 189 и с 13 до 201 в дубраве чистотелово-крапивно-разнотравной. В то время на контрольной пробной площади (дубрава ландышевая) остается 2-4 побега.

**Дубрава ландышевая** расположена в лесопарковой части «Стригинского бора», где рекреационная нагрузка выражена незначительно. Эдификатором является дуб черешчатый. Возраст древостоя 80 лет, I-II класс бонитета. Высота дуба 23,5 м, диаметр на уровне груди 32 см. Древостой естественного происхождения, удовлетворительного роста и развития. Кроны деревьев раскидистые густые, сомкнутость 0,7±0,02. Подлесок представлен рябиной обыкновенной, бузиной красной, шиповником майским, малиной лесной. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует ландыш майский. Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, реакция почвенного раствора от слабокислой, до нейтральной (рН=6,0-7,5). Увлажнение слабодренированных равнин лесной зоны (Рис. 1).

**Дубрава орляковая** расположена в парковой части «Стригинского бора», где рекреационная нагрузка велика. Эдификатором является дуб черешчатый. Возраст древостоя 80 лет, II класс бонитета. Высота дуба 21,5 м, диаметр на уровне груди 30 см. Древостой естественного происхождения, удовлетворительного роста и развития. В травяно-кустарничковом ярусе





**Рис. 1.** Экологические ареалы сообществ «Стригинского бора»: 1 – дубрава орляковая; 2 – дубрава орляково-ландышевая; 3 – дубрава ландышевая; 4 – дубрава снытьево-разнотравная; 5 – дубрава чистотелово-крапивно-разнотравная.

**Fig. 1.** Ecological areals of associations in “Stryginsky Bor”: 1 – bracken oak forest; 2 – bracken/lily-of-the-valley oak forest; 3 – lily-of-the-valley oak forest; 4 – glague/forbs oak forest; 5 – celandine/nettle/forbs oak forest.

доминирует орляк обыкновенный. Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, реакция почвенного раствора слабокислая ( $pH=6,0$ ) (Рис. 1).

**Дубрава орляково-ландышевая.** На этой пробной площади «Стригинского бора», были пожары и вырубка. Эдификатором является дуб черешчатый, в древесный ярус входит еще сосна обыкновенная. Древостой естественного происхождения, удовлетворительного роста и развития. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует орляк обыкновенный и ландыш майский. Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, реакция почвенного раствора нейтральная ( $pH=7,5$ ). Увлажнение

для слабодренированных равнин лесной зоны (Рис. 1).

**Дубрава снытьево-разнотравная** расположена в парковой части «Стригинского бора». Вытоптанная площадь и тропинки занимают 10% территории. На этой пробной площади были пожары и вырубка. Эдификатором является дуб черешчатый, в древесный ярус входит еще сосна обыкновенная, береза повислая. Подлесок представлен рябиной обыкновенной, бузиной красной, шиповником майским, малиной лесной. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует сныть обыкновенная. Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, с нейтральной реакцией

**Табл. 1.** Список видов в дубравах «Стригинского бора».**Table 1.** List of species in oak forest of “Stryginsky Bor”.

Вид	Жизненность	Проективное покрытие травяно- кустарничкового яруса %. Сомкнутость крон деревьев и кустарников	Обилие по шкале О. Друде	Фенологическое состояние
1	2	3	4	5
Дубрава ландышевая				
<i>Convallaria majalis</i> L.	3	90	SOC.	ЦВ.1
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	3	20	SP.	ЦВ.1
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3	0,6	Un.	Вер.2
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	3	20	Sp.	ЦВ.1
<i>Quercus robur</i> L.	3	0,8	Cop.2	ПЛ.1
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	3	20	Sol.	ЦВ.1
<i>Rubus idaeus</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.1
<i>Sambucus racemosa</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.1
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	0,4	Sol.	ПЛ.1
Дубрава орляковая				
<i>Chelidonium majus</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.1
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	3	20	SP.	ЦВ.1
<i>Plantago major</i> L.	3	20	Sol.	ВЕГ.2
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	3	100	SOC.	Вер.
<i>Quercus robur</i> L.	3	0,8	Cop.2	ПЛ.1
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	3	20	Sol.	ЦВ.1
<i>Rubus idaeus</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.1
<i>Sambucus racemosa</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.1
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	0,4	Sol.	ПЛ.1
<i>Urtica dioica</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.1
Дубрава орляково-ландышевая				
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.2
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	3	10	Un.	Вер.
<i>Convallaria majalis</i> L.	3	50	Cop.1	ЦВ.1
<i>Chelidonium majus</i> L.	3	20	Sol.	ЦВ.2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	20	Sp.	ЦВ.2
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	3	20	SP.	ЦВ.1
<i>Geum urbanum</i> L.	3	20	Sp.	ЦВ.1
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	3	5	Un.	ПЛ.1
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	3	80	Cop.3	Вер.
<i>Quercus robur</i> L.	3	0,8	Cop.2	ПЛ.1
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	3	20	Sp.	ЦВ.2

Табл. 1. Продолжение.

Table 1. Continued.

1	2	3	4	5
<i>Rubus idaeus</i> L.	3	20	Sp.	ЦБ.2
<i>Sambucus racemosa</i> L.	3	20	Sp.	ЦБ.2
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	0,2	Sp.	Пл.1
<i>Urtica dioica</i> L.	3	20	Sp.	ЦБ.1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	3	10	Sol.	ЦБ.1
Дубрава снытьево-разнотравная				
<i>Achillea millefolium</i> L.	2	30	Sp.	БЕГ.
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	3	80	Cop.3	БЕГ.
<i>Asarum europaeum</i> L.	3	20	Sol.	Ber.2
<i>Arctium lappa</i> L.	3	20	Sol.	Ber.1
<i>Betula pendula</i> Roth.	3	20	Sp.	Пл.1
<i>Convallaria majalis</i> L.	2	30	Sp.	БЕГ.1
<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	3	0,4	Cop.1	ЦБ.2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	20	Sol.	ЦБ.2
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	3	20	Sol.	ЦБ.1
<i>Geum urbanum</i> L.	3	60	Cop.1	ЦБ.2
<i>Glechoma hederacea</i> L.	3	60	Cop.1	ЦБ.2
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	2	20	Sol.	Ber.1
<i>Melica nutans</i> L.	3	5	Un.	Пл.1
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3	20	Sol.	Пл.1
<i>Plantago major</i> L.	2	20	Sol.	Ber.1
<i>Quercus robur</i> L.	3	0,5	Sp.	Пл.1
<i>Ranunculus cassubicus</i> L.	3	10	Sol.	ЦБ.2
<i>Rubus saxatilis</i> L.	3	10	Sol.	ЦБ.2
<i>Rubus idaeus</i> L.	3	20	Sol.	Ber.1
<i>Sambucus racemosa</i> L.	3	20	Sp.	Ber.1
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	0,2	Sp.	Пл.1
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	2	10	Sol.	Ber.1
<i>Urtica dioica</i> L.	3	70	Cop.2	Пл.1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	3	30	Cop.2	ЦБ.2
Дубрава чистотелово-крапивно-разнотравная				
<i>Achillea millefolium</i> L.	2	30	Sp.	Ber.1
<i>Aristolochia clematitis</i> L.	3	20	Sol.	Пл.1
<i>Chelidonium majus</i> L.	3	70	Cop.2	ЦБ.2
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	3	20	Sp.	ЦБ.2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	20	Sol.	ЦБ.2
<i>Geum urbanum</i> L.	3	30	Sp.	ЦБ.2
<i>Glechoma hederacea</i> L.	3	30	Sp.	ЦБ.2

Табл. 1. Окончание.

Table 1. Continued.

1	2	3	4	5
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	2	30	Sp.	Ber.1
<i>Plantago major</i> L.	3	20	Sol.	ПЛ.1
<i>Quercus robur</i> L.	3	0.4	Sp.	ПЛ.1
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	2	10	Sol.	Ber.1
<i>Urtica dioica</i> L.	3	90	Cop.3	ПЛ.1
<i>Vicia cracca</i> L.	3	30	Sp.	ЦВ.2
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	3	30	Cop.1	ЦВ.2

почвенного раствора ( $pH=7,5$ ). Увлажнение для слабодренированных равнин лесной зоны. Экологический ареал сообщества имеет широкую амплитуду. Это лучшее местообитание лугово-лесных видов. Экологический ареал дубравы снытьево-разнотравной достаточно вытянут. Возрастает обилие луговых и рудеральных видов, а также возрастает влажность и богатство почв: 64-80 степень влажности шкалы Раменского; 9,5-16 степень по богатству почв шкалы Раменского (Рис. 1).

**Дубрава чистотелово-крапивно-разнотравная** также расположена в парковой части «Стригинского бора». Вытоптанная площадь и тропинки занимают 20% территории. На этой пробной площади были пожары и вырубка. Эдификатором является дуб черешчатый, в древесный ярус входит еще сосна обыкновенная, береза повислая. Подлесок представлен рябиной обыкновенной, бузиной красной, шиповником майским, малиной лесной. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует чистотел большой, крапива двудомная, а также возрастает обилие Вероники дубравной. Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, с нейтральной реакцией почвенного раствора ( $pH=7,5$ ). Увлажнение для слабодренированных равнин лесной зоны. Экологический ареал сообщества имеет широкую амплитуду. Это

лучшее местообитание лугово-лесных видов. Экологический ареал дубравы чистотелово-крапивно-разнотравной очень сильно вытянут, из-за доминирования луговых и рудеральных видов, тут самые высокие показатели влажности и богатства почв: 66-82 степень влажности шкалы Раменского; 9,9-18,2 степень по богатству почв шкалы Раменского (Рис. 1).

### Заключение

Таким образом, используя шкалы Л.Г. Раменского, мы построили и проанализировали экологические ареалы дубрав «Стригинского бора». Установлено, что в результате антропогенного воздействия на коренные дубравы природоохранной территории Нижегородского мегаполиса «Стригинский бор» изменяются экологические ареалы дубрав, что сказывается на обилии доминантов травяно-кустарничкового яруса, так в антропогенно нарушенных дубравах возрастает обилие луговых и рудеральных видов, таких как чистотел большой и вероника дубравная. Наименьшие границы ареалов в экологически устойчивой дубраве ландышевой. В антропогенно нарушенных дубравах снытьево-разнотравной и чистотелово-крапивно-разнотравной экологические границы ареалов значительно увеличиваются и вытягиваются.

**Табл. 2.** Морфологические признаки *Chelidonium majus* в дубравах памятника природы «Стригинский бор» Нижегородского мегаполиса.

**Table 2.** The morphological features of *Chelidonium majus* in oak forest of "Stryginsky Bor".

Местообитание	Высота стебля, см	Длина прикорневых листьев, см	Ширина прикорневых листьев, см	Длина черешка прикорневых листьев, см	Длина цветоножки, см	Диаметр венчика цветка, см
Дубрава орляковая	41±0,97	8,0±0,35	4,0±0,46	4,0±0,48	2,0±0,32	1,2±0,07
Дубрава орляково-ландышевая	50±0,49	10±0,34	5,0±0,33	7,0±0,38	2,5±0,12	1,4±0,05
Дубрава снытьево-разнотравная	68±0,59	15±0,33	6,0±0,46	8,0±0,51	4,0±0,57	1,5±0,12
Дубрава чистотелово-крапивно-разнотравная	80±0,66	20±0,65	9,0±0,56	10±0,31	5,0±0,78	1,5±0,12

**Табл. 3.** Морфологические признаки *Veronica chamaedrys* в антропогенно нарушенных ассоциациях «Стригинского бора».

**Table 3.** The morphological features of *Veronica chamaedrys* in oak forest of "Stryginsky Bor".

Местообитание	Высота стебля, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Диаметр венчика цветка, см	Кол-во цветков на цветоносе, шт.	Длина соцветия, см
Дубрава орляково-ландышевая	15±0,84	1,2±0,06	1,0±0,04	0,7±0,08	6±0,39	5±0,57
Дубрава снытьево-разнотравная	20±0,59	2,5±0,17	1,3±0,05	0,8±0,12	12±0,33	10±0,46
Дубрава чистотелово-крапивно-разнотравная	31±0,51	3,5±0,05	2,0±0,07	1,0±0,03	20±0,57	18±0,74

### Цитируемые источники

**Залесов С.В., Невидомова Е.В., Невидомов А.М., Соболев Н.В. 2013.** Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Поветлужья. Изд-во УГАТУ, Екатеринбург.

**Невидомов А.М. 1988.** Генетическая типология лесов северной части Волго-Ахтубинской поймы. Дисс... канд. с.-х. наук. Волгоград.

**Невидомова Е.В. 2012.** Морфология доминантов травяно-кустарничкового яруса природоохранной территории Нижегородского мегаполиса «Стригинский бор». *Mod. Phytomorphol.* 2: 113–116.

**Раменский А.Г. 1971.** Избранные работы. Наука, Ленинград.

---

**MORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF ECOLOGICAL AREALS OF THE OAK FOREST ON THE TERRITORY OF “STRYGINSKY BOR”**

ELENA V. NEVIDOMOVA

**Abstract.** It was ascertained that ecological areals of the oak forests located on the natural conservation territory “Stryginsky Bor” near Nizhny Novgorod city are changed under anthropogenic pressure. It is resulted on the value of dominants of herb-shrub's layer, as well on increasing of the number of meadow and ruderal species like *Chelidonium majus* L. and *Veronica chamaedrys* L.

**Key words:** “Stryginsky Bor”, morphology, dominants of herb-shrub's layer, abundance, ecological areals

*Nizhny Novgorod State Pedagogical University, 1 Ulyanova str., Nizhny Novgorod 603950, Russia; elena.nevidomova@yandex.ru*



УДК 581.524.12

## ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ ИНВАЗИВНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОЙ КОЛХИДЫ

Мурман Давиладзе<sup>1</sup>, Иракли Микеладзе<sup>2</sup>, Гиа Болквадзе<sup>2</sup>, Мариам Метревели<sup>2</sup>,  
Рамаз Чагалидзе<sup>2</sup>

**Аннотация.** Изучение инвазивных растений в Южной Колхиде началось десятки лет тому назад и продолжается в нынешнее время. В работе приведены биоморфологические и экологические особенности, классификация, характер воспроизведения и развития, эколопологическая природа идентифицированных и изученных к нынешнему времени видов адвентивных травянистых растений Аджарии.

**Ключевые слова:** адвентивные растения, инвазия, травянистые растения, побег, жизненная форма, Аджария, Южная Колхида

<sup>1</sup> Батумский Государственный Университет им. Шота Руставели, ул. Ниношвили 37, Батуми 6010, Грузия.

<sup>2</sup> Батумский Государственный Университет им. Шота Руставели. Институт Фитопатологии и Биоразнообразия, отдел мониторинга и консерваций биоразнообразия, ул. Тависуплеба 90, Кобулетуи 6012, Грузия; ika\_1978@mail.ru

### Введение

В современном мире для биоразнообразия одну из наибольших угроз представляют чужеродные (инвазивные) виды, на которые, после попадания в новую среду, не действуют лимитирующие факторы. Они занимают новые места и притесняют аборигенные виды, в результате чего полностью меняется видовой состав экосистемы.

Изучение жизненных форм, особенностей развития и репродукции инвазивных растений, показывают их высокую конкурентноспособность в отношении местной флоры, чем определяется потенциальная экологическая угроза.

### Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлась флористическая область Южной Колхиды – Аджария. Традиционные маршрутные экспедиции и исследования проводились на территориях Кобулетского, Хелвачаурского, Шуахевского и Хулоиского муниципалитетов, а также, в городе Батуми. Основными материалами для исследования являлись собранные во

время полевых наблюдений инвазивные растения, а также гербарные коллекции Батумского ботанического сада. При идентификации растений использовались разные определители (ДМИТРИЕВА 1990; DAVITADZE 2001; ХАРАДЗЕ 1971-2007; MARJORIE & CHRISTOPHER 2008). Изучение морфогенетического развития проводилось согласно методике Серебряковой (СЕРЕБРЯКОВА 1971, 1972).

### Результаты и их обсуждение

Жизненные формы травянистых растений разносторонне исследованы. Во время изучения онтогенетического развития растений у большинства авторов (СЕРЕБРЯКОВ 1962; LUKASIEUECR 1962; ЛАРХЕР 1978; КАРПИСОНОВА 1985; DAVITADZE 2002) главное внимание уделено аспектам сезонного развития побега. Эти авторы, в результате изучения около 50 семейств и ряда видов в основу классификации травянистых растений положили следующие признаки: а) морфологию многолетних органов, б) тип вегетативного размножения и в) особенность отмирания.

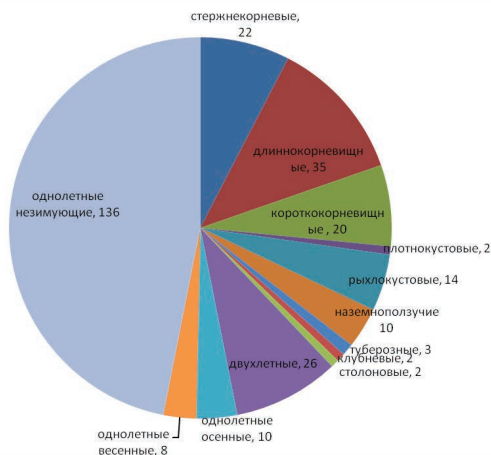


Рис. 1. Спектр жизненных форм инвазивных травянистых растений Южной Колхиды.

Fig.1. Range of life forms of invasive herbaceous plants of South Colchis.

Инвазивные адвентивные травянистые растения Южной Колхиды насчитывают 290 видов. Они стали главными компонентами вторичных ценозов Аджарии (особенно Черноморского побережья) (2001). Среди них преобладают 180 монокарпических видов. Из них, 26 видов двухлетние, а 154 – однолетние монокарпики. Многолетние поликарпики насчитывают 110 видов, которые характеризуются особой разнообразностью жизненных форм (Рис. 1).

## Результаты и их обсуждение

**Стержнекорневые** растения представлены 22 видами. Они по биоморфологическим особенностям неоднородны. Их подземные части – хорошо развитые стержневые корни, которые в почве достигают разной глубины. По форме конечной части корней, стержнекорневые виды отличаются. Двухконечным корнем характеризуются *Chenopodium ambrosioides* L., *Duchesnea indica* (Andrews) Focke, а многоконечным – *Phytolacca americana* L., *Viola prionantha* Bunge, *Centella asiatica* (L.) Urb. и др. Их почки возобновления открытые, гипсофильные. В почках побег полностью сформирован или же заложены только его вегетативные части. В первом случае цветение наступает весной, а во втором – продолжается в

течение всего года. Часть стержнекорневых видов образуют розеточные побеги, а некоторые – полурозеточные. Они характеризуются моноциклическими побегами. Стержнекорневые виды в большинстве случаев сорняки, которые изредка представлены в видоизмененной природной растительности.

К **корневищным** растениям относятся 55 видов. Среди них 35 видов длиннокорневищные, а 20 – короткокорневищные. Все корневищные растения образуют моноциклические побеги. Такая структура надземных побегов и их быстрый рост, большое количество почек возобновления на корневищах, моноциклические побеги, и их ритм развития обуславливают приспособленность этих растений к вторичным средам обитания. Именно поэтому они встречаются от прибрежных равнин до субальпийского пояса. Некоторые инвазивные виды (*Kyllinga gracillima* Miq., *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich., *Polygonum cuspidatum* Siebold & Zucc., *Tritonia xrococsmiiflora* (Lemoine) G. Nicholson и др.) образуют синузиды на прибрежных заболоченных равнинах и склонах.

К **дернистым** видам относятся инвазивные злаки. Они в видоизмененной (вторичной) растительности являются основными ценозообразовательными



элементами. К плотнокустовым относятся только два вида, восточноазиатский зимне-летнезеленые *Miscanthus sinensis* Andersson и летнезеленое растение атлантической Европы – *Sieglingia decumbens* (L.) Bernh., а к рыхлокустовым принадлежат 14 видов. Растения этой жизненной формы одинаковы по структуре и ритму развития. Корневая система многочисленных рыхлокустовых растений развивается в верхних слоях почвы. Большинство этих растений зимне-летнезеленые. У большинства из них развиваются закрытые и пролептические (гипсофильные) почки возобновления, но, хотя и редко, встречаются открытые почки возобновления. Почки закрытого типа характерны для *Panicum lanuginosum* Elliott. Кроме одного вида (*Anthoxanthum odoratum* L.), у которого образуются моноциклические и дициклические побеги, у всех других видов в почках возобновления формируются только вегетативные части. Поэтому, они характеризуются длинной вегетацией, ритмом летне-осеннего цветения, моноциклическими и осенними моноциклическими побегами. Благодаря таким биоморфологическим особенностям, рыхлокорневищные растения хорошо адаптировались к почвенно-климатическим условиям прибрежной Аджарии и обосновались в составе вторичной растительности.

**Наземноползучие травянистые поликарпические** растения насчитывают 10 видов. Их побеги развиваются плагиотропно, стелясь по поверхности почвы, и регулярно образуют стеблеродные корни. В данной группе объединены виды, сходные как в отношении корневой системы и структуры побегов, так и по ритму их сезонного развития. Все они рано теряют главный корень и во взрослом состоянии обладают лишь вторичной корневой системой. Их побеги, в отличие от ортотропных побегов, живут несколько лет. Побеги некоторых видов (*Microstegium japonicum* (Miq.) Koidz., *Oplismenus undulatifolius* (Ard.) Roem. & Schult. и др.) не функционируют больше двух лет, в то время, как у других

(*Tradescantia fluminensis* Vell., *Hydrocotyle ramiflora* Maxim. и др.) они живут три и больше лет. Почки возобновления у всех видов открытого типа и в них формируется только вегетативная сфера будущего побега. Большинство из них образуют безрозеточные, моноциклические, цветущие поздней осенью побеги. Продолжительность жизненного цикла плагиотропных побегов, их сильное вегетативное разрастание и активное размножение придают этим растениям большую пластичность. Эта группа растений широко расселилась во влажных и избыточно-влажных экотопах и даже захватили места обитания в болотах и лесах колхиды, где образуют синузии.

**Инвазивных туберозных, луковичных и надземных столоновых травянистых** растений очень мало, поэтому их доля в составе вторичной растительности Аджарии незначительна.

Из адвентивных монокарпических растений **двулетние монокарпики** насчитывают 26 видов. По структуре надземных побегов они делятся на две группы: розетоподобные и безрозеточные. Обе группы характеризуются хорошо развитыми стержневыми корнями, которые функционируют два года. Несмотря на то, что полурозеточные двулетние растения в розеточной фазе пребывают разное время, все их розеточные листья перезимовывают и растения цветут на второй год. Все они весенне-летнецветущие. Некоторые двулетние монокарпики в условиях субтропической Аджарии развиваются как дикарпики. В отличие от обыкновенных двулетних видов, их монокарпический побег в первый же год заканчивает полный цикл развития (*Conyzanthus graminifolius* (Spreng.) Tamamsch.), но после плодоношения не засыхает полностью. Ортотропные побеги остаются живыми на высоте 20-30 см и имеют почки возобновления, которые раскрываются зимой и становятся похожими на маленькую розетку. Таким образом, после перезимовки такие побеги заканчивают цикл развития и полностью засыхают, но на второй год жизни, осенью, почки возобновления

опять раскрываются, побеги растут до 30-40 см и летом отмирают. Так, для этих двухлетних монокарпиков характерны моноциклические и моноциклические побеги осени. Развитие этих побегов способствует продлению жизненного цикла. Такая биоморфологическая пластичность двухлетних монокарпиков обуславливает их широкое распространение в различных экотопах. Их можно считать основными создающими элементами рудеральных ценопопуляций, принимающих участие в формировании измененных травянистых ценозов.

**Однолетние монокарпики**, которые объединяют 154 видов, являются основными видами рудеральных ценогруппировок. К ним же относятся и особенно злостные сорняки, засорители плантаций субтропических культур и сенокосных лугов всей Аджарии. Классификация однолетних монокарпиков опирается на эколого-биоморфологические признаки (продолжительность появления всходов, морфология и ритм развития надземных и подземных органов). Наряду с изучением морфологии надземных органов, большое внимание уделялось особенностям перенесения неблагоприятного (зимнего) периода, особенностям протекания розеточной фазы, продолжительности жизненного цикла каждого побега и особенностям их отмирания. Исходя из этого, инвазивные зимующие однолетние монокарпики делятся на две группы: осенние и весенние однолетние монокарпики. Всходы однолетних монокарпиков, входящих в первую группу, появляются обычно осенью, и прорастание продолжается полтора месяца. Прорастание весенних зимующих однолетних монокарпиков, начинается весной и продолжается 4-5 месяцев. Первые вегетацию заканчивают летом (в июле), а вторые, после перезимовки, – весной или летом (апрель-июнь). Таким образом, жизненный цикл осенних однолетников продолжается 8-9 месяцев, а весенних зимующих монокарпиков длится больше одного года, 14-16 месяцев. Все зимующие однолетники по структуре надземных частей

безрозеточные и не проходят розеточную фазу в жизненном цикле. Этим они отличаются от розетоподобных зимующих однолетников. По структуре надземных побегов отсутствует однородность в корреляции с ритмом цветения. Некоторые цветут весной, некоторые летом и весной, некоторые летом и осенью, а некоторые только осенью.

Характерная особенность **весенних зимующих однолетних адвентов** Аджарии (Южной Колхиды) выражается в их вегетативном размножении. Клоны, образующие в результате такого размножения, в отличие от клонов многолетних вегетативно размножающихся растений, живут лишь чуть более одного года.

**Зимующие однолетники высокой пластичности** (приспособленность к разнообразным экотопам, мощное вегетативное размножение, образование в большом количестве семян, отрастание после пропашки) широко расселились в новых экологических условиях и обосновались в разных растительных сообществах (плантациях субтропических растений, заброшенных участках, неосвоенных залежных землях, берегах рек и каналов, рудеральных местах, придорожных посадках, парках и стадионах).

**Незимующие (длительно вегетирующие) однолетники** – самая многочисленная группа (144 видов) среди инвазивных травянистых растений. Все они развиваются как весенние однолетники и свой жизненный цикл (с образованием семян) заканчивают в одном вегетационном периоде. По появлению всходов они разнообразны. Прорастание некоторых из растений длится от февраля по июнь, а остальных – с апреля по ноябрь. Следовательно, длительность вегетации видов первых составляет 8-9 месяцев, у последних – 7-8 месяцев. Вегетация некоторых незимующих однолетних растений продолжается аж до периода критического снижения температуры. В случае теплой зимы, когда средняя месячная температура не падает

ниже +10-+11°C, эти растения вегетацию, цветение и плодоношение продолжают даже в феврале. Из этого следует, что продолжительность их вегетации в наших условиях вынужденно ограничена. У всех незимующих однолетних монокарпических растений в цикле развития отсутствуют фазы розетки и сокращенные междоузлия на базальном участке побега. Большинство весенних зимующих однолетников летне-осенние и осеннецветущие. Только один средиземноморский вид (*Briza maxima* L.) цветет весной.

Пластичность биоморфологических признаков инвазивным **летнезеленым однолетникам (незимующим)** дает потенциал к расширению ареала. Большинство из них являются сорняками плантаций субтропических культур. Некоторые расселены в видоизмененной (вторичной) растительности.

### Заключение

В инвазивно-адвентивной флоре Южной Колхиды доля травянистых растений значительна и насчитывает 290 видов. Из них 110 видов многолетние поликарпики, а еще 180 – однолетние и двулетние монокарпические растения. Роль однолетних монокарпиков в создании естественных

ценозов незначительна. Большинство из них расселены в рудеральных экотопах, где создают маленькие ценоотические группы. Роль многолетних поликарпиков и их участие в формировании вторичных травянистых формации особенно выражена.

### Цитируемые источники

- ДМИТРИЕВА А.А. 1990. Определитель Растений Аджарии. Т. I, II. Мецниереба, Тбилиси.
- КАРПИСОНОВА Р.А. 1985. Травянистые растения широколиственных лесов СССР. Наука, Москва.
- ЛАРХЕР В.Э. 1978. Мценарета экология. Мецниереба, Тбилиси.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г. 1962. Экологическая морфология растений. Высш. школа, Москва.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1971. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. Наука, Москва.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1972. Учение о жизненных формах растений на современном этапе. *Итоги науки и техники, серия Ботаника* 1: 84–169.
- DAVITADZE M. 2001. Adventive flora of Adjara. Batumi University Press, Batumi.
- DAVITADZE M. 2002. Biomorphological analysis of adventive flora of Adjara. Batumi University Press, Batumi.
- ХАРАДЗЕ А.А. (ред.) 1971-2007. Флора Грузии. Т. 1-16. Мецниереба, Тбилиси.
- ŁUKASIEWICZ A. 1962. Morfologiczno-rozwojowe typy bylin. PWN, Poznań.
- MARJORIE B., CHRISTOPHER G. 2008. Wild flowers of the Mediterranean. DK Handbooks, London.

### LIFE FORMS OF INVASIVE HERBACEOUS PLANTS OF THE SOUTH COLCHIS

MURMAN DAVITADZE <sup>1</sup>, IRAKLI MICKELADZE <sup>2</sup>, GIA BOLKVADE <sup>2</sup>, MARIAM METREVELI <sup>2</sup>, RAMAZ CHAGALIDZE <sup>2</sup>

**Abstract.** Invasive plants of the south Colchis are studied for more than 10 years. In a current paper we represent the results of the investigations on biomorphological and environmental features, classification, characters of reproduction and development, eco-pathologic features for advent grasses of Adjara region.

**Key words:** adventive plants, invasion, herbaceous plants, shoot, life form, rosette, Adjara, South Colchis

<sup>1</sup> Batumi Shota Rustaveli State University, Ninoshvili str. 37, 6010 Batumi, Georgia.

<sup>2</sup> Batumi Shota Rustaveli State University; Institute of Phytopatology and Biodiversity. Department of Monitoring and Conservation of Biodiversity, Tavisufleba str. 90., 6012 Kobuleti, Georgia; ika\_1978@mail.ru





УДК 581.524.12

## ЭКОФИТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНОЛИИ ТРЁХЛЕПЕСТКОВОЙ В БАТУМСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

ФЕРИДЭ ЧАИДЗЕ \* и ТАМАРА ЦХОИДЗЕ

**Аннотация.** В статье приведено описание североамериканского интродуцента магнолии трёхлепестковой, фенология роста, развития, цветения, плодоношения и размножения в условиях Батумского ботанического сада.

**Ключевые слова:** *Magnolia tripetala*, фенология, рост, плодоношение, размножение

Батумский ботанический сад, 6411 Махинджаури Батуми, Аджарская А.Р, Грузия; \*feride\_tchaidze@mail.ru

*Magnolia tripetala* L. (*M. umbrella* Desr.) – листопадная магнолия до 10-12 м высоты, родом из юго-восточной части Северной Америки – от Пенсильвании до Алабамы, Арканзаса и Миссисипи. Своё название эта магнолия получила от К. Линеа в 1759 году. В Батумском ботаническом саду интродуцирована в 1913 году.

*M. tripetala* имеет раскидистую шатровидную крону, светло-серую гладкую кору ствола и ветвей и буро-оливковые побеги. Листья крупные, 25-60 см длины и 20-22 см ширины, обратно-яйцевидные, на верхушке заостренные, горизонтально расположенные, сверху зелёные, снизу – серовато-зелёные, коротко шелковисто-опушённые, собраны на концах побегов, что придаёт кроне почти зонтиковидную форму, из-за чего англичане и американцы называли её «Umbrella Tree». Цветки крупные, 20-25 см в диаметре, кремово-белые, с неприятным запахом, собраны на концах побегов над листьями. Плоды удлинённо-яйцевидные, ярко-красные, 10-13 см длины и 3-4 см ширины. Семена 10 мм длины, 5-6 мм ширины, плоские, тёмные.

Фенологические наблюдения в Батумском ботаническом саду показали, что у *M. tripetala* вегетативные процессы начинаются в конце марта, в начале апреля начинается набухание почек, к концу апреля они раскрываются и появляются листочки (ЧАИДЗЕ 2007).

Из каждой почки появляется 7 листочков. Массовое облиствение отмечено в середине мая, а в конце – полное облиствение. Побеги начинают расти в начале мая и заканчивают в конце июля. Средний прирост равен 6-16 см. В середине апреля на концах молодых побегов формируются генеративные почки, во второй половине апреля – идёт бутонизация. Цветение происходит с середины мая до середины июня при температуре 12-19°C. Один цветок живёт 5-7, иногда 10 дней. Плоды завязываются с мая по сентябрь. Плоды созревают к концу сентября. Этот период охватывает почти 120-130 дней. Листопад начинается с конца сентября и продолжается до ноября.

*M. tripetala* образует полнозернистые семена с высоким процентом прорастания. Семена осеннего посева, в конце сентября, дают 73% жизнеспособных проростков. Стратифицированные семена, высеванные в апреле, прорастают через 60 дней и дают 60% проростков. Сеянцы в первый год растут медленно, не более 5-6 см в высоту, однако у них в это время сравнительно хорошо развивается корневая система, которая в несколько раз превосходит надземную часть. Но на второй год сеянцы начинают усиленно расти, и трехлетние сеянцы достигают 180 см высоты. Пятилетние сеянцы уже имеют 3 м высоты и 3 см в диаметре ствола на высоте 1,5 м. Девятилетние растения ветвятся и

имеют несколько ветвей. Первое цветение отмечено у восьмилетнего растения, а плодоношение – с 9 лет. Пятнадцатилетние растения цветут и плодоносят массово (Чаидзе и Цхоидзе 2008).

В саду *M. tripetala* очень хорошо развивается, ежегодно цветёт и плодоносит, образует самосев. Это очень декоративное растение, оригинальное своими крупными, почти горизонтально расположенными зелёными листьями. Оно особенно привлекательно весной во время цветения белыми с кремовым оттенком крупными цветками и осенью – ярко-красными плодовыми шишками. *M. tripetala* используется в озеленении населённых пунктов Черноморского побережья Грузии.

### Цитируемые источники

- Чаидзе Ф. Э. 2007.** Итоги интродукции рода *Magnolia* L. на черноморском побережье Грузии. Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства (мат-лы Междунар. науч. конф., Минск, 2007 г.). Т. 1: 309–311. Эдит ВВ, Минск.
- Чаидзе Ф.Э., Цхоидзе Т.К. 2008.** Сезонный ритм развития некоторых северо-американских магнолий на побережье Аджарии. Актуальные проблемы ботаники в Армении (мат-лы Междунар. конф., Ереван, 6-9 октября 2008 г.): 413–416. Институт ботаники НАН РА, Ереван.

## ECOPHYTOMORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF *MAGNOLIA TRIPETALA* L. AT THE BATUMI BOTANICAL GARDEN

FERIDE TCHAI DZE \* & TAMARA TSKHOIDZE

**Abstract.** The article describes North American introduced species *Magnolia tripetala*, it's phenology of growth, development, frondescence, fruit-bearing, and reproduction in conditions of the Batumi Botanical Garden.

**Key words:** *Magnolia tripetala*, phenology, growth, frondescence, fruit-bearing, reproduction

Batumi Botanical Garden, Mtsvane kontskhi 6411, Georgia; \*feride\_tchaidze@mail.ru



УДК 581.524.12

## АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛИСТА *NERIUM OLEANDER* L. КАК ОТРАЖЕНИЕ ЕГО АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА К УСЛОВИЯМ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Татьяна А. Ладыженко

**Аннотация.** В статье обсуждается адаптация анатомической структуры листа вида *Nerium oleander* L. под воздействием микроклиматических условий различных мест произрастания.

**Ключевые слова:** *Nerium oleander*, анатомия, коэффициент палисадности, адаптационный потенциал

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, ул. Сурганова 2в, г. Минск, 220012, Беларусь; tl-21@hotmail.com

### Введение

Структурная основа приспособленности растений чаще всего связывается с характерными особенностями анатомического строения листа, которое, как свидетельствуют многочисленные исследования, отражает адаптацию растения к водному, световому и солевому режимам и является интегральным показателем (Васильев 1988). Использование в экологии растений анатомического метода исследования позволяет судить о степени специализации вида, о его происхождении, понять пути его адаптации к условиям обитания, оценить пластичность и потенциальные функциональные возможности (Кутас 1984).

Смена условий произрастания обычно сопровождается и соответствующими изменениями в структуре листа, и прежде всего это касается дифференциации тканей. Особенно четко данные изменения проявляются у мезофитов (Василевская 1954). При недостатке воды и хорошем освещении листья приобретают так называемую ксероморфную структуру, в условиях достаточного водоснабжения и ослабленного освещения – мезоморфную (Раскатов 1979).

Одним из важнейших показателей,

влияющих на строение листа, является свет. Это влияние настолько значительно и постоянно, что возникла необходимость различать два вида листьев: световые и теневые. Световые листья характеризуются большей толщиной листовой пластинки и большой внутренней поверхностью листа, мелкоклеточностью мезофилла, меньшими размерами листа и выраженной дифференциацией мезофилла, часто с преимущественным развитием столбчатой паренхимы; менее крупными хлоропластами и меньшей концентрацией хлорофилла (на единицу поверхности листа), большей густотой жилок и устьиц, а также утолщением стенок клеток эпидермы, у опушенных листьев – большей густотой волосков, развитым слоем кутикулы и восковым налетом (Василевская 1954; Раскатов 1979).

В данной работе на примере субтропического вида – *Nerium oleander* L., листья которого были взяты из природных мест обитания (о. Кипр), и аналогичных видов, выращиваемых в двух оранжереях ЦБС НАН Беларуси с различным микроклиматическим режимом, исследована анатомическая структура листа и показаны особенности развития хлоренхимы в зависимости от условий произрастания данного вида.

**Табл. 1.** Сравнительная характеристика анатомической структуры листа *Nerium oleander* из мест естественного произрастания и в условиях оранжерей.

**Table 1.** Comparative characteristic of leaf anatomical structure of *Nerium oleander* in conditions of natural habitat and greenhouses.

Место произрастания	Толщина листа, мкм	Верхняя эпидерма, мкм	Палисадная паренхима, мкм	Губчатая паренхима, мкм	Нижняя эпидерма, мкм	Коэффициент палисадности
Сухие субтропики						
Оранжерея №1	265,7±6,1 (100%)	43,9±1,8 (16%)	70,0±1,4 (26%)	115,7±3,4 (44%)	36,1±1,3 (14%)	38%
	265,7±6,1 (100%)	43,9±1,8 (16%)	92,5±2,4 (36%)	90,5±5,0 (34%)	36,1±1,3 (14%)	53 %
Оранжерея №2	346,4±5,2 (100%)	51,4±0,7 (15%)	95,1±4,2 (27%)	164,2±8,1 (47%)	35,5±1,7 (11%)	37%
	346,4±5,2 (100%)	51,4±0,7 (15%)	124,0±2,8 (35%)	135,5±5,5 (39%)	35,5±1,7 (11%)	48 %
о. Кипр	374,2±4,4 (100%)	55,3±0,9 (15%)	182,9±2,4 (49%)	92,5±2,7 (24%)	45,7±1,2 (12%)	66%

### Материалы и методы исследований

Были исследованы листья растения *N. oleander*, отобранные в озеленительных посадках г. Никосия на о. Кипр, где он естественно произрастает. Климат на о. Кипр субтропический, с тёплым и засушливым летом и прохладной зимой. В среднем на о. Кипр от 300 до 330 солнечных дней в году. Количество солнечной энергии составляет 1300-1600 кВтч/м<sup>2</sup>/год. Лето на острове начинается в середине мая и длится до середины октября. Продолжительность зимы всего два месяца – январь и февраль. Средняя температура зимой колеблется на уровне +15°C, летом – +30°C. Отличительной особенностью зимы является обилие дождей. Среднее количество осадков за два зимних месяца составляет около 60% от общего количества осадков. Дожди идут обычно с конца октября по апрель. В среднем в год выпадает 375 мм осадков (Исаченко и Шляпников 1989).

В ЦБС НАН Беларуси *N. oleander* произрастает в оранжереях №1 и №2. В оранжерее №1 представлен кустарником до 1,9 м и выращивается как горшечная культура. Цветет с апреля по июль. Завязывает плоды. В оранжерее №2 растение имеет высоту 1,5 м,

также выращивается как горшечная культура. Цветет, но не плодоносит.

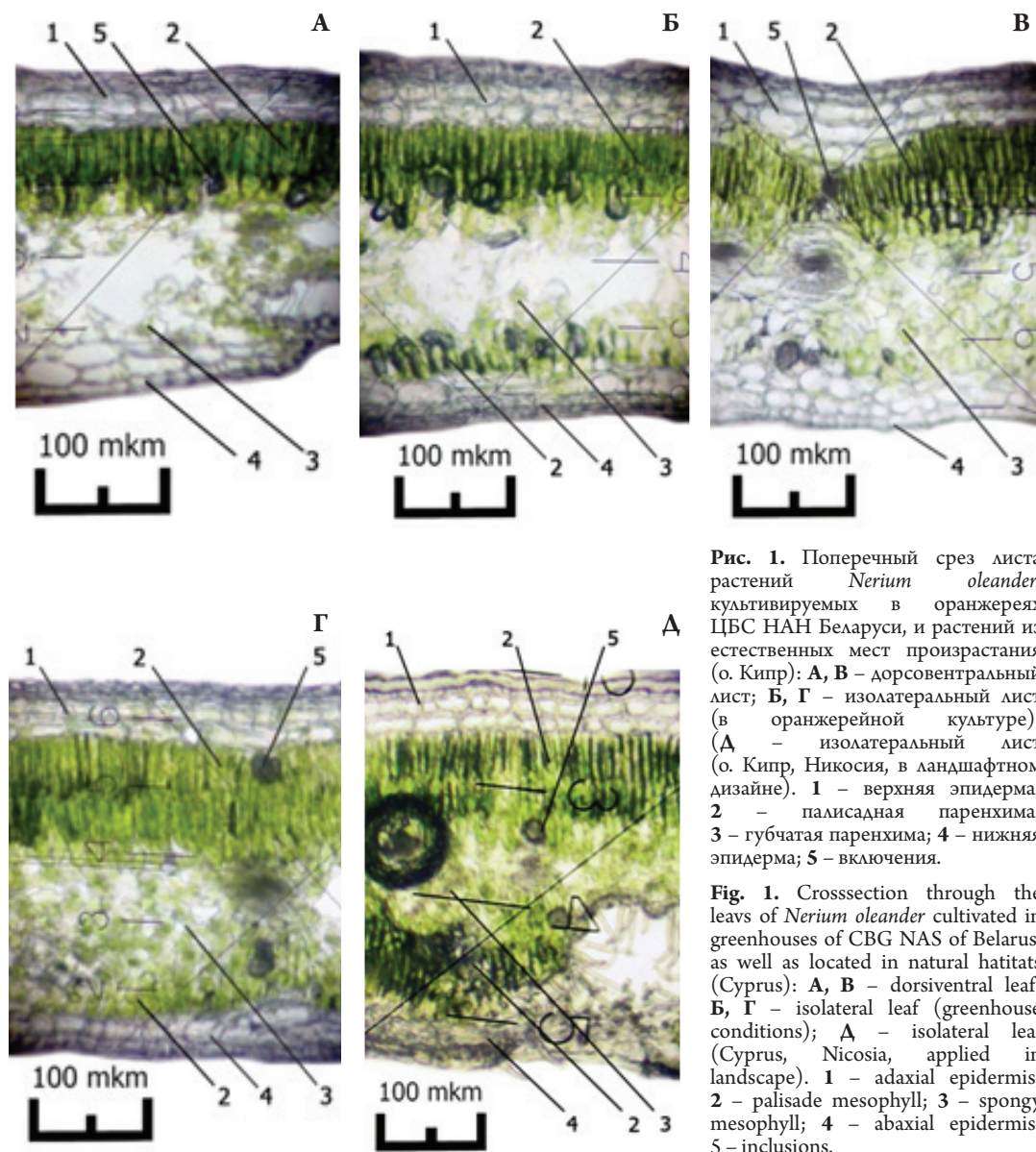
Микроклимат оранжерей №1 и №2 различен в отношении температуры, влажности и освещенности.

**Оранжерея №1.** Среднегодовая температура в секции с тропическим режимом составляет 20,4°C, среднегодовое значение относительной влажности воздуха – 64,3%, температура в секции с субтропическим режимом – 17,2°C, влажность воздуха – 80,2%.

**Оранжерея №2.** Среднегодовая температура в секции с тропическим режимом составляет 23,6°C, среднегодовое значение относительной влажности воздуха – 63,2%, температура в секции с субтропическим режимом – 22°C, влажность воздуха – 69,9%.

Наиболее значимые различия наблюдаются в условиях освещенности. В летние месяцы в оранжерее №1 она достигает в среднем 8 тыс. лк (максимум 50-60 тыс. лк), в зимний период соответственно – 500-800 лк (максимум 2000 лк). В условиях оранжереи №2 освещенность в летний период составляет 9-10 тыс. лк (максимум 60 – 70 тыс. лк), а в зимние месяцы 1000-1500 лк (максимум 3000 лк). По климатическим показателям более близкой к естественным условиям





**Рис. 1.** Поперечный срез листа растений *Nerium oleander*, культивируемых в оранжереях ЦБС НАН Беларуси, и растений из естественных мест произрастания (о. Кипр): **А, В** – дорсовентральный лист; **Б, Г** – изолатеральный лист (в оранжерейной культуре); (**Д** – изолатеральный лист (о. Кипр, Никосия, в ландшафтном дизайне). 1 – верхняя эпидерма; 2 – палисадная паренхима; 3 – губчатая паренхима; 4 – нижняя эпидерма; 5 – включения.

**Fig. 1.** Crosssection through the leaves of *Nerium oleander* cultivated in greenhouses of CBG NAS of Belarus, as well as located in natural habitats (Cyprus): **A, B** – dorsiventral leaf; **Б, Г** – isolateral leaf (greenhouse conditions); **Д** – isolateral leaf (Cyprus, Nicosia, applied in landscape). 1 – adaxial epidermis; 2 – palisade mesophyll; 3 – spongy mesophyll; 4 – abaxial epidermis; 5 – inclusions.

обитания тропических и субтропических растений является оранжерея №2.

**Результаты и их обсуждение**

Изучение анатомического строения листьев проводилось по методике Б.Р. Васильева (1988) и результаты представлены в Табл. 1.

Толщина листовой пластинки

исследуемых растений *N. oleander* составляет  $265,7 \pm 6,1$  и  $346,4 \pm 5,2$  мкм в оранжереях №1 и №2 соответственно, и  $330,7 \pm 4,4$  мкм – у растений естественных мест произрастания (Рис. 1). Лист относится к типу толстый и очень толстый. Большая часть исследованных листьев имеет мезофилл многослойный, дифференцированный, изолатерального типа, плотный. Однако у оранжерейных

растений обнаруживаются листья и дорсовентрального типа.

Палисадная паренхима изолатеральных листьев оранжерейных растений обычно двуслойная с верхней стороны и однослойная – с нижней, в то время как у растений с о. Кипр она двуслойная с обеих сторон листа. Коэффициент палисадности у растений в обеих оранжереях составляет 37-38% у дорсовентральных листьев и 48-53% – у изолатеральных, в то время как у растений, произрастающих на о. Кипр – достигает 66%. В толще листа во всех вариантах обнаруживаются включения.

### Заключение

Таким образом, у *N. oleander* прослеживается четкая зависимость анатомической структуры листа от экологических условий произрастания. В нашем случае таким главным условием выступает свет. В природных экотопах для данного вида характерна ксероморфная структура листа: значительная толщина листовой пластинки, мощная столбчатая паренхима (иногда двух- и трехслойная, с обеих сторон листовой пластинки), развитие кутикулы, наличие в толще листа включений. Растения данного вида в условиях оранжерей существенно отличаются от растения из природных экотопов, в первую очередь, по двум показателям – толщине палисадной паренхимы и коэффициенту палисадности, а также мощности развития некоторых других

слоев листовой пластинки и ее толщины в целом. Это свидетельствует о том, что растение с о. Кипр получает значительно большее количество солнечной энергии, которое оказывает влияние на формирование гелиоморфного типа листовой пластинки.

Из этого следует, что некоторые отклонения в структуре следует считать приобретенными, как реакцию на воздействие ряда факторов окружающей среды (свет, температура, влажность). Благодаря этой пластичности функциональный статус у растений поддерживается в конкретных условиях на необходимом для жизнедеятельности уровне. Такие виды обладают широким диапазоном экологической адаптации, что, в свою очередь, может обеспечить им успех при использовании в озеленении интерьеров.

### Цитируемые источники

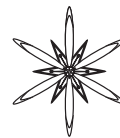
- ВАСИЛЬЕВ Б.Р. 1988.** Строение листа древесных растений различных климатических зон. Изд-во Ленингр. ун-та, Ленинград.
- КУТАС Е.Н. 1984.** Эколого-биологические особенности жизнедеятельности растений в условиях интерьеров: 67–81. Наука и Техника, Минск.
- ВАСИЛЕВСКАЯ В.К. 1954.** Формирование листа засухоустойчивых растений. Изд-во АН ТССР, Ашхабад.
- РАСКАТОВ П.Б. 1979.** Экологическая анатомия вегетативных органов деревьев и кустарников: 123–125. Изд-во Воронежского гос. ун-та, Воронеж.
- КУЛЬТИАСОВ И.М. 1982.** Экология растений: 195–201. Изд-во Московского ун-та, Москва.
- ИСАЧЕНКО А.Г., ШЛЯПНИКОВ А.А. 1989.** Природа мира: Ландшафты. Мысль, Москва.

## LEAF ANATOMICAL STRUCTURE OF *NERIUM OLEANDER* L. AS A REFLECTION OF ITS ADAPTION POTENTIAL ON HABITAT

TATIANA LADYZHENKO

**Abstract.** In the article the adaptation of anatomical structure of the leaf in *Nerium oleander* L. under the influence of microclimatic conditions in different habitats is discussed.

**Key words:** *Nerium oleander*, anatomy, palisade index, adaption potential



УДК 581.524.12

## АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА *COLEANTHUS SUBTILIS* (TRATT.) SEIDEL В СВЯЗИ С ЭКОЛОГИЕЙ ВИДА

Дулмажаб Ю. Цыренова\* и Алина П. Касаткина\*\*

**Аннотация.** Представлены результаты анатомического исследования вегетативных органов стенопотного отшельного голарктического вида *Coleanthus subtilis* с Нижнего Приамурья. Выявлено, что вид характеризуется микроструктурой типичного сухопутного гигрофита. Наиболее ярко выражены адаптации к отшельным условиям существования – присутствие в сердцевине стебля и первичной коре корня рексигенных воздухоносных полостей.

**Ключевые слова:** *Coleanthus subtilis*, Нижнее Приамурье, анатомия, корень, стебель

ФГБОУ ВПО Дальневосточный государственный гуманитарный университет, ул. К. Маркса, 68, г. Хабаровск, 680000, Россия; \* [Duma@mail.ru](mailto:Duma@mail.ru), \*\* [pakas@itraco.kht.ru](mailto:pakas@itraco.kht.ru)

### Введение

На Дальнем Востоке России *Coleanthus subtilis* (Tratt.) Seidel встречается в пределах Буреинского, Амгунского и Уссурийского флористических районов (Пробатова 1985). Вид характеризуется узкой стенопотной экологической нишей и непериодической вегетацией. Заселяет самую низкую полосу песчано-илистых отмелей вдоль пойменных водотоков и озер бассейна Амура (Нечаев и Нечаев 1973). По продолжительности жизненного цикла вид причисляют к своеобразным «меженным», «гидропонным» эфемерам, проходящими все стадии онтогенеза в течение 20-25(30) дней (Нечаев и Гапека 1970). Аутоэкологические исследования вида на микроморфологическом уровне не проводились.

### Материалы и методы исследований

Материал для исследований собран в июне-июле 2001 года вблизи Хабаровска в пределах левобережной поймы основного русла Амура напротив железнодорожного моста в районе ст. Тельмана и Покровка. Анатомические исследования проведены по общепринятой методике.

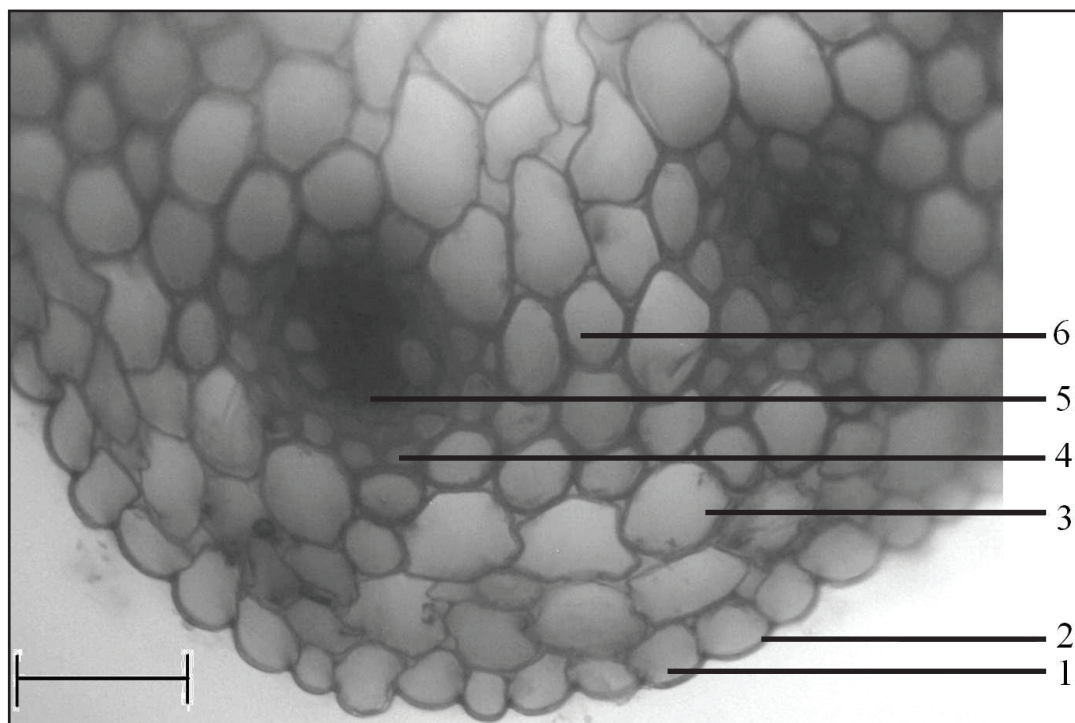
### Результаты и их обсуждение

#### Строение стебля (Рис. 1).

Стебель покрыт однослойной эпидермой с тонкой кутикулой. Устьица поверхностные, замыкающие клетки располагаются вровень с эпидермальными, подустьичные полости крупные. Трихомы не выражены. Наблюдаются целлюлозные утолщения наружных стенок клеток эпидермы. Первичная кора из 2-3 слоев колленхиматозной паренхимы, клетки которой б.м. сомкнуты и содержат хлоропласты. Эндодерма и перицикл не выражены. Центральный цилиндр пучковый. Пучки имеют типичное для злаковых строение. Отмечается один круг пучков, соединенных склерифицированной межпучковой паренхимой. Сердцевина вначале выполнена крупноклеточной паренхимой, затем в ней формируется воздушная полость соломины.

#### Строение корня (Рис. 2).

Корень покрыт однослойной тонкостенной тканью с коричневым содержимым. В первичной коре имеются рексигенные воздушные полости. Внутренние слои паренхимы первичной коры суберинизированы. Эндодерма однослойная с подковообразными лигнифицированными



**Рис. 1.** Поперечный срез стебля *Coleanthus subtilis*: 1 – эпидерма; 2 – кутикула; 3 – паренхима первичной коры; 4 – склеренхимная обкладка пучка; 5 – проводящий пучок; 6 – межпучковая паренхима. Масштабная линейка – 4,7 мкм.

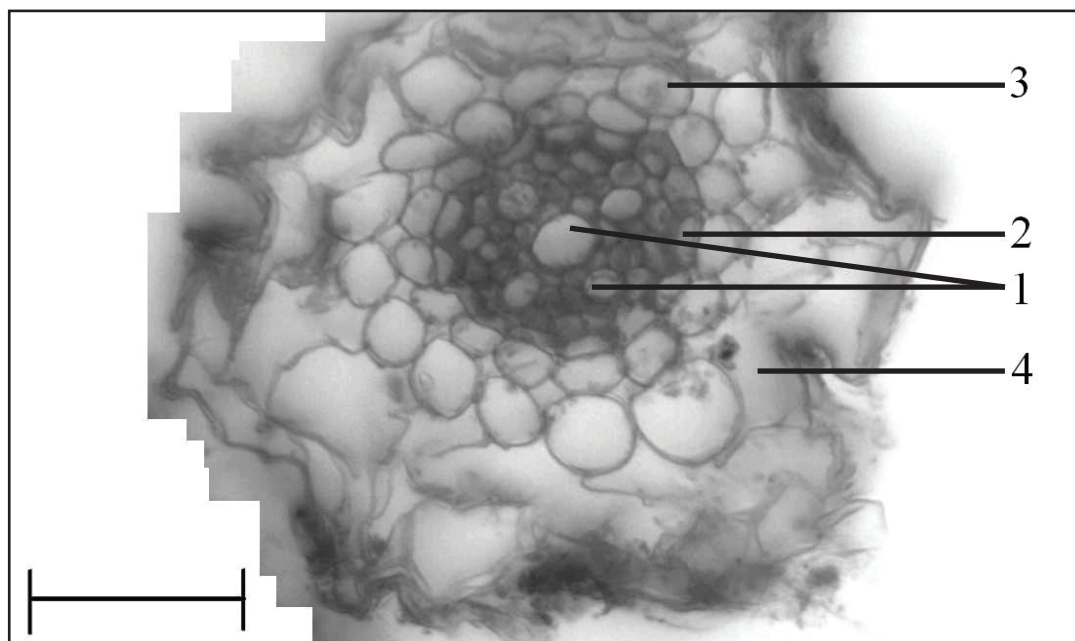
**Fig. 1.** Cross section through the stem of *Coleanthus subtilis*: 1 – epidermis; 2 – cuticle; 3 – primary bark parenchyma; 4 – sclerenchyma facing of vascular bundle; 5 – vascular bundle; 6 – interfascicular parenchyma. Scale bar – 4,7  $\mu\text{m}$ .

утолщениями. Центральный цилиндр сплошь склерифицированный. В нем имеется один широкопросветный сосуд в самом центре органа, а вокруг него более узкопросветные сосуды в числе 4(!)-6.

Таким образом, у *C. subtilis*, как в стебле, так и в корне наблюдается типичное строение, свойственное однодольным. Признаков структурного упрощения, связанных со специфическими отмельными условиями существования, не обнаружено. Выявлен комплекс адаптивных микропризнаков гигрофитной организации вида. К ним, прежде всего, относится обилие воздухоносных полостей в первичной коре и сердцевине органов, которые помогают растениям вида успешно преодолевать ограничения в газообмене и транспирации

в условиях высокого увлажнения аллювиального субстрата отмелей и периодического затопления волнами и течением уреза воды.

Наличие поверхностных устьиц и тонкой кутикулы также имеют адаптивное значение, способствуя активному поверхностному водообмену. Суберинизация кортикальной паренхимы корня защищает центральный цилиндр корня от выщелачивающего действия воды. Вместе с тем, присутствие в стебле колленхиматозной кортикальной паренхимы и механической межпучковой паренхимы, а в корне – типичной эндодермы и склерифицированного центрального цилиндра свидетельствует о большей сухопутности микроморфологии *C. subtilis*, нежели гидрофитности.



**Рис. 2.** Поперечный срез корня *Coleanthus subtilis*: 1 – сосуды ксилемы; 2 – эндодерма; 3 – паренхима первичной коры; 4 – рехигенные воздушные полости. Масштабная линейка – 4,7 мкм.

**Fig. 2.** Cross section through the root of *Coleanthus subtilis*: 1 – xylem vessels; 2 – endodermis; 3 – primary bark parenchyma; 4 – rexigenic air cavities. Scale bar – 4,7  $\mu\text{m}$ .

### Заключение

Охарактеризованные признаки микроморфологии *C. subtilis* могут быть использованы для реконструкции истории структурной и эколого-географической дифференциации вида в Голарктике. В дальнейшем нами будет изучено строение листовой пластинки и перикарпия с учетом экологии.

### Цитируемые источники

- Нечаев А.П., Гапека З.И. 1970.** Эфемеры меженной полосы берегов Нижнего Амура. *Бот. журн.* **55** (8): 1127–1137.
- Нечаев А.П., Нечаев А.А. 1973.** *Coleanthus subtilis* (Tratt.) Seidel в приамурской части ареала. *Ботан. журн.* **58** (5): 440–446.
- Пробатова Н.С. 1985.** Сем. Мятликовые – Роасеае. В кн.: Харкевич С.С. (ред.), *Сосудистые растения советского Дальнего Востока*. Т. 1: 89–382. Наука, Ленинград.

### ANATOMICAL STRUCTURE OF *COLEANTHUS SUBTILIS* (TRATT.) SEIDEL IN CONTEXT OF THE SPECIES ECOLOGY

DULMAZHAB J. TZYRENOVA \* & ALINA P. KASATKINA \*\*

**Abstract.** Anatomy features of vegetative organs of *Coleanthus subtilis* – stenotop bank golarctic species from Lower Amur was examined. It has the typical microstructure of land gigrophit. Such adaptations of living conditions as rexigenic air cavities in primary cortex of stem, as well as in primary bark of a root are strongly pronounced.

**Key words:** *Coleanthus subtilis*, Lower Amur, anatomy, root, stem





## АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВИРГИНИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ *IKONNIKOVIA KAUFMANNIANA* (REGEL) LINCZ.

Айгуль Б. Ахметова \*, Наштай М. Мухитдинов, Алибек Ыдырыс

**Аннотация.** В статье представлена анатомическая характеристика вегетативных органов редкого, исчезающего, эндемичного вида с сокращающимся ареалом *Ikonnikovia kaufmanniana*, исследованного в трех различных ценопопуляциях. В результате исследования установлено, что вегетативные органы растений характеризуются различной степенью развитости тех или иных тканей в зависимости от места произрастания.

**Ключевые слова:** *Ikonnikovia kaufmanniana*, редкий вид, ценопопуляция, лист, корень

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан; \* [Aygul.Akhetmetova@kaznu.kz](mailto:Aygul.Akhetmetova@kaznu.kz)

### Введение

В настоящее время проблема сохранения биоразнообразия приобрела первостепенное значение; воздействие человека на биосферу достигло небывалых в истории размеров. По оценке экспертов в ближайшем будущем на грани своего исчезновения окажется не менее 10% видового состава мировой флоры. В связи с катастрофически быстрым обеднением видового состава, нарушением популяций и экосистем, проблема их сохранения признана одной из ключевых проблем глобальной экологии. В этом аспекте изучение популяций редких, исчезающих и эндемичных видов растений является очень актуальным (Чубаров 2005).

В связи с тем, что иконниковия Кауфмановская (*Ikonnikovia kaufmanniana* (Regel) Lincz.) по статусу редкий, исчезающий, эндемичный вид с сокращающимся ареалом (Быков 1981) и встречается только в Казахстане и Западном Китае, нами были проведены исследования особенностей анатомической структуры вегетативных органов данного вида в сравнительном аспекте в зависимости от места произрастания.

### Материалы и методы исследований

Популяция *I. kaufmanniana* была найдена в низкогорном массиве Сюгаты в районе перевала Кокпек на высоте 1163 м н.у.м., N 43°27.229', E 078°38.984'.

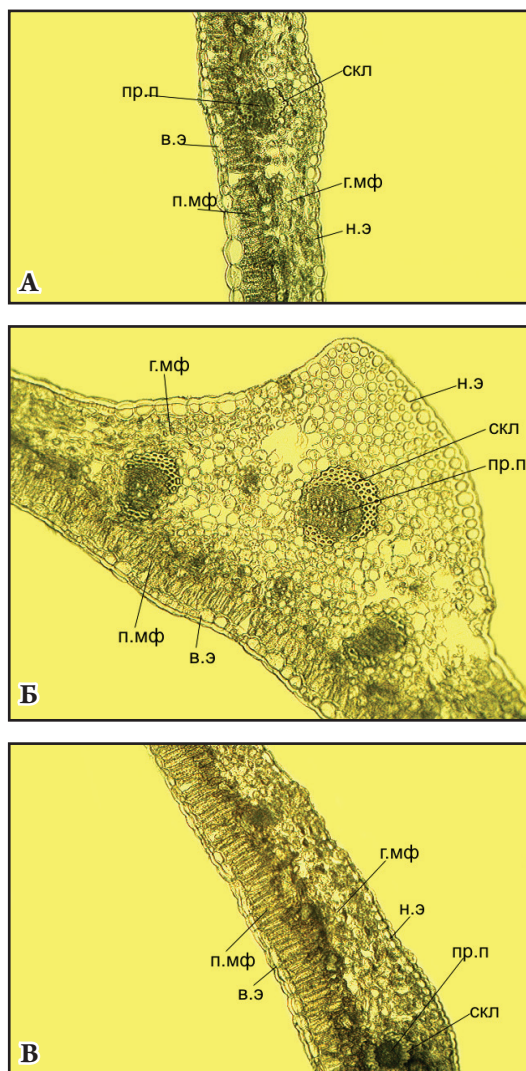
В пределах популяции были выделены три ценопопуляции. Комплексное исследование ценопопуляций иконниковии Кауфмановской проведено в Иле-Балхашском регионе. Изучение ценопопуляций проводилось традиционными методами (Уранов 1973; Работнов 1978; Голубев и Молчанов 1978; Заугольнова 1982).

Ценопопуляция №4 располагалась на склоне крутизной 55-60° северной экспозиции небольшой сопки. Растительный покров был представлен злаково-полынно-кустарниковой ассоциацией. Проективное покрытие составляло 85-90%.

Ценопопуляция №5 располагалась у подножья сопки ближе к ложбине и занимала небольшую площадь. Площадка была заложена на склоне крутизной 15-20° северо-восточной экспозиции. Растительный покров был представлен разнотравно-кустарниковой ассоциацией с участием *I. kaufmanniana*. Проективное покрытие составляло 95-100%.

Ценопопуляция №6 располагалась на склоне крутизной 55-60° северной экспозиции невысокой сопки. Ценопопуляция занимала верхнюю часть сопки, местами *I. kaufmanniana* росла под скалами. Площадь ценопопуляции была небольшой, длина составляла 50 м, а ширина 30 м. Растительный покров был представлен злаково-полынно-кустарниковой ассоциацией. Проективное покрытие составляло 85-90%.

Возрастная структура ценопопуляций оценивалась по Т.А. Работнову (1978)



**Рис. 1.** Анатомическое строение листовой пластинки *Ikonnikovia kaufmanniana* из ценопопуляций №4 (А), №5 (Б) и №6 (Б'): в.э – верхний эпидермис; г.мф – губчатый мезофилл; н.э – нижний эпидермис; п.мф – палисадный мезофилл; пр.п – проводящий пучок; скл – склеренхима.

**Fig. 1.** Anatomical structure of the leaf blade of *Ikonnikovia kaufmanniana* from coenopopulations Nr. 4 (A), Nr. 5 (B) and Nr. 6 (B'): в.э – adaxial epidermis; г.мф – spongy mesophyll; н.э – abaxial epidermis; п.мф – palisade mesophyll; пр.п – vascular bundle; скл – sclerenchyma.

и А.А. Уранову (1973). При изучении анатомической структуры растений были использованы общепринятые методики М.Н. Прозиной (1960), А.И. Пермякова (1988) и Р.П. Барыкиной и др. (2004). В результате исследования даны описания

внутреннего строения вегетативных органов виргинильных растений, а также проведена сравнительная характеристика растений трех различных ценопопуляций.

## Результаты и их обсуждение

### Анатомическое строение листовой пластинки

Основная масса эпидермальных клеток листовой пластинки растений расположена плотно и покрыта тонким слоем кутикулы, снижающей потери воды. Крошечные трихомы отсутствуют.

Листовая пластинка заполнена клетками мезофилла – основной тканью листа с крупными межклетниками и многочисленными хлоропластами. Мезофилл дифференцирован на палисадную и губчатую паренхиму. В палисадной паренхиме клетки имеют столбчатую форму с длинными осями, ориентированными под прямым углом к верхнему эпидермису. В губчатой паренхиме форма клеток неправильная.

Мезофилл листа густо пронизан многочисленными проводящими пучками, непосредственно связанными с проводящей системой стебля. Самый крупный (центральный) проводящий пучок тянется вдоль оси листа, а в месте с прилегающими основной и механической тканями – выступает над его нижней поверхностью в виде гребня. Проводящий пучок содержит ксилему и флоэму. Ксилема находится на верхней стороне листа, флоэма на нижней (Рис. 1).

При изучении морфометрических показателей внутренней структуры листовых пластинок вегетативных особей *I. kaufmanniana* трех ценопопуляций было выявлено, что средние показатели толщины клеток верхнего и нижнего эпидермиса у всех исследованных растений практически не отличаются между собой. Однако клетки верхнего эпидермиса немного уступают по размерам основным клеткам эпидермиса на нижней стороне листовых пластинок у всех исследованных растений.

Растения ценопопуляций №4 и №6 имеют наиболее тонкие листовые пластинки, размеры которых зависят от места и условий произрастания растений. У растений ценопопуляции №5 с нижней стороны листовой пластинки около крупного центрального проводящего пучка имеется



большой выступ, образованный скоплением тонкостенных крупных живых паренхимных клеток (Табл. 1).

### Анатомическое строение корня

Снаружи корни растений покрыты перидермой, клетки которой таблитчатой формы, на поперечном срезе располагаются правильными рядами в несколько слоев, имеют темный цвет. Глубже, под перидермой, расположены паренхимные клетки. Как среди паренхимных клеток коры, так и между проводящими элементами пучками разбросаны толстостенные, в поперечном сечении округлые, с точечной полостью клетки механической ткани – лубяные волокна. Центр корня занят элементами проводящих тканей (Рис. 2).

Согласно полученным данным, особи ценопопуляции №5 и №6 характеризуются значительным развитием коры, диаметра центрального цилиндра и элементов проводящих тканей. В противоположность им можно привести растения ценопопуляции №4, корни которых по диаметру почти вдвое меньше вышеуказанных (Табл. 2).

### Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований и анализа результатов полученных данных сделаны следующие выводы:

1. Изучение анатомической структуры листовых пластинок растений всех трех ценопопуляций показало их большое сходство. Для всех особей разных возрастных состояний характерны дорзовентральность и дифференциация мезофилла на палисадный и губчатый. В зависимости от места произрастания листовые пластинки характеризуются различной степенью развитости тех или иных тканей.

2. Для всех особей исследуемых растений характерно одревеснение корней, наличие перидермы, а также расположение в самом центре корня элементов первичной ксилемы, от которых лубяными тяжами вторичной ксилемы, состоящие из элементов различного диаметра.

3. Виргинийские особи ценопопуляции №5 имеют наиболее утолщенные листовые пластинки по сравнению с растениями других ценопопуляций. Увеличение размеров ассимиляционной ткани, а также общий

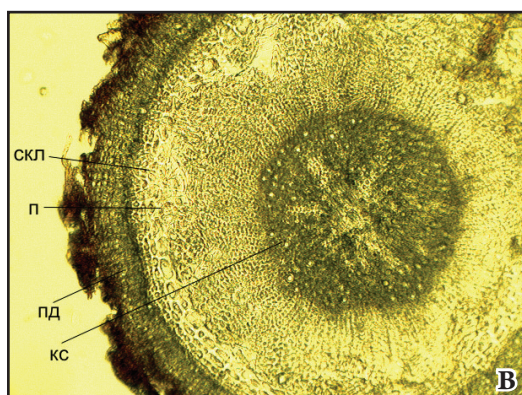
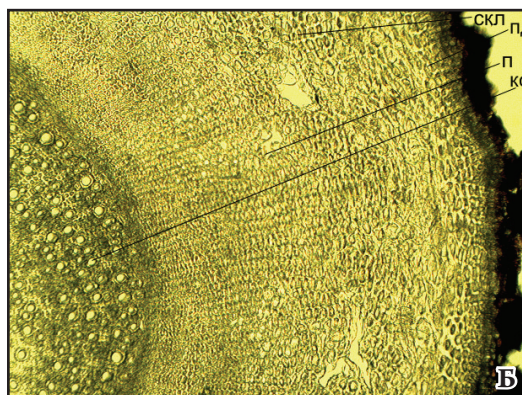
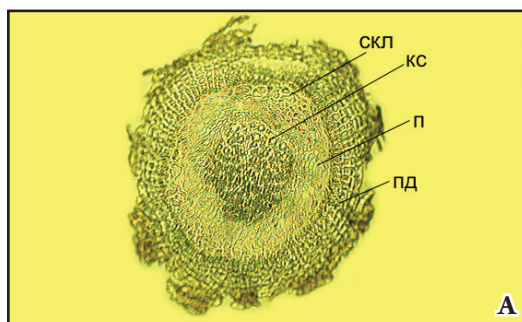


Рис. 2. Анатомическое строение корня *Ikonnikovia kaufmanniana* из ценопопуляций №4 (А), №5 (Б) и №6 (В): КС – ксилема; П – паренхима; ПД – перидерма; СКЛ – склеренхима.

Fig. 2. Anatomical structure of the root of *Ikonnikovia kaufmanniana* from coenopopulations Nr. 4 (А), Nr. 5 (Б) and Nr. 6 (В): КС – xylem; П – parenchyma; ПД – peridermis; СКЛ – sclerenchyma.

диаметр проводящих пучков сказывается на общем увеличении листовой пластинки.

4. Во внутренней структуре корня растений ценопопуляции №5 установлено увеличение общего слоя, состоящего из паренхимных клеток коры.

**Табл. 1.** Морфометрические показатели листовой пластинки *Ikonnikovia kaufmanniana* из разных ценопопуляций.**Table 1.** Morphometric parameters of the leaf blade of *Ikonnikovia kaufmanniana* from different coenopopulations.

Ценопопуляция	Толщина листовой пластинки, мкм	Толщина эпидермиса, мкм		Толщина мезофилла, мкм		Диаметр проводящих пучков, мкм
		верхний	нижний	палисадный	губчатый	
№4	117,20±4,70	8,61±1,64	9,25±0,11	43,14±4,08	42,42±1,28	37,60±2,59
№5	227,54±5,33	11,52±1,32	12,79±0,18	79,46±5,39	85,01±1,71	85,92±3,29
№6	172,36±3,15	11,25±1,56	12,54±0,29	79,04±3,36	54,52±2,41	59,90±2,47

**Табл. 2.** Морфометрические показатели корня *Ikonnikovia kaufmanniana*.**Table 2.** Morphometric indicators of root *Ikonnikovia kaufmanniana*.

Ценопопуляция	Толщина перидермы, мкм	Толщина коры, мкм	Диаметр центрального цилиндра, мкм	Диаметр ксилемных сосудов, мкм
№4	27,44±1,48	75,28±3,64	167,64±1,70	13,83±0,26
№5	42,53±1,15	213,31±4,85	257,58±2,91	15,94±0,30
№6	41,38±1,57	103,85±3,05	243,15±2,02	10,94±0,52

### Цитируемые источники

**БАРЫКИНА Р.П., БЕСЕЛОВА Т.Д., ДЕВЯТОВ А.Г., ДЖАЛИЛОВА Х.Х., ИЛЬИНА Г.М., ЧУБАТОВА Н.В. 2004.** Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Изд-во МГУ, Москва.

**БЫКОВ Б.А. (РЕД.) 1981.** Красная книга Казахской ССР: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений: Растения. "Наука" Казахской ССР, Алма-Ата.

**ГОЛУБЕВ В.Н., МОЛЧАНОВ Е.Ф. 1978.** Методические указания к количественному и эколого-биологическому изучению редких и исчезающих и эндемичных растений Крыма. Изд-во Гос. Никит. бот. сад, Ялта.

**ЗАУГОЛЬНОВА Л.Б. 1982.** Методика изучения ценопопуляций редких видов растений с целью оценки их состояния. *Охрана растительных сообществ редких и находящихся под угрозой исчезновения экосистем (Мат-лы I Всесоюз. конф., 1982 г., Москва):* 74–76.

**ПЕРМЯКОВ А.И. 1988.** Микротехника. Изд-во МГУ, Москва.

**ПРОЗИНА М.Н. 1960.** Ботаническая микротехника. Высш. школа, Москва.

**РАБОТНОВ Т.А. 1978.** Структура и методы изучения ценопопуляций многолетних травянистых растений. *Экология* 2: 5–13.

**УРАНОВ А.А. 1973.** Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений. *Тез. докл. V делегатского съезда ВБО (1973 г., Киев):* 74–76.

**ЧУБАРОВ И.П. 2005.** Семейство Alliaceae Алтайской горной страны: автореф. дисс... канд. биол. наук: 03.00.05. Барнаул.

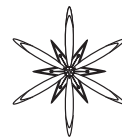
### ANATOMICAL STRUCTURE OF VIRGINAL PLANTS OF *IKONNIKOVIA KAUFMANNIANA* (REGEL) LINCZ

AYGUL AKHMETOVA \*, NASHTAY MUKHITDINOV, ALIBEK YDYRYS

**Abstract.** In the paper is represented anatomical characteristic of vegetative organs of the rare, endangered and endemic species – *Ikonnikovia kaufmanniana*, which has been studied in conditions of three different coenopopulations. As a result, it was established that vegetative organs of these plants are characterized by different stage of development of its tissues dependently from the habitat.

**Key words:** *Ikonnikovia kaufmanniana*, rare species, coenopopulation, leaf, root

*Al-Farabi Kazakh National University, 71 al-Farabi av., Almaty 050040, Republic of Kazakhstan; \* Aygul.Akhmetova@kaznu.kz*



УДК 581.33

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ СОСТОЯНИЙ РЕДКОГО, ЭНДЕМИЧНОГО РАСТЕНИЯ *IKONNIKOVIA KAUFMANNIANA* (REGEL) LINCZ.

КАРИМЭ Т. АБИДУЛОВА \*, НАШТАЙ М. МУХИТДИНОВ, АБИБУЛЛА А. АМЕТОВ, АЛИБЕК  
ЫДЫРЫС, НУРГУЛЬ КУДАЙБЕРГЕНОВА

**Аннотация.** В статье представлены морфометрические показатели растений *Ikonnikovia kaufmanniana* разных возрастных периодов и состояний: от ювенильного до сенильного, изученных в трех разных популяциях, найденных в горах Торайгыр и Сюгаты (восточные отроги хребта Заилийский Алатау, Казахстан).

**Ключевые слова:** *Ikonnikovia kaufmanniana*, редкий вид, ценопопуляция, возрастные периоды, возрастные состояния

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, факультет биологии и биотехнологии, пр. аль-Фараби, 71, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан; \* karime\_58@mail.ru, \* Karime.Abidkulova@kaznu.kz

### Введение

Проблема охраны и рационального использования генофонда растений, в том числе эндемических и редких, в настоящее время приобрело актуальное значение. Расширение эксплуатации растительных ресурсов явилось причиной того, что отдельные растительные сообщества и их компоненты стали подвергаться изменениям, а некоторые виды растений близки к исчезновению. Эндемичные и редкие виды растений составляют наиболее уязвимую часть региональных флор. Изменение их биотопов в результате деятельности человека является причиной еще большего сокращения их ареала и в дальнейшем может привести к потере этих видов и уменьшению стабильности экосистемы, чьей неотъемлемой частью они являются. Определение состояния ценопопуляций таких видов растений в разнообразных местообитаниях необходимы для выяснения перспектив их существования и разработки стратегии сохранения таких редких видов и, соответственно, решения проблемы сохранения биоразнообразия. Одним из таких редких, исчезающих, эндемичных видов с сокращающимся ареалом является

иконниковия Кауфмановская (*Ikonnikovia kaufmanniana* (Regel) Lincz.), вид, занесенный в Красную книгу Казахстана (Быков 1981). В связи с этим мы провели комплексное изучение структуры и состояния ценопопуляций этого редкого, эндемичного вида из монотипного рода. При этом одним из исследованных параметров являлась морфометрическая характеристика разновозрастных растений данного вида.

### Материалы и методы исследований

*I. kaufmanniana* (сем. Limoniaceae Ser.) встречается в Казахстане в восточных отрогах хребта Заилийский Алатау (ущелье Тургень, горы Сюгаты, Богуты, Турайгыр) и подножья хребта Узынкара (Кетменьтау) (Рис. 1). На востоке проникает в район Кульджи (КНР) единичными особями и небольшими группками. Ареал вида резко сокращается из-за быстрого освоения новых территорий и усиленного выпаса скота (Быков 1981; Байтенов 1986).

Нами были обследованы три популяции *I. kaufmanniana*. Популяция 1 находилась на перевале Аласы в горах Торайгыр, координаты N 43°20.124', E 078°56.337', 1394 м н.у.м.; популяция 2 – на перевале



Рис. 1. Общий вид *Ikkonikovia kaufmanniana*.

Рис. 1. Common view of *Ikkonikovia kaufmanniana*.

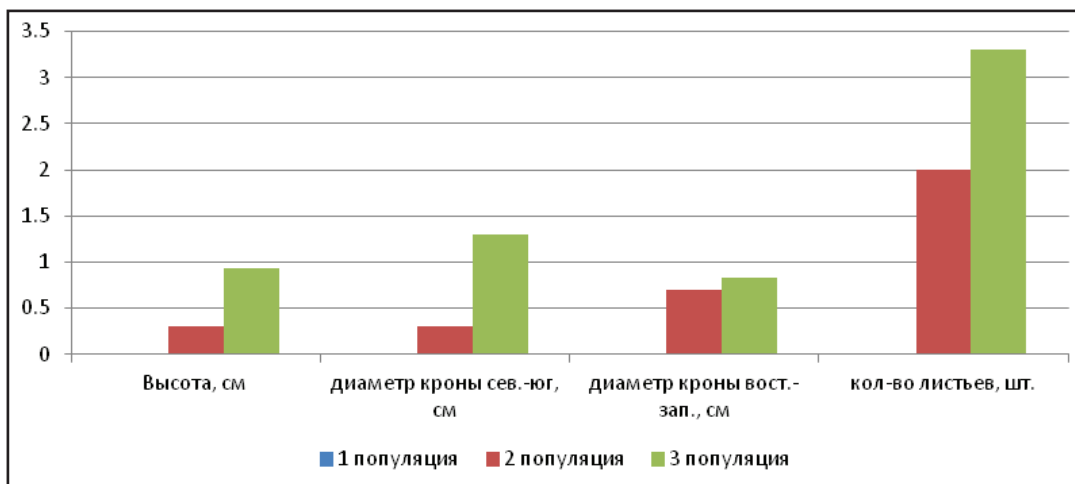


Рис. 2. Морфометрические показатели ювенильных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 2. Morphometric parameters of juvenile plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

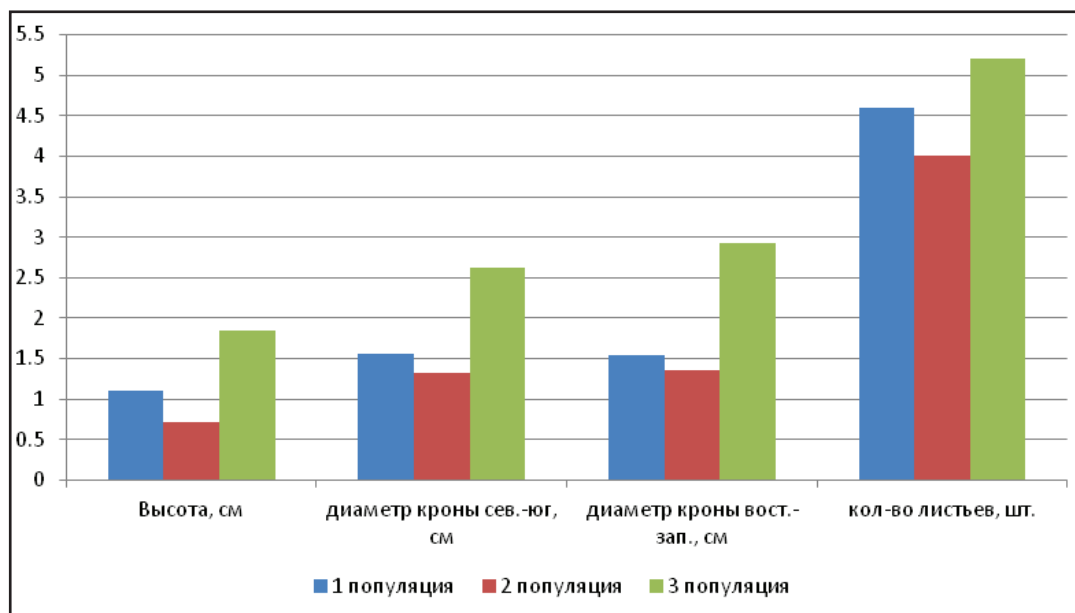


Рис. 3. Морфометрические показатели имматурных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 3. Morphometric parameters of immature plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

Кокпек в горах Сюгаты, координаты N 43°27.229', E 078°38.984', 1163 м н.у.м.; популяция 3 – в горах Сюгаты перед перевалом Кокпек, координаты: N 43°31.472', E 078°35.207', 1033 м н.у.м.

Для изучения возрастной структуры на каждом из исследованных участков были заложены продольные трансекты. На

трансектах через 10-20 м в зависимости от рельефа участка, мы закладывали учетные площадки площадью 1 м<sup>2</sup> (всего 90 площадок). На каждой площадке проводили учет всех особей данного вида с распределением по возрастным состояниям. Выделение возрастных состояний проводили по схеме А.А. Уранова (1973):

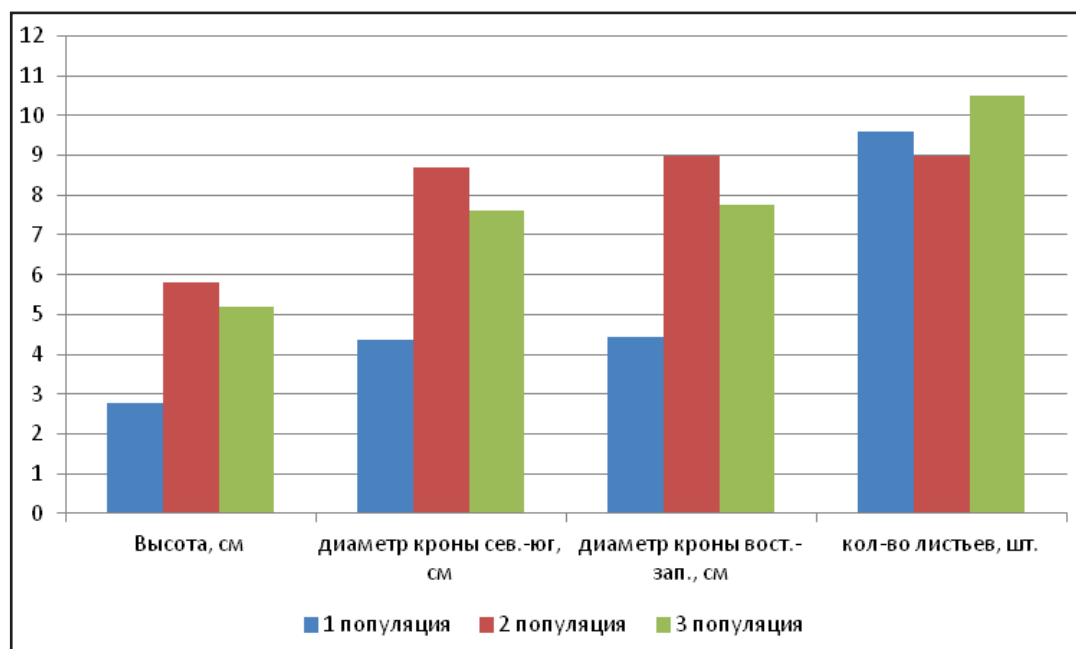


Рис. 4. Морфометрические показатели виргинильных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 4. Morphometric parameters of virgin plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

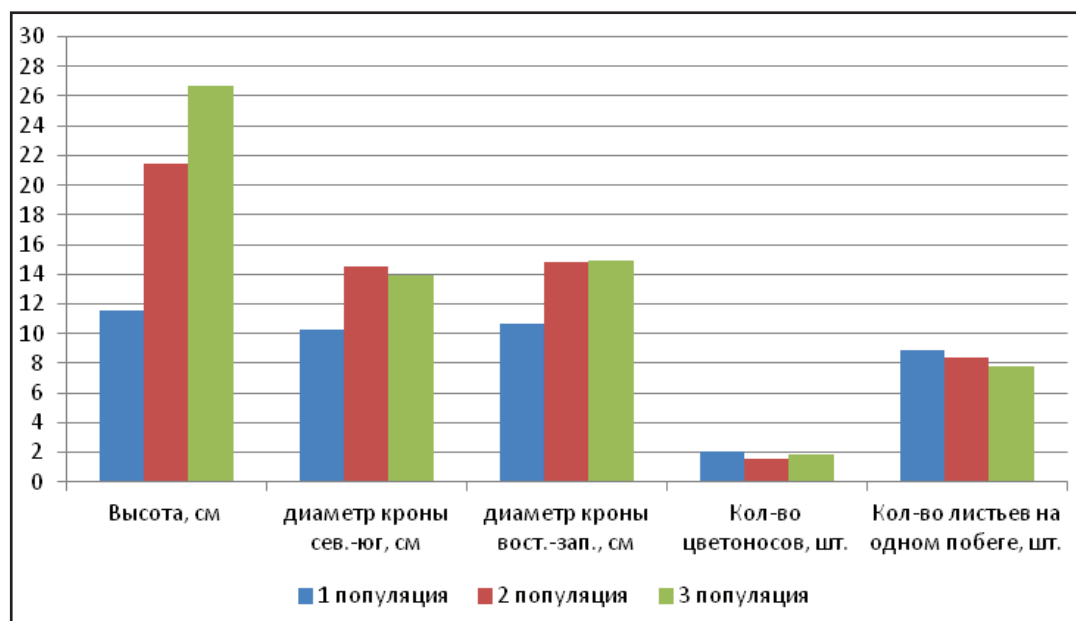


Рис. 5. Морфометрические показатели молодых генеративных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 5. Morphometric parameters of young generative plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

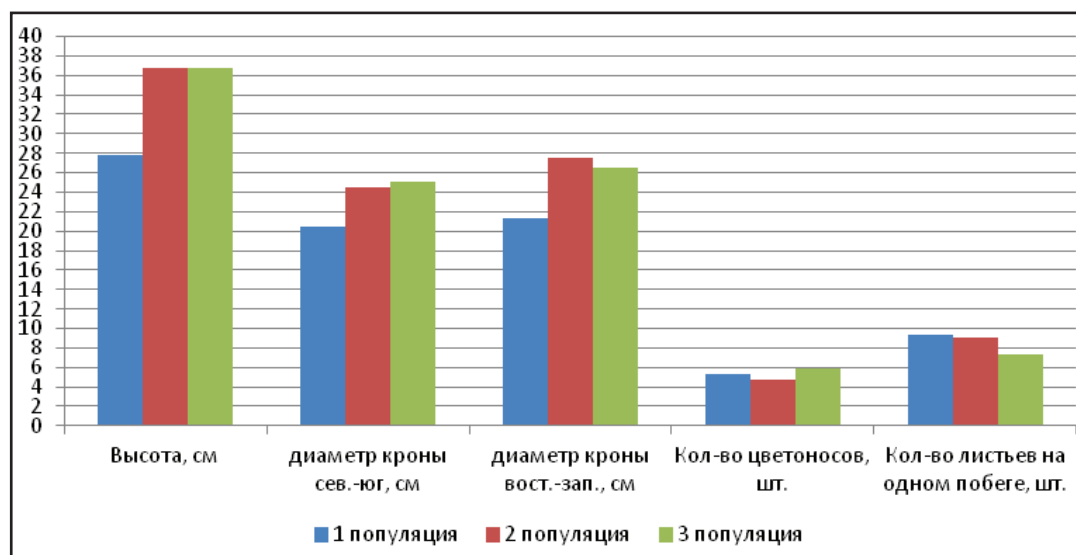


Рис. 6. Морфометрические показатели среднегенеративных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 6. Morphometric parameters of average generative plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

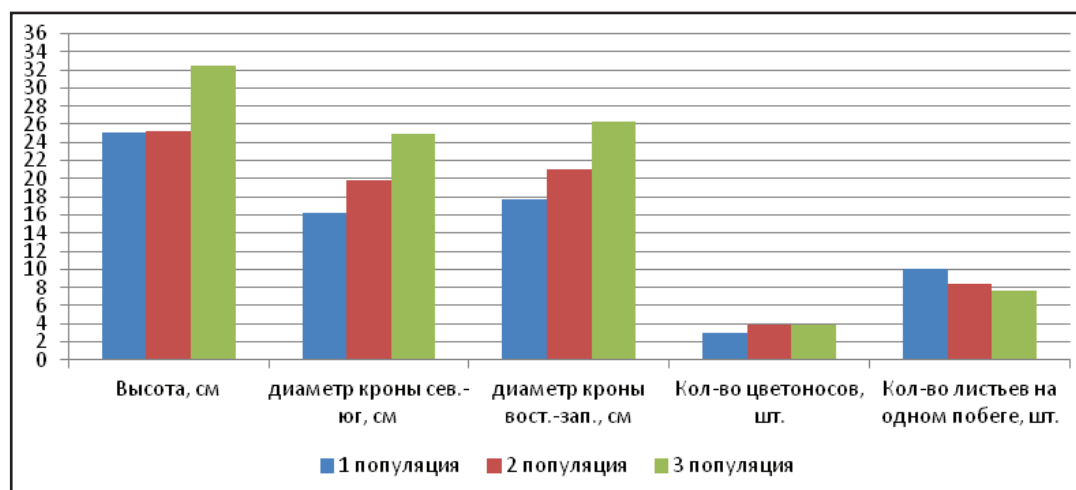


Рис. 7. Морфометрические показатели старогенеративных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 7. Morphometric parameters of old generative plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

$p$  – проростки и всходы;  $j$  – ювенильные особи;  $im$  – имматурные;  $v$  – виргиниальные или молодые вегетативные;  $g_1$  – молодые генеративные;  $g_2$  – средне- или зрелые генеративные;  $g_3$  – старые генеративные;  $ss$  – субсенильные;  $s$  – сенильные;  $sc$  – отмирающие особи. При этом измерялась высота каждого растения,

диаметр кроны с севера на юг и с востока на запад. У каждой особи прегенеративного состояния подсчитывалось общее количество листьев, а у особей генеративного состояния подсчитывалось количество и высота цветоносов, количество листьев на одном укороченном побеге.

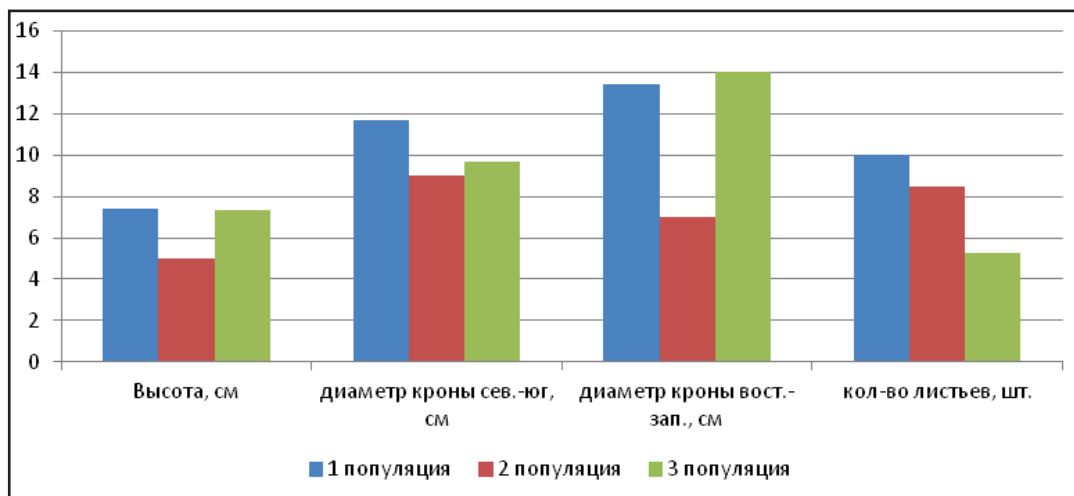


Рис. 8. Морфометрические показатели субсенильных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 8. Morphometric parameters of subsenile plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

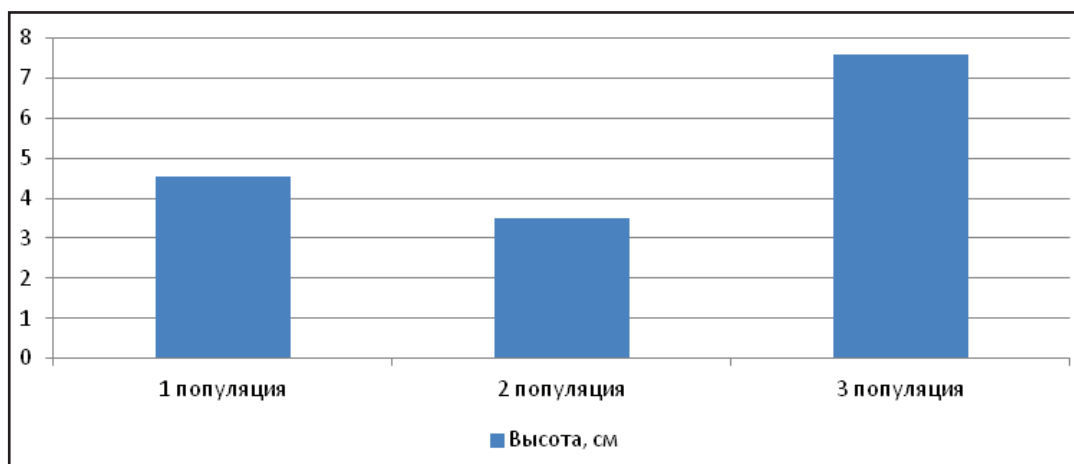


Рис. 9. Морфометрические показатели сенильных особей *Ikonnikovia kaufmanniana* из трех популяций.

Fig. 9. Morphometric parameters of senile plants of *Ikonnikovia kaufmanniana* from three populations.

### Результаты и их обсуждение

Анализ возрастной структуры трех популяций иконниковии Кауфмановской показал, что во всех них встречаются все возрастные категории особей, начиная от ювенильных и заканчивая сенильными, кроме первой популяции, где ювенильные особи отсутствовали.

Морфометрические данные прегенеративного, генеративного и постгенеративного периодов показаны

на Рис. 2-9.

Анализ морфометрических параметров показал, что в прегенеративный период для ювенильных особей *I. kaufmanniana* характерны следующие размеры: высота менее 1 см, диаметр кроны был около 0,5-1 см, количество листьев – от 2 до 3. С переходом в иматурное состояние высота особей, в основном, превышала 1 см, диаметр кроны увеличился и составлял от 1,5 см до 2,5 см, количество листьев возросло до 4-5. В виргинильном состоянии резко увеличилась



высота растений и составила от 2,5 см до 5,5 см и размер кроны, который составлял от 4 см до 9 см, выросло и количество листьев до 9-10 в целом.

У молодых генеративных особей *I. kaufmanniana* появились от 1 до 2 цветоносов и, в связи с этим, высота растений увеличилась до 10-25 см, диаметр кроны также увеличился до 10-14 см, а количество листьев на одном укороченном побеге было около 8. Для средне-генеративных особей *I. kaufmanniana* характерно увеличение количества цветоносов до 4-6, высоты растений – до 28-36 см, диаметра кроны – до 20-27 см; количество листьев на одном укороченном побеге оставалось примерно таким же, как и у молодых генеративных растений. У старых генеративных особей *I. kaufmanniana* уменьшилось количество цветоносов до 2-4, высота растений до 25-34 см, диаметр кроны до 17-26 см, количество листьев на одном укороченном побеге оставалось примерно таким же.

В постгенеративный период жизни растения *I. kaufmanniana* уже не цвели, в связи с чем, высота особей и диаметр кроны резко уменьшились, количество листьев на одном укороченном побеге у субсенильных особей составляло 5-10, а у сенильных особей

они вообще отсутствовали.

Таким образом, в прегенеративный период при переходе от ювенильного к виргинильному состоянию у растений *I. kaufmanniana* увеличивается высота до 5 см, диаметр кроны до 8-9 см, а количество листьев на одном растении достигает 9-10. В генеративный период наибольшее количество цветоносов образуют среднегенеративные растения, для них характерны наибольшая высота и диаметр кроны, а вот количество листьев на одном укороченном побеге почти не меняется в течении всего периода и составляет 8-10. Для постгенеративного периода характерно отсутствие цветоносов и уменьшение размеров растений (высоты и диаметра кроны), а у сенильных растений отсутствуют еще и листья.

#### Цитируемые источники

- БЫКОВ Б.А. (ред.) 1981.** Красная книга Казахской ССР. Часть 2. Растения. Наука, Алма-Ата.
- БАЙТЕНОВ М.С. 1986.** В мире редких растений. Кайнар, Алма-Ата.
- УРАНОВ А.А. 1973.** Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений. Тез. докл. V делегатского съезда ВБО: 74–76. Киев.

#### MORPHOLOGICAL FEATURES OF DIFFERENT AGE STATE OF RARE, ENDEMIC PLANTS *IKONNIKOVIA KAUFMANNIANA* (REGEL) LINCZ.

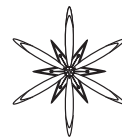
KARIME ABIDKULOVA \*, NASHTAY MUKHITDINOV, ABIBULLA AMETOV, ALIBEK YDYRYS, NURGUL KUDAJBERGENOVA

**Abstract.** Morphometric parameters of different age periods and states of *Ikonnikovia kaufmanniana* plants from juvenile to senile were studied from three different populations in the mountains Toraigyr and Syugaty (eastern spurs of Ile Alatau, Kazakhstan), and represented in this article.

**Key words:** *Ikonnikovia kaufmanniana*, rare species, coenopopulation, age periods, age states

Al-Farabi Kazakh National University, av. al-Farabi 71, 050040 Almaty, Republic of Kazakhstan; \* karime\_58@mail.ru, \* Karime.Abidkulova@kaznu.kz





УДК 581.522.4

## О ФОРМИРОВАНИИ КОЛЬЦЕВЫХ СТРУКТУР В КОРЕ НЕКОТОРЫХ ИВ ПОДРОДА *VETRIX*

НАТАЛЬЯ В. ШКУРАТОВА

**Аннотация.** Выявлено формирование кольцевых перидерм в коре ствольной части у четырех видов ив подрода *Vetrix*.

**Ключевые слова:** *Salix*, *Vetrix*, кольцевая перидерма, кора, корка

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», бульвар Космонавтов, 21, Брест, 224016, Беларусь; schkuratova\_n@tut.by

### Введение

Изучение анатомии коры стеблей значительного числа представителей семейства Salicaceae позволяет нам утверждать, что кора многолетних стеблей, в том числе ритидом, достаточно информативна в диагностическом отношении (Еремин и Шкуратова 2007). Детальное изучение структуры коры многолетних стеблей и ритидома представителей рода *Salix* показало наличие особых кольцевых структур в коре у ряда видов подрода *Vetrix*.

### Материалы и методы исследований

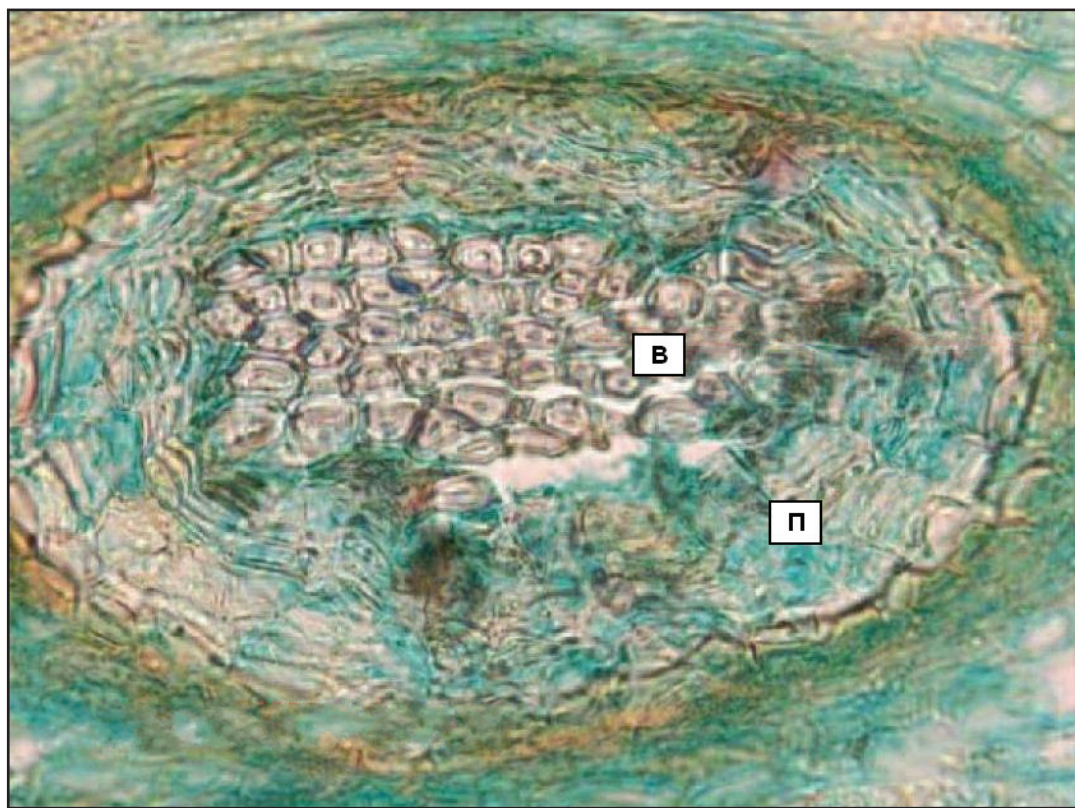
В качестве материала для исследования послужила кора стеблей таких видов как: *Salix vulpina* Anderss., *S. hultenii* B. Floder., *S. livida* Wahlenb., *S. rorida* Laksch. Указанные виды произрастают в естественном виде на территории острова Сахалин (Россия), откуда и были получены образцы коры. Методика изготовления постоянных препаратов общепринятая в анатомии растений (Прозина 1960). Анализ микропрепаратов осуществляли на световых микроскопах Биолам Р-15 и Микмед-5.

### Результаты и их обсуждение

Кора многолетних стеблей включает перидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, вторичную флоэму. В нижней части стволов и стволиков кора содержит ритидом и вторичную флоэму.

У *S. livida* повторные перидермы не закладываются и корка не образуется. В составе коры стволиков наружную ткань остается перидерма, достигающая 150 мкм и более. Ее феллема гетерогенная, сложена чередующимися слоями толстостенных клеток, имеющими коричневое содержимое, со слоями пустотелых тонкостенных клеток. Феллема спелушивается тонкими пластинками. Феллему подстилает феллоген и двухслойная феллодерма. Клетки колленхимы и паренхимы первичной коры уплощаются. В паренхиме увеличивается сеть межклетников, резко возрастает количество друз. При этом в непосредственной близости к перидерме в паренхиме первичной коры обнаруживаются кольцевые структуры, заполненные клетками пробки. Возможно, мы не встретили экземпляров достигших возраста формирования корки.

У *S. hultenii* в ствольной части формируется корка. Повторные перидермы закладываются параллельно поверхности, их ширина – 100-200 мкм. Феллема 9-10-слойная,



**Рис. 1.** Кольцевая перидерма в коре многолетнего стебля *Salix hultenii* на поперечном срезе: **В** – волокна; **П** – феллема перидермы.

**Fig. 1.** The circular periderm in bark of perennial stem of *Salix hultenii* in cross-section: **B** – fibres; **P** – peridermal phellem.

гомогенная, располагается друг от друга на расстоянии 320-370 мкм. Толщина корки достигает 3,5 мм. В образцах коры верхней части ствола между наружной и первой повторной перидермой обнаруживаются многочисленные одиночно расположенные кольцевые структуры, располагающиеся в углублениях – «карманах», сформированных повторной перидермой.

Кора верхней части ствола *S. rorida* гладкая, включает перидерму, первичные ткани и вторичную флоэму. Формирующаяся корка слоистая. Повторные перидермы до 50-60 мкм шириной, отходя от предыдущих перидерм под острым углом, располагаются как по окружности, так и по оси стебля параллельно друг другу, но под некоторым углом к волокнам. Феллема только тонкостенная. В коре хорошо сохраняются волокна. Уже с середины ствола,

между наружной перидермой и первой повторной перидермой закладываются парные кольцевые структуры. Кольцевые структуры располагаются либо на равном расстоянии между перидермами, либо в глубоких «карманах» во вторичной флоэме, образованных повторной перидермой.

*S. vulpina* является корковым видом, поэтому кора стволиков состоит из корки и вторичной флоэмы. Повторные перидермы расположены почти параллельными, хотя и извилистыми полосами, соединяющимися под острым углом. Под самой внутренней повторной перидермой мы обнаружили одиночные кольцевые структуры.

Анализ состава кольцевых структур показал, что образованы они перидермой, представленной преимущественно феллемой. Кольцевые перидермы формируются либо в паренхиме первичной коры, либо около

групп первичных или вторичных волокон (Рис. 1) (Еремин и Копанина 2012).

Интересно отметить, что по поводу *S. hultenii* и *S. livida* у систематиков нет единой точки зрения на их видовую самостоятельность. Дальневосточные дендрологи рассматривают *S. hultenii* в качестве самостоятельного вида, очень сходного, но заменяющего *S. caprea* на Сахалине, Курильских островах, Камчатке и Чукотке. Неоднозначны мнения и по поводу видовой самостоятельности *S. livida* и *S. starkeana*. Сравнительный анализ коры близкородственных ив позволил нам обнаружить комплекс признаков, подтверждающих видовой ранг спорных видов. Причем образование пробкой круговых структур в коре многолетних стеблей, характерное для *S. hultenii* и *S. livida*, для *S. caprea* и *S. starkeana* не отмечается.

### Заключение

Обнаруженные в коре стволов и стволиков, кольцевые структуры образованы перидермой. Возможно, заложение

кольцевых перидерм является процессом, предшествующим появлению последующих повторных перидерм. У изученных видов подрода *Vetrix* различается характер локализации (одиночные, парные, под наружной перидермой, в «карманах» последующих перидерм) и содержимое кольцевых перидерм (клетки паренхимы, волокна). Однако, кольцевые перидермы, характерные для изученных дальневосточных видов, не обнаруживаются в коре родственных континентальных видов, что может свидетельствовать о формировании подобных структур как реакции коры на какие-либо климатические факторы.

### Цитируемые источники

- Еремин В.М., Копанина А.В. 2012. Атлас анатомии коры деревьев, кустарников и лиан Сахалина и Курильских островов. Полиграфика, Брест.
- Еремин В.М., Шкуратова Н.В. 2007. Сравнительная анатомия коры ивовых. Монография. Издательство БрГУ, Брест.
- Прозина М.Н. 1960. Ботаническая микротехника. Высшая школа, Москва.

## ABOUT FORMATION OF CIRCULAR STRUCTURES IN THE BARK OF WILLOWS FROM THE SUBGENUS *VETRIX*

NATALYA V. SHKURATOVA

**Abstract.** The circular periderms in trunks bark of four species of willows from subgenus *Vetrix* have been studied. It was ascertained that in *S. hultenii* and *S. livida* bark circular periderms are represented while in close and controversial species *S. caprea* and *S. starkeana* such structures are absent.

**Key words:** *Salix*, *Vetrix*, circular periderm, bark, rhytidom

Brest State University, Cosmonauts boulevard 21, 224016 Brest, Belarus; schkuratova\_n@tut.by





УДК 581.524.12

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОДА ФОРТУНЕЛЛА (*FORTUNELLA* SWINGLE) И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Нели Халваши \* и Гурам Мемарне

**Аннотация.** В статье описаны морфологические особенности, а также, декоративное, пищевое, селекционное значения представителей рода фортуNELла (*Fortunella Swingle*) подсемейства померанцевых (*Aurantioideae*, *Rutaceae*), интродуцированных в Грузии. Разработаны перспективы их использования.

**Ключевые слова:** *Fortunella*, кинкан, кумкват, Грузия

Батумский Государственный Университет им. Шота руставели. Институт Фитопатологии и Биоразнообразия, Отдел Мониторинга и Консерваций Биоразнообразия. ул. Тависуплеба, 90, Кобулетиб 6012, Грузия; \* [nelikoo@mail.ru](mailto:nelikoo@mail.ru)

Грузия выделяется уникальными природными условиями и культурой. Благоприятные почвенно-климатические условия Западной Грузии и заинтересованность населения цитрусовыми положили начало созданию в стране их богатой коллекции (Бараташвили и Халваши 2010), которая в свое время сыграла значительную роль как в промышленной развитии отрасли, так и в повышении уровня жизни самого населения. Интродукция померанцевых стала основанием последующего подъема и промышленного развития цитрусоводства в Грузии, хотя надо отметить и то, что интродукция их отдельных сортов и видов вначале осуществлялась из-за особой привлекательности плодов, в декоративных целях.

Имея приятный аромат, плоды цитрусовых всегда привлекали внимание человека. Они занимают одно из первых мест среди фруктовых растений со своими питательными, лечебно-диетическими свойствами, вкусом и ароматом. Невозможно представить человека, которого не восхищают плоды цитрусовых, многообразие их видов и пород, их постоянная изменчивость и широкий диапазон образования новых форм.

Цитрусовые деревья особенно декоративными являются в период

расцветания и созревания плодов. Их необыкновенно нежные и ароматные цветы, листья содержат эфирные масла, которые придают им приятный запах, но больше всех привлекательным является оранжевый плод. Несомненно, всё это привлекло внимание человека в тропических и субтропических странах. Широкомасштабному распространению померанцевых в частности, цитрусовых, в Грузии значительно способствовал Батумский ботанический сад. Между померанцевых один из самых особенных род фортуNELла (*Fortunella Swingle*), первые посадки растений из которого в Батумском ботаническом саду были произведены в 1913 г. (ДЕРЕВЬЯ... 2007).

Первое ботаническое описание кумквата в 1912 году дал алжирский ботаник Трабю. До 1915 года его виды входили в род цитрус (*Citrus L.*), но были выделены в отдельный род *Fortunella* доктором Уолтером Свинглом (SWINGLE 1915). Его издавна культивируют в Китае, Японии, на о-ве Ява и на о-ве Тайвань, и сравнительно недавно завезли в Австралию, Америку и Средиземноморье. Кумкват естественно распространен в Восточной Азии (АЛЕКСЕЕВ 1955).

Род *Fortunella* представлен деревьями или кустарниками, высотой 1,0-4,0 м, с шаровидной или полушаровидной,

загущенной кроной. Молодые ветви угловатые, старые – округлые, колючки мелкие, нередко отсутствуют. Листья утолщенные, небольшие, вечнозеленые, кожистые, сверху зеленые, снизу светло-зеленые, ланцетные или овальные, притупленно оттянутые, снизу широкотреугольные. Жилкование едва заметное, железки эфирномасличные, многочисленные, мелкие, точечные. Черешки листьев окаймленные или узко-крылатые, сочлененные с листовой пластинкой, иногда несочлененные. Венчик белый, цветочные бутоны угловатые и ребристые, цветки мерные, мелкие, диаметр 1,5-2,0 см, тычинок 18-20. Завязь верхняя, полушаровидная, бледно-зеленая, 3-5-гнездная, в каждом гнезде размещается по две семечки. Рыльце головчатое и овальное, испещренное глубоко сидящими немногочисленными крупными эфирномасличными железками. Плоды мелкие, шаровидные продолговатые, яйцевидные или овальные, желтые или оранжевые, ягодообразные. Кожура плодов тонкая, ароматная, сладкая, съедобная, с погруженными эфирномасличными железками, легко отделяется от мякоти. Долек 3-5(7), мякоть нежная, сочная, приятно кислая, кислотность тира лимона, соковые мешочки от шаровидных до веретеновидных. Семена одно и многозародышевые, гладкие, овальные, зародыши фисташкового цвета. Виды рода плодоносят обильно. Цветут в основном в июле-августе. Плоды созревают в январе-марте следующего года. Созревание плодов растянутое.

Число видов данного рода является спорным, W.T. SWINGLE (1915) признавал только 4 вида, а Т. ТАНАКА (1977) – 6. В основном же выделяют 6 видов кумквата: гонкогский (*F. hindsii* (Chapm. ex Benth.) Swingle), малайский (*F. polyandra* (Ridl.) Yu.Tanaka), маруми (*F. japonica* (Thunb.) Swingle), мейва (*F. crassifolia* Swingle), нагами (*F. margarita* (Lour.) Swingle) и фукуши (*F. obovata* Yu.Tanaka). В Батумском ботаническом саду культивируется два вида (ДЕРЕВЬЯ... 2007).

### *Fortunella japonica* (Thunb.) Swingle – Маруми кумкват (Кинкан японский)

Syn.: *Limonellus madurensis* Rumph., *Citrus japonica* Thunb., *C. madurensis* Lour., *C. inermis* Roxb.

Естественный ареал: Юго-Восточный Китай. Местные названия: круглый кумкват, чинкан (китайский), Кинкан Маруми (япония). Декоративное кустовидное дерево до 2,5 м высотой, с шаровидной густо облиственной кроной. Все бесплодные побеги размещены на периферии кроны, до 3,5 м в диаметре. Ветви зеленые, в сечении угловатые и округлые. Колючки пазушные, очень мелкие, длиной до 0,3 см, на старых ветвях встречаются очень редко. Листья овальные (4,1-4,6×1,9-2,0 см), сверху зеленые, снизу – несколько светлее, жилкование просматривается только с нижней стороны листа. Черешки короткие (~0,7 см), узко окаймленные, с листовой пластинкой суставчато сочлененные. Бутоны овальные, продольноребристые, с куполовидной вершиной и более узким основанием. Цветки 2,0 см в диаметре, пазушные и верхушечные, белые, часто одиночные или парные, изредка – в кистях из трех цветков. Лепестки ладьевидные, с загнутым вверх кончиком, с широкой неглубокой канавкой по всей длине, чашечка почти белая, со слегка приподнятыми чашелистиками. Тычинок 12-15, сросшихся в трубку длиной 0,6 см. Пыльники продолговатые, мелкие, желтые, Рыльце оранжевое, овальное, прямостоячее. Завязь округлая, светло-зеленая, 5-6-гнездная. Плоды мелкие, шаровидные (1,2-1,4×1,2-1,5 см), гладкие, желтые с оранжевым оттенком, блестящие, со средним весом до 4 г, их кожура плотная, довольно толстая (1,15 мм), съедобная. Долек 5-6. Мякоть сочная, кисло-сладкая, приятного вкуса, ароматная. Семян от 1 до 5 в плоде, они мелкие, клиновидные (0,8-0,9×0,4-0,5 см), многозародышевые, семядоли светло-зеленые. Плоды используются для приготовления цукатов и варенья (Витковский и др. 1998).

Первые посадки в Батумском ботаническом саду были произведены в



1913 г. В настоящее время в коллекции есть несколько экземпляров.

***Fortunella margarita* (Lour.) Swingle**  
– **Нагами кумкват (Кинкан Маргарита, Meiva)**

Сын.: *Citrus margarita* Lour., *C. aurantium* L. var. *oliviformis* Risso ex Loisen, *C. aurantium* var. *japonica* (Thunb.) Hook.f.

Естественный ареал: юг Китая, Япония. Дерево до 3,8-4,0 м высотой, с полусферической равномерно облиственной кроной 5,2 м диаметре. Скелетные ветви голые. Молодые ветви трехгранные, тонкие, темно зеленые, в сечении округлые, междуузлия 0,5-1,8 см. Все побеги без колючек. Листья плотные, кожистые, узко-овальные или широко-ланцетные, с клиновидным основанием (7,1-8,9×2,7-3,4 см), вершина узко-притупленно-оттянутой формы и с широко-треугольным основанием, сверху темно-зеленые, матово-блестящие, снизу – светлые. Боковых жилок 6 пар, хорошо выраженных лишь с нижней стороны листа. Черешки слабо окрыленные. Бутоны овальные, 0,8-1,2×0,2-0,4 см, сильно продольно ребристые. Цветки белые, пазушные, одиночные (реже парные), 1,5-1,7 см в диаметре. Лепестки ланцетные, всегда приподнятые, с загнутым вверх кончиком. Чашечка колпачковидная, чашелистики широко-треугольные, остроконечные. Тычинок 16, сросшихся в трубку, пыльники на уровне рыльца, иногда немного выше или ниже. Рыльце удлинено-овальное, прямостоячее, с круглой вершиной. Завязь шаровидная, бледно-зеленая 4-5-гнездная. Плоды овальные или яйцевидные (2,8-3,0×2,3-2,5 см), оранжево-желтые, средняя масса 7,2 г. Кожура довольно толстая (0,3 мм), мясистая, сладкая, съедобная и душистая. Поверхность гладкая, жирно-блестящая. Долек 4-5. Мякоть нежная, сочная, с приятным кисло-сладким

освежающим вкусом. Семян 3-5, мелкие, овальные, одно-зародышевые. Семядоли бледно-фисташковые. Урожайность высокая. За рубежом культивируется в качестве садово-декоративного и плодового растения. Плоды используются в свежем виде, чаще для приготовления варенья и цукатов. Первые посадки в Батумском ботаническом саду были произведены в 1936 г. В настоящее время в коллекции имеется несколько экземпляров. Используется в селекции в качестве морозостойкого компонента, при межвидовых скрещиваниях с основными культивгенами цитрусовых растений.

Необходимость создания коллекции померанцевых с чисто научной и учебно-воспитательной точки зрения сомнений не вызывает. Кроме этого, их вечнозеленые листья, ароматные цветы, разные периоды расцветания, форма и цвет плодов, время плодоношения дают нам возможность их широкого применения вместе с другими древесными растениями не только для питания, но и в современном ландшафтном дизайне.

### Цитируемые источники

- АЛЕКСЕЕВ В.В. 1955.** Цитрусовые культуры. Бюллетень института чая и субтропических культур 4: 38–77.
- БАРАТАШВИЛИ Д.Ш., ХАЛВАШИ Н.И. 2010.** Перспективные сорт и формы померанцевых. Батуми.
- ВИТКОВСКИЙ В.А., САМОЛАДОС Т.Х., КОРОВИНА О.Н., КАРАЯ Р.К. 1998.** Культурная флора. Т. 24. Цитрусовые культуры. ВНИИР, Санкт-Петербург.
- ДЕРЕВЬЯ И КУСТАРНИКИ БАТУМСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА. 2007.** Покрытосемянные. Часть 2. Батуми.
- SWINGLE W.T. 1915.** A new genus, *Fortunella*, comprising four species of kumquat oranges. *J. Wash. Acad. Sci.* 5: 165–176.
- ТАНАКА Т. 1977.** Fundamental discussion of *Citrus* classification. *Studia Citrologia* 14: 1–6.

---

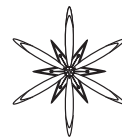
**MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF THE GENUS *FORTUNELLA* SWINGLE AND PERSPECTIVES OF ITS APPLICATION**

NELI KHALVASHI \* & GURAM MEMARNE

**Abstract.** This work contains descriptions of bio-morphological features of two *Fortunella* species (*F. japonica* and *F. margarita*) cultivated in Batumi Botanical Garden. The current species are considered in the light of its application in landscape design and as food cultures.

**Key words:** *Fortunella*, kinkan, kumquat, Georgia

*Batumi Shota Rustaveli State University; Institute of Phytopatology and biodiversity. Department of monitoring and conservation of biodiversity, Tavisufleba str. 90, 6012 Kobuleti, Georgia; \* nelikoo@mail.ru*



УДК 581.14.16:635.03.9

## ОСОБЕННОСТИ РЕГЕНЕРАЦИИ ПОБЕГОВ ФОРСАЙТИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*FORSYTHIA EUROPAEA* DEGEN ET BALD.) В СТЕРИЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ

Андрей В. Константинов

**Аннотация.** В статье описаны эксперименты по изучению влияния фитогормонального состава питательных сред и типа исходного экспланта на эффективность введения в асептическую культуру и микроразмножения форсайтии европейской. Показано, что фрагменты средней части зеленых черенков, срезанных с вегетирующих растений являются подходящим материалом для получения перевиваемой культуры. Первичные регенеранты форсайтии интенсивно развиваются на питательной среде WPM, дополненной 6-БАП и НУК в концентрации  $0,5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ . Высокий коэффициент мультипликации ( $4,8 \pm 0,9$  шт. междуузлий на эксплант) достигается в случае культивирования регенерантов развившихся на фрагментах средней части побега на среде MS с добавлением  $0,5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$  6-БАП. На средах без регуляторов роста наблюдается спонтанный ризогенез регенерантов. Полученные растения успешно акклиматизированы к условиям *ex vitro*, их приживаемость достигает 96% на субстрате из торфа песка и перлита в соотношении 3:1:2.

**Ключевые слова:** *Forsythia europaea*, эксплант, стерилизация, регуляторы роста, культивирование *in vitro*

Институт леса НАН Беларуси, ул. Пролетарская, 71, Гомель, 246001, Беларусь; avkonstantinof@mail.ru

### Введение

Кустарниковые растения являются необходимым элементом для создания устойчивых городских насаждений, характеризующихся формированием специфических растительных сообществ, доля интродуцентов в которых может доходить до 40% (Золотарева 2012). Форсайтия (*Forsythia* spp.) – род листопадных декоративно-цветущих кустарников семейства маслинные (*Oleaceae*) из Восточной Азии и Европы, насчитывающий 12 видов, 5 из которых используются в культуре (Карпун 2010). Одним из наиболее широко применяемых в озеленении урбанизированных территорий видов является форсайтия европейская (*Forsythia europaea* Degen et Bald.) – кустарник, достигающий 2 м в высоту с восходящими раскидистыми ветвями. Цветение растений проходит в апреле-мае (до распускания листьев) желтыми колокольчатыми цветами и последующий интенсивный рост побегов обуславливают ее декоративность и делают

ценным видом для создания сложных композиций, живых изгородей, посадки в миксбордерах, в качестве солитерных растений на газонах (Антипов 2000).

Размножают форсайтию корневыми отпрысками, одревесневшими и зелеными черенками (Колесников 1974). При использовании традиционных методов вегетативного размножения наблюдаются такие явления как снижение укореняемости черенков и депрессии роста черенковых саженцев за счет старения маточников. Кроме того, производство посадочного материала в коммерческих целях обуславливает необходимость получения крупных партий посадочного материала к конкретному сроку. Возникает необходимость поиска других методов и способов размножения, не требующих больших площадей теплиц для маточных растений и позволяющих круглогодично проводить работы на этапе размножения без значительных материальных затрат благодаря снижению рисков, связанных с питомниководческой практикой (повреждение болезнями, вредителями,

заморозками и др.) (Титок 2012). Данным требованиям отвечает использование метода клонального микроразмножения.

Древесно-кустарниковые растения являются наиболее сложными объектами для культивирования в условиях *in vitro* и требуют разработки методологических подходов ко всем основным этапам микроразмножения, таким, как выбор типа исходного экспланта, стерилизация материала, соотношение регуляторов роста, применяемых на этапах мультипликации и ризогенеза (Калашникова и Родин 2001).

Возраст экспланта и его физиологическое состояние играют определяющую роль в регенерационных процессах, протекающих в культуре тканей, в то же время и разные части одного и того же побега разного возраста характеризуются различной способностью к морфогенезу (Кутас и др. 2011). Для разработки эффективной методики культивирования форсайтии в условиях *in vitro*, требуется определение источника экспланта, обладающего наибольшей морфогенной способностью на этапе инициации асептической культуры и обуславливающего высокую эффективность микроразмножения.

В связи с вышесказанным, целью данной работы являлось определение типа эксплантов, дающих максимальное побегообразование и обеспечивающих получение регенерантов, пригодных для эффективного размножения в стерильной культуре.

### Материалы и методы исследований

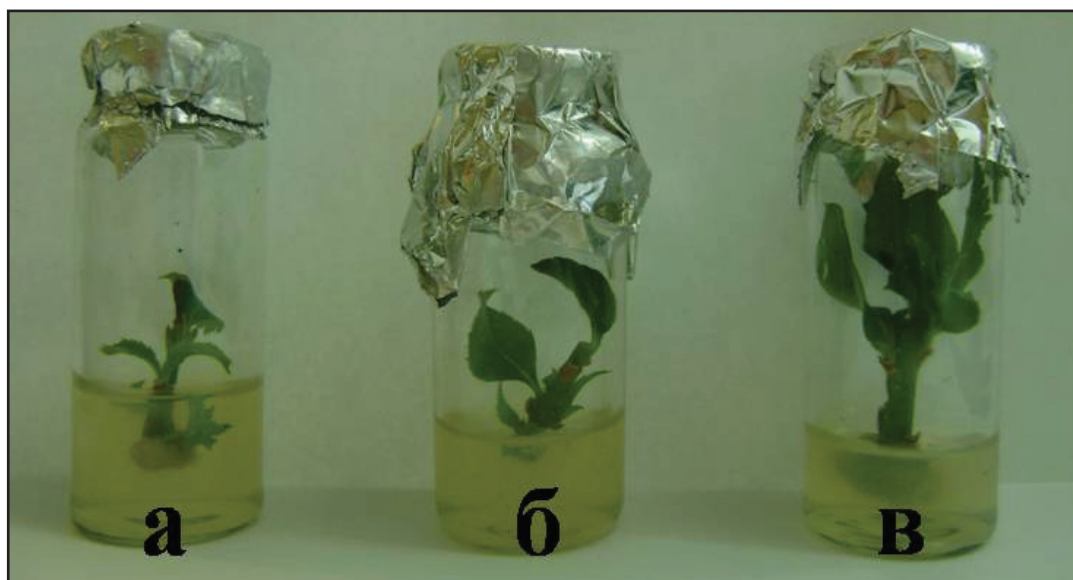
Процесс инициации асептической культуры заключается в выборе типа экспланта, его изолирования, стерилизации и помещения на питательную среду. Исходным материалом для введения в культуру *in vitro* форсайтии служили однолетние побеги нового годичного прироста из перезимовавших почек длиной 7-12 см, включающие апикальную и 3-6 пазушных почек. Сбор материала проводили в середине мая в городских посадках г. Гомеля.

После удаления листьев зеленые

черенки помещали в раствор моющих и дезинфицирующих средств. Для элиминации эпифитной микрофлоры на вегетирующем материале необходимо применять мягкие по характеру своего действия стерилизующие агенты, кроме того, требуется сократить время их воздействия на ткани растений для минимизации химических повреждений. Черенки обрабатывали в течение 20 минут на шейкере 0,5% раствором моющего средства торговой марки «AOS» («Нэфис Косметикс», Россия) с добавлением препарата «Хлороцид» («БелАсептика», РБ) до концентрации 0,4%. Далее промывали проточной водопроводной водой 30 минут, после чего проводили 3 минутную обработку 12% раствором перекиси водорода. Дальнейшие манипуляции проводились в стерильных условиях, материал 1 минуту выдерживали в 70% этаноле и 3 минуты в 0,1% растворе  $HgCl_2$ , после чего несколько раз промывали стерильной дистиллированной водой. Черенки разделяли на отдельные сегменты (первичные экспланты), содержащие меристемы апикального и/или пазушного происхождения (почки) для получения регенерантов форсайтии в условиях *in vitro*.

С целью определения морфогенетического потенциала эксплантов различного происхождения их разделили на 3 группы по локализации включенных в него почек на исходном побеге. Отдельно культивировали верхушечные сегменты, содержащие одну апикальную и одну аксиллярную почки (1), фрагменты средней (2) и базальной (3) частей побега с 1-2 аксиллярными почками. Всего использовано 90 эксплантов (по 30 шт. на каждый из указанных вариантов).

В экспериментах использовали питательные среды по прописи WPM (SMITH & McCOWN 1983) и MS (MURASHIGE & SCOOG 1962), с добавлением  $8 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$  пищевого агара,  $30 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$  сахарозы в качестве источника углерода. Доводили pH раствора до 5,6-5,8. Автоклавировали среды при 1,21 атм. ( $121^\circ\text{C}$ ) в течение 40 минут. На этапе инициации асептической культуры среды



**Рис. 1.** Регенерация микропобегов на эксплантах изолированных от различных частей зеленого черенка: **а** – базальной (имеется адвентивный побег); **б** – апикальной; **в** – средней.

**Fig. 1.** Microshoots regeneration on the explants isolated from different parts of the green cutting: **a** – basal part (adventitious shoot present); **б** – apical part; **в** – middle part.

дополняли  $0,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$  6-бензиламинопурина (6-БАП) и  $0,5 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$   $\alpha$ -нафтилуксусной кислоты (НУК), на этапе мультипликации добавляли только БАП в указанной концентрации, регуляторы роста вносили до автоклавирования. Ризогенез осуществляли на питательной среде без добавления фитогормонов. Первоначально материал помещали в индивидуальные сосуды объемом 10 мл, микроразмножение проводили в культуральных сосудах объемом 250 мл. Выращивание проводили при постоянном освещении теплым белым светом интенсивностью около 2 тыс. люкс под лампами «Lisma» (ГУП РМ «Лисма», РФ) и температуре  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ . Продолжительность пассажей на всех этапах микроразмножения составляла 30 суток.

Каждую неделю в ходе культивирования проводили учёт результатов экспериментов, отмечая появление недифференцированной ткани на эксплантах и развитие различных органогенных структур. Данные подвергали статистической обработке и использованием пакета анализа Microsoft Excel.

### Результаты и их обсуждение

Эффективность стерилизации (процент эксплантов, свободных от бактериального или грибного заражения) была различной для изучаемых групп. Наиболее эффективными использованные приемы стерилизации были для апикальных и средних частей черенков: 77% и 70% стерильных эксплантов соответственно. В то время как выход стерильного материала базальных частей черенков составил 53%, что можно объяснить наличием начального одревеснения тканей, приводящего к возникновению неровностей на их поверхностях, где сохраняется контаминирующая микрофлора. Жизнеспособность эксплантов всех типов была очень высокой и варьировала от 80% до 90%.

В конце третьей недели культивирования на среде для инициации, отметили развитие базального каллуса на эксплантах, характеризующегося ярко-зеленым или бурозеленым цветом и плотной консистенцией. Отмечали развитие адвентивных побегов

**Табл. 1.** Морфометрические характеристики микропобегов форсайтии европейской.**Table 1.** Morphometric characteristics of European forsythia microshoots.

Исходная локализация экспланта	Средняя высота побега, мм	Количество междоузлий, шт./регенерант
Апикальная часть	38,9±8,9	2,9±0,7
Средняя часть	61,9±12,3	4,8±0,9
Базальная часть	27,4±9,2	2,1±1,2

*de novo* на каллусах в нижней части ряда базальных эксплантов (Рис. 1 а). Побегообразование на всех типах эксплантов наблюдали после 1-2 недель культивирования, не зависимо от типа почек и их исходной локализации. В то же время интенсивность развития побегов была неодинакова на сегментах, изолированных от различных частей зеленых черенков. Развитие побегов на эксплантах разных типов представлено на Рис. 1.

В конце нулевого пассажа средняя высота побегов, развившихся на эксплантах изолированных из средней части зеленых черенков была наибольшей и составляла 70,7±16,9 мм. Изучаемые показатели побегов, формировавшихся на эксплантах базальной и апикальной частей черенков были достоверно ( $F_{ст} = 52,7; 40,7 > F_{кр} = 4,2$  при  $p < 0,01$ ) ниже и равны 35,6±8,1 мм и 40,1±7,8 мм соответственно, достоверно ( $F_{ст} = 2,4 > F_{кр} = 4,2$  при  $p > 0,05$ ) не отличаясь между собой. При этом регенеранты базальных эксплантов визуально характеризовались большей толщиной стебля и развитием более крупных листьев.

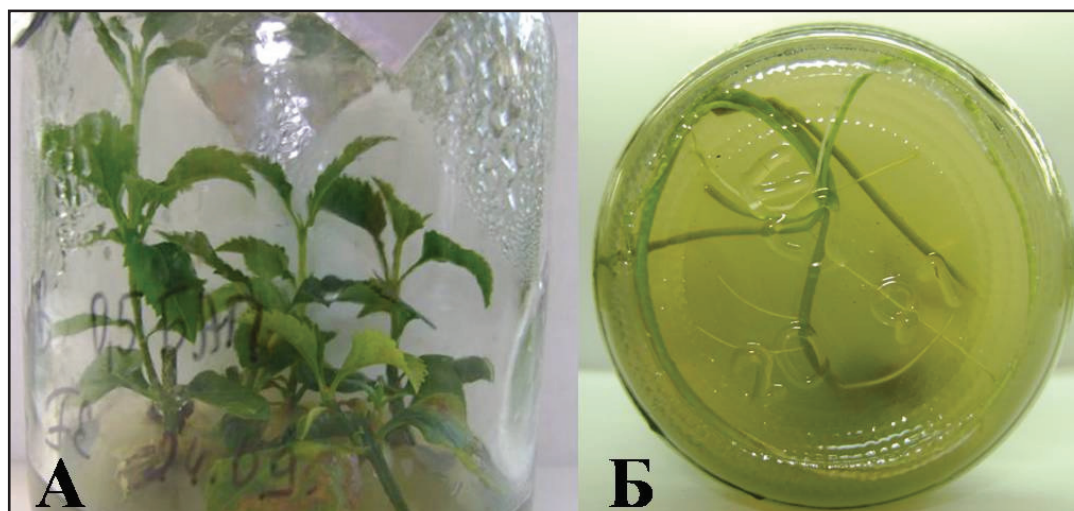
На начальном этапе необходимо получить хорошо растущую стерильную культуру. С целью интенсификации развития побегов на первичных эксплантах материал субкультивировали на безгормональные среды WPM, предполагая, что отсутствие экзогенных регуляторов роста приведет к интенсификации ростовых процессов, вызванного стимуляцией синтеза собственных фитогормонов. Однако результатом явилось интенсивное укоренение культивируемого материала (71-84% эксплантов) на фоне отсутствия видимого развития побегов. Корни развивались непосредственно из

микропобегов, образовавшихся из аксилярных почек и характеризовались зеленой окраской и толщиной более 2 мм.

Первичные экспланты с развившимися побегами и корнями субкультивировали на среду для мультипликации (MS с добавлением 0,5 мг·л<sup>-1</sup> 6-БАП) с целью их дальнейшего выращивания в культуре *in vitro*. После 30 суток наблюдали элонгацию побегов, что позволило перейти к следующему этапу работы.

Клональное микроразмножение форсайтии осуществляли с использованием общепринятой методики пролиферации пазушных побегов, в которой введение в питательную среду цитокининов позволяет снять апикальное доминирование и стимулировать образование побегов из аксилярных почек. Для реализации описанной модели, микропобеги развившиеся в нулевом и первом пассажах (этапе введения в культуру) отделяли, разрезали на отдельные экспланты длиной около 1 см, содержащие пазушные почки и субкультивировали на свежие среды для мультипликации. Их интенсивность роста и развития зависела от происхождения почек (пазушные или верхушечные) и их расположения на исходном зеленом черенке. Морфометрические показатели побегов развившихся *in vitro* представлены в Табл. 1.

После 30 суток культивирования средняя высота побегов, полученных в результате мультипликации регенерантов развившихся на базальных эксплантах была наименьшей 27,4±9,2 мм. Показатели для побегов, происходящих из средней и апикальной частей зеленых черенков были выше и составляли 61,9±12,3 мм и 38,9±8,9 мм соответственно. Все значения представленные в Табл. 1 отличались



**Рис. 2.** Мультипликация микрорастений (А) и корнеобразование на регенерантах (Б) форсайтии европейской.

**Fig. 2.** Microplants multiplication (А) and root formation on microshoots (Б) in European forsythia.

достоверно. Коэффициенты мультипликации (количество получаемых микрочеренков из одного регенеранта) по вариантам опыта имели высокую корреляцию по отношению к размерам побегов и количеству междоузлий. Наибольший потенциальный выход материала для клонального микроразмножения (на основании среднего количества междоузлий, приходящихся на один регенерант:  $4,8 \pm 0,9$  шт./эксплант) получен в случае культивирования микропобегов, развившихся на сегментах средней части зеленых черенков. На Рис. 2 представлены микрорастения форсайтии европейской на этапах мультипликации (А) и ризогенеза (Б).

Регенеранты, укорененные на безгормональных средах, переносили из условий *in vitro* в условия *ex vitro* (акклиматизация). Дорастивание растений проводили в климатической камере под фитолампами «Fluora» (Osram, Германия) в условиях освещённости интенсивностью 2-4 тыс. люкс и фотопериоде 16/8. Температуру поддерживали на уровне  $24 \pm 3^\circ\text{C}$ , относительную влажность воздуха – около 90%. В качестве субстрата использовали смесь верхового торфа с песком и перлитом в соотношении 3:1:2. После 1 месяца акклиматизации растения

были успешно адаптированы к нестерильным почвенным условиям, а их приживаемость составила 96%.

### Заключение

Таким образом, в процессе изучения регенерационного потенциала различных типов эксплантов, определено, что наиболее целесообразно использовать сегменты средних частей зеленых черенков для введения форсайтии в культуру *in vitro*.

В результате экспериментальных исследований, нами отработана методика стерилизации вегетирующих побегов форсайтии, позволяющей получать до 77% стерильных эксплантов. Были получены растения *in vitro* и определены среды, для поддержания стерильной культуры побегов на различных этапах, обеспечивающие коэффициент мультипликации равный  $4,8 \pm 0,9$  и ризогенез 71-84% микрорастений.

### Цитируемые источники

- ЗОЛОТАРЕВА Е.В.** 2012. Видовой состав и состояние древесных интродуцентов в насаждениях г. Орла. *Лесной журнал* 3: 33–36.
- КАРПУН Ю.Н.** 2010. Субтропическая декоративная дендрология: справочник. ВВМ, Санкт-Петербург.

- Антипов В.Г. 2000.** Декоративная дендрология. Дизайн ПРО, Минск.
- Колесников А.И. 1974.** Декоративная дендрология. Лесная промышленность, Москва.
- Титок В.В. 2012.** Центральный ботанический сад НАН Беларуси: сохранение, изучение и использование биоразнообразия мировой флоры. Белорусская Наука, Минск.
- Калашникова Е.А., Родин А.Р. 2001.** Получение посадочного материала древесных, цветочных и травянистых растений с использованием методов биотехнологии: учебное пособие. МГУД, Москва.
- Кутас Е.Н., Малахова И.Н., Горецкая А.А. 2011.** Регенерационный потенциал селекционных гибридов (сем. Vacciniaceae S.F.Gray) в зависимости от типа explанта. *Изв. НАН Беларуси* **1**: 13–15
- Smith M.A., McCown V.H. 1983.** A comparison of source tissue for protoplast isolation from three woody plant species. *Plant Sci. Lett.* **28**: 149–156.
- Murashige T.A., Scoog F.A. 1962.** Revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant* **15**: 473–497.

### THE FEATURES OF SHOOTS REGENERATION OF EUROPEAN FORSYTHIA (*FORSYTHIA EUROPAEA* DEGEN ET BALD.) IN STERILE CULTURE

ANDREI V. KONSTANTINOV

**Abstract.** The effects of several factors such as medium, the source of cutting material and plant growth regulators concentration on in vitro culture and rapid propagation of *Forsythia europaea* were investigated. The buds from middle part of shoots sprouted in spring were the optimum type of explants, because of the highest shoot growth rate during initiation procedure and biggest amount of formed shoots per microcutting during subsequent multiplication. The best medium during initiation was WPM supplemented with 0.5 mg·l<sup>-1</sup> 6-BAP and 0.5 mg·l<sup>-1</sup> NAA. Multiplication coefficient was up to 4.8±0,9 on MS medium supplemented with 0.5 mg·l<sup>-1</sup> 6-BAP at. Shoots were rooted on the WPM medium without growth regulators and the rate of rooting was 71-84%. The microplants obtained transferred to acclimatization substrate (mixture of peat, sand and perlite in proportions 3:1:2) with up to 96% survival.

**Key words:** *Forsythia europaea*, explants, sterilization, growth regulators, cultivation in vitro

Forest Research Institute, NAS of Belarus, Proletarian str. 71, 246001 Gomel, Belarus; avkonstantinof@mail.ru





## НАЧАЛЬНЫЙ ОНТОГЕНЕЗ РЕДКИХ ВИДОВ РОДА *PAEONIA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БАШКИРСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

АНТОНИНА А. РЕУТ И ЛЮДМИЛА Н. МИРОНОВА

**Аннотация.** Приводятся результаты исследований особенностей начальных стадий онтогенеза редких видов *Paeonia* (Paeoniaceae F. Rudolphi) при интродукции в Башкирском Предуралье.

**Ключевые слова:** *Paeonia*, интродукция, онтогенез, редкие виды пиона

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, ул. Менделеева, д. 195, корп. 3, г. Уфа, 450080, Республика Башкортостан; [cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru)

### Введение

Проблема увеличения биоразнообразия культивируемых растений, введение в культуру новых видов, базируется на изучении генофонда природной и культурной флоры и отборе устойчивых форм. Популярный в настоящее время ландшафтный дизайн породил спрос на высокоэкономичные неприхотливые корневищные многолетники, к числу которых принадлежат пионы (в том числе дикорастущие) с большим разнообразием окрасок, размеров и форм цветка. Большинство пионов имеют пищевое и декоративное значение, являются хорошими медоносами. Но наибольший интерес они представляют как лекарственные растения, вошедшие в официальную медицинскую практику (Реут 2011).

Целью работы является изучение биологических особенностей пионов при интродукции для разработки зонального ассортимента видов пиона, приспособленных к почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья.

### Материалы и методы исследований

В течение 2011-2013 годов на базе Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН изучены особенности

начальных стадий онтогенеза трех видов пионов (*Paeonia anomala* L., *P. tenuifolia* L., *P. hybrida* Pall.). Периодизация большого жизненного цикла, а также проростки и всходы охарактеризованы по классической методике (Васильченко 1936; Работнов 1950; Уранов 1975). В каждой возрастной группе исследовано не менее 5 особей. При описании морфологии растений привлечена терминология А.А. Федорова и др. (1962), а также З.Т. Артюшенко (1990). Описаны следующие периоды и возрастные состояния: латентный и прегенеративный периоды (возрастные состояния – проростки и ювенильные юношеские).

### Результаты и их обсуждение

**I. Латентный период** (покоящиеся семена). При посеве семян непосредственно после сбора в середине июля корешки появляются во второй половине августа – сентябре. Латентный период от созревания семян до образования корешков составляет 45-50 дней.

**II. Прегенеративный период.** Для большинства дикорастущих травянистых пионов характерно подземное прорастание семян, за исключением *P. tenuifolia*, у которого оно надземное: на поверхности всегда появляются две черешковые семядоли, полностью отмирающие после того, как

сформируется первый лист.

**Проростки.** Появление корешков у семян можно рассматривать как первый год жизни. Следовательно, виргинильный период начинается в год посева, но в течение этого года представлен только корневой системой. Между появлением корешков и листьев проходит длительный период – 9 месяцев, включая зиму. Если считать образование корешков первым годом жизни, то однолетние сеянцы рассматриваются как растения второго года жизни.

**Однолетние сеянцы** (растения второго года жизни). В последней декаде апреля появляются прикорневые листья, зачатки которых были заложены еще в семени. Энергия прорастания довольно высокая: из 40 семян ежедневно появляются 6-11 всходов. Период прорастания длится 18-22 дня. При прорастании сначала появляется дугообразно изогнутый черешок листа, затем он распрямляется и выносит на поверхность свернутые листовые пластинки. Листья в начале мая имеют небольшие размеры. Средняя длина и ширина листовых пластинок составляет: у *P. anomala* – 2,5×3 см, *P. tenuifolia* – 1,5×2 см, *P. hybrida* – 1×1,5 см. Рост листьев продолжается до первой декады июля, когда размеры их увеличиваются до 4×5 см, 2×2,5 см и 1,8×2,3 см соответственно. Листья обыкновенно отмирают и засыхают в конце августа – начале сентября. При хорошем увлажнении появляется осенняя окраска, сохраняющаяся до конца сезона. Высота растений к концу вегетации в среднем составляет: у *P. anomala* – 7-8 см, *P. tenuifolia* – 3,5-4 см, *P. hybrida* – 2-3 см.

К середине июля семядоли истощаются, засыхают и опадают вместе с семенной кожурой. Растения переходят в ювенильный этап. К концу первого года формируется верхушечная почка, состоящая из трех-четырёх чешуй, длина которой составляет 0,4-0,6 см. Стеблевая часть – подземная. Главный корень в результате опробковения имеет буроватый оттенок. Средняя длина его колеблется: у *P. anomala* – 7-8 см, *P. tenuifolia* – 5-5,5 см, *P. hybrida* – 6-7 см (Табл. 1). Он развит значительно сильнее боковых корней,

поэтому назван стержневым. К концу первого года жизни у ювенильного растения имеется 1-2 листа, хорошо сформированная почка возобновления, главный корень с немногочисленными обрастающими корнями.

**Двулетние сеянцы** (растения третьего года жизни). Весной образуются листья (в числе 1-2) на длинных черешках. Листья крупнее, чем у однолетних сеянцев, но по размерам и строению отличаются от типичных листьев взрослого растения. Главный побег развивается из зародышевого побега и имеет укороченные междоузлия. Высота растений в среднем составляет: у *P. anomala* – 19-20 см, *P. tenuifolia* – 12-14 см, *P. hybrida* – 9-11 см. Главный корень направлен геотропно, имеет веретеновидную форму. Диаметр главного корня в среднем составляет: у *P. anomala* – 2-2,5 см, *P. tenuifolia* – 1,5-1,8 см, *P. hybrida* – 1,5-2 см. Длина главного корня составляет 9-10 см, 7-8 см и 8-9 см соответственно. На главном корне, преимущественно в средней части, расположены разветвленные боковые корни в числе 4-5, длина их – 4,5-5 см.

**Трехлетние сеянцы** (четвертый год жизни). Верхушечная почка трогается в рост и образует надземный стебель главного побега с удлинёнными междоузлиями и двумя-тремя листьями. Главный побег полициклический, нарастает моноподиально. Высота растений составляет: у *P. anomala* – 35 см, *P. tenuifolia* – 22 см, *P. hybrida* – 16 см. К концу вегетационного периода становится хорошо различимым корневище. Некоторые корни начинают утолщаться и находятся в начальной стадии образования корневых клубней. Система главного корня увеличивается в размерах: главный корень утолщается у *P. anomala* до 3 см, у *P. tenuifolia* до 2,3 см в диаметре, достигает длины 11,5 см и 10 см соответственно. Боковые корни утолщены в значительной степени (до 0,8 см в диаметре), имеют разную длину (8-10 см), густо покрыты обрастающими корнями, сосредоточенными главным образом в нижней части корней. По степени рассеченности листья соответствуют

Табл. 1. Биометрические показатели сеянцев пиона различного возраста.

Table 1. Biometrical features of peony seedlings of different ages.

Вид	Возраст сеянцев	Высота стебля, см	Размер листовой пластинки, см		Размеры главного корня, см	
			средняя длина	средняя ширина	средняя длина	диаметр
<i>P. anomala</i>	однолетние	7,0-8,1	3,5-4,0	4,5-5,2	7,0-8,2	0,6-0,8
	двулетние	19,0-20,2	7,5-8,5	10,0-11,2	9,0-10,2	2,0-2,5
	трехлетние	34,2-35,0	11,2-12,3	13,3-14,1	11,5-12,0	2,8-3,1
<i>P. tenuifolia</i>	однолетние	3,5-4,2	1,5-2,0	2,0-2,5	5,0-5,5	0,4-0,6
	двулетние	12,1-14,0	4,0-4,5	5,2-5,8	7,0-8,0	1,5-1,8
	трехлетние	21,3-22,1	6,5-7,1	8,0-8,5	10,0-10,5	2,0-2,3
<i>P. hybrida</i>	однолетние	2,0-3,3	1,5-1,8	1,8-2,3	6,0-7,0	0,3-0,5
	двулетние	9,1-11,2	2,0-2,5	3,5-4,2	8,0-9,0	1,5-1,6
	трехлетние	15,0-16,2	5,0-5,5	6,0-7,2	10,5-11,2	1,8-2,2

взрослым растениям, но меньше их по размеру (РЕУТ и МИРОНОВА 2012).

С образованием главного побега с длинными междоузлиями и придаточных корней на корневище растения переходят в имматурный этап. Они несут черты взрослых растений, но меньше их по размерам. От ювенильных растений отличаются наличием стебля и удлинённых междоузлий, более крупными размерами листьев и корней, большей рассечённостью листьев. Нужно заметить, что среди наблюдаемых объектов (*P. anomala* и *P. tenuifolia*) на данной стадии развития присутствовали особи, вступившие в генеративный период (наблюдалось единичное цветение) (РЕУТ и МИРОНОВА 2011).

### Заключение

Таким образом, у изученных видов (*P. anomala*, *P. tenuifolia* и *P. hybrida*) описаны начальные периоды и возрастные состояния. Нами отмечено, что онтогенетический морфогенез видов пиона имеет много специфических особенностей, которые необходимо изучать в дальнейшем.

### Цитируемые источники

- АРТЮШЕНКО З.Т. 1990. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семья. Наука, Ленинград.
- ВАСИЛЬЧЕНКО И.Т. 1936. О значении морфологии прорастания семян для систематики растений и истории их происхождения. Тр. БИН АН СССР. Сер. 1. Флора и систематика высших растений 3: 7–66.
- РАБОТНОВ Т.А. 1950. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника 6: 7–204.
- РЕУТ А.А. 2011. Семенная продуктивность дикорастущих пионов и способы ее повышения. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки 3: 134–140.
- РЕУТ А.А., МИРОНОВА Л.Н. 2011. Семенная продуктивность пионов при культивировании в Башкирском Предуралье и способы ее повышения. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология 2: 79–81.
- РЕУТ А.А., МИРОНОВА Л.Н. 2012. Влияние регуляторов роста растений на семенную продуктивность пионов, культивируемых в Башкирском Предуралье. Агробиология 2: 53–58.
- УРАНОВ А.А. 1975. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов. Биол. науки 2: 7–34.
- ФЕДОРОВ А.А. 1962. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень. АН СССР, Москва – Ленинград.

---

**INITIAL ONTOGENESIS OF RARE PAEONIA L. SPECIES INTRODUCED IN BASHKIR CIS-URALS**

ANTONINA A. REUT &amp; LUDMILA N. MIRONOVA

**Abstract.** The results of studies of the initial stages of ontogenesis of rare species of three *Paeonia* species (*P. anomala*, *P. tenuifolia*, *P. hybrida*) cultivated in Bashkir Cis-Urals conditions are represented.

**Key words:** *Paeonia*, introduction, ontogeny, rare species of peony

*Federal State Institution of Science Botanical Garden-Institute, Ufa Science Centre, Mendeleev str. 195, build. 3, 450080 Ufa, Republic of Bashkortostan; cvetok.79@mail.ru*



УДК 581.524

## ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ ОНТОГЕНЕЗА СПОРОФИТОВ *POLYPODIUM VULGARE* L.

Жанна Г. Силаева

**Аннотация.** Впервые для спорофитов равноспорового папоротника *Polypodium vulgare* L., произрастающего на территориях с различными экологическими условиями, выделены два надтипа поливариантности онтогенеза: структурный и динамический.

**Ключевые слова:** *Polypodium vulgare*, онтогенез, спорофит, популяция, поливариантность онтогенеза

Орловский государственный университет, ул. Комсомольская, 95, Орел 302015, Россия; silaevezhanna@rambler.ru

### Введение

На сегодняшний день исследования онтогенеза растений различных систематических групп показывают, что особи одного и того же вида, находящиеся в одинаковых или разных условиях обитания, могут иметь разные пути онтогенеза. Поливариантность онтогенеза расширяет адаптационные возможности популяций растений и определяет их устойчивость. В свете изложенного, становится актуальным выявление различных путей онтогенеза спорофитов равноспорового папоротника *Polypodium vulgare* L.

*P. vulgare* обитает в лесах европейской части РФ, Кавказа, Средней Азии, Западной и Средней Сибири. За пределами РФ встречается в Европе, Малой Азии, Иране, Японии, на Гавайских о-вах, в Северной Америке, в Северной и Южной Африке и на о-ве Кергелен. Растение обычно ведет эпифитный или эпилитный, реже – наземный образ жизни.

### Материалы и методы исследований

Популяции спорофитов папоротника были изучены в период с 2008 по 2013 гг. в разных частях ареала: в урочище «Чертово городище» (Калужская область); в

урочище «Чертов стул» (г. Петрозаводск); в окрестностях г. Лыткарино (Московская область); в окрестностях поселка Красная Поляна (Краснодарский край); на берегу озера Рица (Абхазия).

Проведенные исследования показали, что для *P. vulgare*, произрастающего на территориях с различными экологическими условиями, характерны разные варианты онтогенеза. Выявлено два надтипа поливариантности онтогенеза спорофитов папоротника (Жукова 2011): структурный (размерная, морфологическая и способов размножения) и динамический (ритмологическая и по темпам индивидуального развития).

### Структурная поливариантность

Структурная поливариантность в виде **размерной** определяется на основе оценки мощности особей по количественным или по качественным признакам. Она ярко выражена в пределах каждой популяции и проявляется в миниатюризации особей открытых местообитаний, обитателей мелких трещин в скалах и вертикальных поверхностей породы и в значительных размерах растений из мест с оптимальными значениями ведущих экологических факторов. Так, например,

у особей кавказских популяций, ведущих эпифитный и петрофитный образ жизни, произрастающих в условиях достаточного минерального питания и увлажнения, длина вайй составляла в среднем от 18,11 см (берег оз. Рица) до 23,75 см (окрестности п. Красная Поляна). Вместе с тем, найдены растения этого же возраста, у которых длина вайй едва достигала 7,6 см (окрестности п. Красная Поляна) и 9,6 см (берег оз. Рица). Эти растения произрастали в небольших трещинках и расщелинах скал с малым количеством гумуса (хазмофиты). Такая размерная дифференциация спорофитов наблюдалась в пределах каждой изученной популяции.

Л.А. Жукова (1995) выделяет 2 модуса **морфологической поливариантности**: 1) смена алгоритмов дифференциации зачатков фитомеров конуса нарастания или их элементов; 2) изменение числа точек роста побега или корня и, следовательно, – интенсивности ветвления.

В каждой популяции можно отметить эти два модуса, которые четко проявляются в онтогенезе генеты: происходит усложнение модульной организации (Державина и др. 2011) и, следовательно, трансформация и смена жизненных форм; ярко проявляется гетеробластия; кроме того, в процессе индивидуального развития увеличивается число точек роста на ризомах, это можно наблюдать в репродуктивном периоде, когда закладываются и растут ризома, а на последующих этапах развития происходит их партикуляция.

Размерная и морфологическая поливариантности проявляются не только в вариативности размеров, форм пластинок, но и сегментов вайй. Так, морфометрические показатели пластинок вайй у спороносящих особей, обитающих в урочище «Чертов Стул», оказались ниже, чем у представителей из других географических популяций. Отличаются они и по форме пластинок: она укорочена, сегменты широко закруглены. Эта же картина наблюдается у всех северных и высокогорных популяций *P. vulgare* (Державина 2006). Такую форму *P. vulgare*

рассматривают как *P. vulgare* f. *rotundatum* Milde (Фомин 1913).

Согласно нашим исследованиям в пределах популяции в окрестностях оз. Рица пластинки вайй у средневозрастных спорофитов имели значительную длину и небольшую ширину, что вполне соответствует выделенной А.В. Фоминим (1913) *P. vulgare* f. *angustum* Fomin (18-20 см дл., 3-4 см шир.) (Силаева 2012).

Кроме этого, по форме пластинок и сегментов вайй разнятся и особи *P. vulgare*, ведущие эпифитный и петрофитный образ жизни. Эти особенности прослежены нами у экземпляров в окрестностях п. Красная Поляна. Эпифитные формы обладают крупными, удлинёнными вайями и постепенно заостренными, более или менее пальчатыми по краям сегментами – форма *P. vulgare* f. *attenuatum* Milde (Фомин 1913). Петрофиты же характеризуются расширяющейся к основанию пластинкой, на верхушке с длинным заостренным конечным сегментом. Это форма соответствует *P. vulgare* f. *commune* Milde (Фомин 1913). Эта же форма вайй отмечена для петрофитных особей в окрестностях г. Лыткарино и в урочище «Чертово Городище» (Силаева 2012).

В южной и средней частях ареала в пределах районов исследования спорофиты *P. vulgare* характеризуются значительной мощностью вегетативных органов, высокой скоростью роста и потенциальной способностью к вегетативному и споровому размножению. Растения же, обитающие на границах своего экологического ареала (северные популяции, как и высокогорные), отличает низкая скорость роста, невысокие морфометрические показатели вегетативной сферы. По-видимому, находясь в экстремальных условиях обитания, они вынуждены экономить ресурсы для процессов, обеспечивающих устойчивость и перспективность развития их популяций.

**Поливариантность по способам размножения** выражается в том, что в пределах каждой изученной популяции сочетаются споровое и вегетативное

размножение. Данные процессы в совокупности обеспечивают устойчивость и дальнейшее существование вида. Однако соотношение способов самоподдержания в разных популяциях различно: доминирование спорового размножения ярко выражено у кавказских популяций, а вегетативное размножение преобладало над споровым у особей, обитающих в северной части ареала (урочище «Чертов Стул»), что можно связать с неблагоприятными условиями для прорастания спор и низкой выживаемостью проростков и ювенильных растений.

Таким образом, в пределах каждой популяции *P. vulgare* можно обнаружить растения как вегетативного происхождения (раметы), так и спорового (генеты). Соотношение этих двух групп особей в каждой географической популяции различно и зависит от абиотических и биотических факторов, определяющих успешность того или иного способа самоподдержания.

### **Динамическая поливариантность**

Динамическая поливариантность – это **поливариантность по темпам развития**, проявляющаяся в разной скорости индивидуального развития особей. Так, например, у некоторых виргинильных растений в популяции на берегу оз. Рица условный возраст достигал 20-21-го года, в то время как в других локусах он составлял 12-16 лет.

Такую же картину наблюдали и для популяции в урочище «Чертово Городище», где обнаружены иматурные особи 12-ти летнего возраста, при среднем возрасте – 3-7 лет. Найдены виргинильные особи возрастом до 20 лет, при среднем возрасте – 12-16 лет. Как правило, эти особи обитают в поселениях с высокой плотностью (до 40 особей на 1 м<sup>2</sup>). Таким образом, для *P. vulgare* из разных географических популяций характерна задержка развития в прегенеративном периоде: в иматурном и виргинильном онтогенетических состояниях (класс – *замедленное развитие*).

В урочище «Чертов Стул» были найдены особи, обладающие сорусами на вайях, напоминающих по форме вайи иматурных растений. На основании этого предполагаем, что у особей этой популяции, возможно *ускоренное развитие* с выпадением одного или нескольких онтогенетических состояний (ювенильного и иматурного).

**Ритмологическая поливариантность** выражается в сдвигах ритмов сезонного развития. Показано, что *P. vulgare* – вечнозеленое растение, с асинхронно развертывающимися вайями (на боковых ризомах средневозрастной особи вайи развертываются на 2-6 недель позже, чем на главном), каждая из которых живет больше года (Державина 2006).

В нижнем и среднем горных поясах Западного Закавказья вайи *P. vulgare* начинают отрастать весной в апреле месяце и растут до конца мая, причем их рост не вполне синхронен: одни завитки развертываются раньше, другие – позднее (Державина и Шорина 1985). Каждая вайя живет более года – 14-18 месяцев. В верхнем лесном и субальпийском поясах длительность жизни одной вайи сокращается до 12-13 месяцев, их весеннее отрастание происходит дружно и относительно быстро – за 3-4 недели, обычно в мае. Таким образом, этот высокогорный вариант ритма роста дает пример перехода от вечнозеленого феноритмотипа с квантированным ростом – к летнезеленому.

Подобные же тенденции изменения ритмов, т.е. синхронизация и ускорение отрастания, наблюдаются в популяции *P. vulgare*, обитающих на открытых скальных участках, где растения часто испытывают стресс из-за недостатка влаги, резких перепадов температур, перегрева и сухости воздуха. Интересно, что в подобных условиях у *P. vulgare* отмечены случаи вторичного покоя, когда вайи вообще не отрастают и длительное время (по году и более) спорофиты представлены покоящимися в земле ризомами и не имеют надземных органов. Эти факты, как было указано ранее, описаны Ю.А. Котуховым (1974) на Алтае и в Красноярском Крае и наблюдались

Н.И. Шориной в Западной Сибири на Салаирском кряже.

Во всех изученных популяциях нами отмечена одна генерация вай, живущих более года и асинхронное их развитие. Растения *P. vulgare*, обитающие в урочище «Чертов Стул», характеризуются более упорядоченным ритмом развития вай: они разворачиваются дружно, закладка и созревание сорусов происходят быстро и одновременно. Другими словами, на северной границе ареала особи имеют такой же ритм развития, как и высокогорные растения. По-видимому, экстремальные условия среды (короткое холодное лето) побуждают вид синхронизировать ритм сезонного развития. Это служит стабилизирующим фактором для сохранения популяции и дальнейшего её развития.

### Цитируемые источники

**Державина Н.М. 2006.** Биоморфология и анатомия равноспоровых папоротников (эпилитов, эпифитов, земноводных и водных) в связи с адаптациогенезом: автореф. дисс... д-ра биол. наук. Москва.

**Державина Н.М., Волобуев С.В., Силаева Ж.Г. 2011.** Модульная организация спорофита *Polypodium vulgare* L. Ученые записки Орловского государственного университета. Орел 5 (43): 207–212.

**Державина Н.М., Шорина Н.И. 1985.** Об особенностях онтогенеза и сезонного ритма развития многоножки обыкновенной (*Polypodium vulgare* L.) в разных эколого-фитоценологических условиях. В кн.: Мичурин В.Г. (ред.), Экологические и популяционно-онтогенетические исследования растений: 76–98. СГПИ им. К. А. Федина, Саратов.

**Жукова Л.А. 1995.** Популяционная жизнь луговых растений. РИИК «Ланар», Йошкар-Ола.

**Жукова Л.А. (ред.) 2011.** Онтогенетический атлас растений. Т. 6. МарГУ, Йошкар-Ола.

**Котухов Ю.А. 1974.** Методика наблюдения за папоротниками сем. Polypodiaceae R.Br. Бюл. ГЭС 94: 10–18.

**Силаева Ж.Г. 2012.** Структура ценопопуляций спорофитов *Polypodium vulgare* L. (Polypodiaceae): автореф. дисс... к-та биол. наук. Орел.

**Фомин А.В. 1913.** Pteridophyta флоры Кавказа: Критическое систематическо-географическое исследование. Маттисен, Юрьев.

## POLYVARIANTNESS OF ONTHOGENESIS OF *POLYPODIUM VULGARE* L. SPOROPHYTES

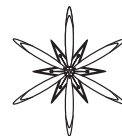
ZHANNA G. SILAYEVA

**Abstract.** The two main types of onthogenetical polyvariantness (structural and dynamical) for isosporous fern *Polypodium vulgare* L. which grows on the territories with different ecological conditions have been studied and described at the first time.

**Key words:** *Polypodium vulgare*, ontogenesis, sporophyte, population, onthogenetical polyvariantness

Oryol State University, Komsomolskaya str. 95, 302015 Oryol; silaevazhanna@rambler.ru





## РАСТИТЕЛЬНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ СЕРО- БУРЫХ ПОЧВ АБШЕРОНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ОЧИЩЕНИЯ ЭТИХ ТЕРРИТОРИЙ

Эльшан Шамилов <sup>1\*</sup>, Асим Абдуллаев <sup>1</sup>, Ибрагим Азизов <sup>2</sup>, Пирверди Самедов <sup>3</sup>

**Аннотация.** В результате проведенных почвенно-экологических исследований определен и охарактеризован видовой состав растений, распространенных на загрязненных территориях Абшерона. Определены виды растений, способные поглощать и аккумулировать тяжелые металлы и радионуклиды.

**Ключевые слова:** *Agropyron elongatum*, *Amaranthus retroflexus*, *Thlaspi ochroleucum*, серо-бурые почвы, экологический мониторинг

<sup>1</sup> Институт Радиационных Проблем Национальной Академии Наук Азербайджана, ул. Б. Вагабаде, 9, г. Баку, AZ1143, Азербайджан; \* elshanshamil@gmail.com

<sup>2</sup> Институт Ботаники Национальной Академии Наук Азербайджана, Бадамдарское шоссе, 40, г. Баку, AZ1073, Азербайджан; ibrahim.azizov47@gmail.com

<sup>3</sup> Институт Почвоведение и Агрохимии Национальной Академии Наук Азербайджана, ул. Мамеда Арифа, 5, г. Баку, AZ1073, Азербайджан; samed-bio@yandex.ru

Стабильная жизнедеятельность наземных экосистем, в которых происходят сложные процессы трансформации органических веществ и энергии, на каждом трофическом уровне пищевой цепи в значительной степени зависит от эффективного функционирования почвенного покрова. Поступающие в почву техногенные вещества и их активная эмиссия приводит к значительному подавлению биологических процессов, изменению физико-химических свойств, снижению темпов гумусообразования и потери почвенного плодородия. Как правило, следствием такого техногенного воздействия является частичное, а иногда и полное нарушения экологических функций самой почвы.

Следует отметить, что антропогенное (техногенное) воздействие вызывает значительные негативные последствия и изучать их следует комплексно, с учётом не только конкретных региональных особенностей, но и результатов исследований имеющих в мировой науке. По мере возрастания антропогенной нагрузки на почву, они теряют присущие ей экологические функции, и наблюдается

снижение продуктивности, утрата фильтрационной способности, снижение средообразующей роли, происходит также увеличение площадей деградированных земель, уничтожение почвенно-растительного покрова. Все это вызывает необходимость подробного изучения процессов регенерации биогеоценозов в пост-техногенных ландшафтах.

В настоящее время нефть и нефтепродукты являются основными загрязнителями почв. Достаточно сильно загрязнены почвы, прилегающие к нефтяным скважинам, нефтезаливным станциям, в местах разлива нефти и др. Для оценки влияния этих поллютантов на почвы вначале определяли фитотоксичность (по прорастанию семян льна, ржи), кислотно-основные свойства, их буферность и лишь после этого предлагались различные рекультивационные мероприятия (Овцинов и Шпис 2004).

В результате технологических процессов в почву поступают разнообразные соединения тяжёлых металлов и радиоактивных веществ, которые способны существенно нарушать жизнедеятельность природных экосистем. Поэтому, для оценки экологического

**Табл. 1.** Представители флоры, распространенные на техногенно-загрязненных участках Абшерона.

**Table 1.** The representatives of flora extended on polluted sites of Absheron.

Латинские названия	Русские названия
<i>Aeluropus littorasis</i> Tzvelev	Прибрежница солончаковая
<i>Lolium rigidum</i> (Hook.f.) E.B.Alexeev	Плевел жесткий
<i>Elytrigia elongatiformis</i> (Drobow) Nevski	Пырей продолговатый
<i>Avena eriantha</i> Durieu	Овес волосистый
<i>Medicago sativa</i> L.	Люцерна посевная
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Солодка
<i>Salsola dendroides</i> Pall.	Солянка деревовидная
<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kitam.	Польнь метельчатая
<i>Kochia prostrata</i> (L.) Schrad.	Прутняк
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Тростник обыкновенный
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Бермудская трава
<i>Typha angustifolia</i> L.	Рогоз узколистный
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (M. Bieb.) Desv. ex B. Keller & Shap.	Верблюжья колючка обыкновенная
<i>Trifolium repens</i> L.	Клевер белый
<i>Festuca rubra</i> L.	Овсяница красная
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Амарант запрокинутый
<i>Agropyron elongatum</i> (Host) P.Beauv.	Пырей удлиненный
<i>Bromopsis riparia</i> (Rehmann) Holub	Кострец береговой
<i>Phleum phleoides</i> (L.) H.Karst.	Тимофеевка степная
<i>Juncus acutus</i> L.	Колючий пик
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.) Host	Топи трава

состояния загрязненных и деградированных почв все чаще применяют методы биотестирования (реакции организмов на загрязняющие отходы), предусматривающие использования биологических тест-объектов (растений, беспозвоночных, микроорганизмов) из различных систематических групп и на индивидуальном уровне их организации (БАКИНА и др. 2004).

С этой точки зрения проблема техногенного загрязнения почв естественных ландшафтов прилегающих к промышленным предприятиям в настоящее время приобретает большую актуальность в связи с резким ухудшением экологического состояния окружающей среды. Основными источниками загрязняющих веществ при этом являются формирующиеся центры накопления канцерогенных компонентов с мощными миграционными потоками.

Учитывая, что почва является одним из главных аккумуляторов загрязняющих веществ, то становится весьма очевидным, как эти вещества через трофические связи поступают в живые организмы, нарушая функционирование пищевых цепей экологической пирамиды.

Исследования проводились нами на примере серо-бурых почв Абшеронского полуострова, для которого характерен умеренно-тёплый, субтропический, полупустынный климат. Годовая количество выпавших осадков доходит до 150-300 мм, с низким коэффициентом увлажнения – КУ-0,3-0,5. Суммарная температура выше 10°C составляет – 4560°C. Величина испаряемости влаги значительная и изменяется между 1000-2000 мм, что создаёт условия дефицита увлажнения (ВОЛОБУЕВ 1963).

Среднегодовая температура воздуха варьирует в пределах 13,5-15,0°C (самая низкая температура 2,6-3,8°C наблюдается в январе, а самая высокая 25,6-26,8°C, пиковая 40-43°C, отмечается в июле-августе) (Шихлинский и Мадат-заде 1968). Уровень грунтовых вод при их минерализации 2,5-3,0г/л колеблется в пределах 2-7 м, формируется эти почвы под естественной растительностью (полюнь, верблюжья колючка, караган, солянки, эфемеры) с низкой надземной фитомассой – 3-10 ц/га (Алиев 1978).

Серо-бурые почвы развиваются на различных почвообразующих породах соленосных (в основном гипсоносных) третичных глинах (и продуктах их выветривания), поэтому механический состав у таких почв глинисто-тяжело-суглинистый; на плотных известняках, иногда песчаноракушечном материале с суглинистым, суглинисто супесчаным механическим составом.

Антропогенная деятельность существенным образом изменила многие особенности серо-бурых почв, значительная часть из них (вдоль Самур-Абшеронского канала) широко используются в сельскохозяйственном производстве, однако большие площади этих земель, подвергнутые техногенному (нефтяному) загрязнению, требуют всестороннего их изучения и последующей рекультивации (Салаев и др. 2012).

Проведённый экологический мониторинг серо-бурых почв с различной степенью засоления, антропогенной нагрузкой, а также экспериментальные исследования показали, что некоторые техногенные отходы, в частности нефть и нефтепродукты загрязняя почвенную, среду резко изменяли биохимическую активность, рост и развития растений, гумусообразования, деятельность различных групп микрофлоры и беспозвоночных животных (Бабаева и др. 2009; Кахраманова 2001).

Особую значимость в таких случаях приобретает экологическая оценка нефтепромысловых территорий. В настоящее время на Абшероне участки загрязнённые нефтяными отходами составляют более 30

тыс./га, из них более 13 тыс. замаскированы и битумизированы. Кроме того нефтяные отходы (особенно тяжёлые фракции) и нефтепромысловые воды могут выступать в роли источников загрязнения различных типов почв нефтяными поллютантами, тяжёлыми металлами и радиоактивными веществами (Мамедов и Акимова 2003; Чесноков и Феоктистова 2004; Акимова 2005).

Территории подверженные нефтезагрязнению отличаются изреженностью и скудностью группового состава беспозвоночных животных (Самедов 2008).

В целом, биогеохимическое изучение характера загрязнения окружающей среды (почв, естественных ландшафтов) – это комплекс взаимосвязанных, синхронизированных и территориально-совмещённых исследований, включающих выявление и количественную оценку источников загрязнения, выявления путей миграции загрязняющих веществ, и их концентрации на отдельных биогеохимических уровнях, и определение возникших экологических последствий.

Исследование нефтезагрязнённых серо-бурых почв с использованием системного анализа предусматривают комплексные биоэкологические экспериментальные подходы (мелькоделяночные полевые опыты), благодаря которым можно получить более обширные данные о биологических процессах почв загрязнённых биотопов и разработать на их основе приемлемые оздоровительно-биоремедиационные мероприятия.

Важная роль при экологической характеристике загрязнённых территорий принадлежит аборигенной флоре, так как растения являются наиболее важными природными компонентами, участвующими в решении проблемы нейтрализации вредных воздействий индустриального производства (Башмаков и Лукатин 2002).

Поэтому в первую очередь необходимо изучить и характеризовать видовой состав растений, встречаемых на загрязнённых территориях.

В ходе экспедиций на территории Абшерона нами описаны растения принадлежащие к разным видам (Табл. 1).

Аккумулярующая способность некоторых видов уже описана в работах ряда авторов. Так, показано, что *Amaranthus hypochondriacus* L. и *Agropyron elongatum* (Host) P.Beauv. способны аккумулировать из почвы кадмий, а *Festuca rubra* L. – цинк (Галиулин и Галиулина 2003).

Проведенные нами исследования показали (САМЕДОВ и др. 2011), что *Agropyron elongatum*, *Amaranthus retroflexus* L. и *Thlaspi ochroleucum* Boiss. et Heldr. способны поглощать из почвы и аккумулировать тяжелые металлы и радионуклиды. Используя естественные трофические связи, существующие в биоценозах между почвенными микроорганизмами, беспозвоночными и растениями, можно осуществить очищению техногенно загрязненных почв.

Работа выполнена при поддержке гранта STCU (проект № 5921)

### Цитируемые источники

- АКИМОВА Н.Ф. 2005.** Экологическая модель плодородия нефтепромысловых земель Абшеронского полуострова. Автореф. дисс... уч. ст. к.б.н. Баку.
- АЛИЕВ С.А. 1978.** Экология и энергетика биохимических превращения органического вещества почв. Эльм, Баку.
- БАБАЕКОВА Л.А., САМЕДОВ П.А., МАМЕДЗАДЕ В.Т. 2009.** Биологическая характеристика нефтезагрязненных почв. *Труды Института Почвоведения и Агробиологии НАНА* 18: 86–92.

- БАКИНА А.Г., БАДИНА Т.В. и др. 2004.** Методологические особенности оценки экологического состояния загрязненных почв методами биотестирования. *IV съезд почвоведов России. Т. 1:* 197. Новосибирск.
- БАШМАКОВ Д.И., ЛУКАТИН А.С. 2002.** Аккумуляция тяжелых металлов некоторыми высшими растениями в разных условиях местообитания. *Агробиология* 9: 66–71.
- ВОЛОбУЕВ В.Р. 1963.** Экология почв. Изд. АН Азерб. ССР, Баку.
- ГАЛИУЛИН Р.В., ГАЛИУЛИНА Р.А. 2003.** Фитоэкстракция тяжелых металлов из загрязненных почв. *Агробиология* 3: 77–85.
- КАХРАМАНОВА Т. Б. 2001.** Освоение нефтезагрязненных почв озимой пшеницей. *Труды общества почвоведов Азербайджана* 8: 75–76. Баку.
- МАМЕДОВ Г.Ш., АКИМОВА Н.Ф. 2003.** Экологическая модель плодородия нефтезагрязненных почв. Эльм, Баку.
- ОВЦИНОВ В.И., ШПИС Т.Э. 2004.** Влияние техногенного загрязнения на устойчивость агроценозов и качество сельскохозяйственной продукции. *IV съезд почвоведов России. Т. 1:* 304. Новосибирск.
- САЛАЕВ М.Э., БАБАЕВ М.П., ГАСАНОВ В.Г. 2012.** Морфогенетические профили почв Азербайджана. Эльм, Баку.
- САМЕДОВ П.А. 2008.** Беспозвоночные животные, как биоиндикаторы нефтезагрязненных почв. *Аграрная наука Азербайджана* 6: 24–25.
- САМЕДОВ П.А., ШАМИЛОВ Э.Н., АБДУЛЛАЕВ А.С., АЗИЗОВ И.В. 2011.** Особенности формирования биоценоза серо-бурой почвы загрязненной тяжелыми металлами и радионуклидами. *Наука сегодня: теоретические аспекты и практика применения (мат-лы Международ. заоч. научно-практ. конф., Тамбов, 2011 г.):* 11–14.
- ЧЕСНОКОВ С.М., ФЕОКТИСТОВА И.Д. 2004.** Экологическая оценка почв городских ландшафтов. *IV съезд почвоведов России. Т. 1:* 317. Новосибирск.
- ШИХЛИНСКИЙ Э.Ш., МАДАТ-ЗАДЕ А.А. 1968.** Климат Азербайджана. Изд. АН Азерб. ССР, Баку.

### VEGETATION OF THE PETROPOLLUTED GRAY-BROWN SOILS OF ABSHERON AND CLARIFICATION PERSPECTIVES OF THESE TERRITORIES

ELSHAN SHAMILOV<sup>1\*</sup>, ASIM ABDULLAYEV<sup>1</sup>, IBRAHIM AZIZOV<sup>2</sup>, PIRVERDI SAMEDOV<sup>3</sup>

**Abstract.** As a result of the conducted soil and ecological researches the specific structure of the plants widespread in polluted territories of Absheron was defined and characterized. Species of the plants, capable to absorb and accumulate heavy metals and radionuclides were defined.

**Key words:** *Agropyron elongatum*, *Amaranthus retroflexus*, *Thlaspi ochroleucum*, gray-brown soils, environmental monitoring

<sup>1</sup> Institute of Radiation Problems of National Academy of Sciences of Azerbaijan, B. Vahabzade str. 9, AZ1143 Baku, Azerbaijan; \* elshanshamil@gmail.com

<sup>2</sup> Institute of Botany of National Academy of Sciences of Azerbaijan, Badamdar Highway 40, AZ1073 Baku, Azerbaijan; ibrahim.azizov47@gmail.com

<sup>3</sup> Soil Science and Agrochemistry Institute of Academy of Sciences of Azerbaijan, Mamed Arif str. 5, AZ1073 Baku, Azerbaijan; samed-bio@yandex.ru



УДК 581.33.2.1:631.525

## МОРФОЛОГІЯ ПИЛКУ ДЕЯКИХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *BILLBERGIA* THUNB. (BROMELIACEAE JUSS.)

ТЕТЯНА КОЛОМІЄЦЬ

**Анотація.** За допомогою світлового (СМ) та сканувального електронного (СЕМ) мікроскопів досліджено морфологію пилових зерен чотирьох видів роду *Billbergia*: *B. pyramidalis*, *B. saundersii*, *B. vittata* та *B. zebrina*. Наведена детальна морфологічна характеристика пилових зерен. Відмічено, що пилові зерна представників роду *Billbergia* великі за розмірами, еліпсоїдальні, білатерально-симетричні, одноборозні, мають дрібносітчасту скульптуру екзини.

**Ключові слова:** *Billbergia*, пилові зерна, апертура, екзина, скульптура

ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, вул. Симона Петлюри (Комінтерну), 1, Київ, 01032, Україна; [bromelia-kol@ukr.net](mailto:bromelia-kol@ukr.net)

### Вступ

Вивчення морфології пилку рослин для визначення критеріїв їхньої видової діагностики має велике значення для вирішення питань систематики окремих таксонів. Стосовно представників родини Bromeliaceae, зокрема роду *Billbergia*, відомості про будову пилових зерен (п.з.) вкрай незначні (КАРПЮК і ФУТОРНА 2011). За результатами досліджень під світловим мікроскопом (СМ) та сканувальним електронним мікроскопом (СЕМ) встановлено, що сулькатний тип апертур пилових зерен є переважаючим у цій родині (ЭРДТМАН 1956). У межах сулькатного паліотипу ряд авторів виділяють 6 підтипів (НАЛВРИТТЕР 1992; MILOCANI *et al.* 2006).

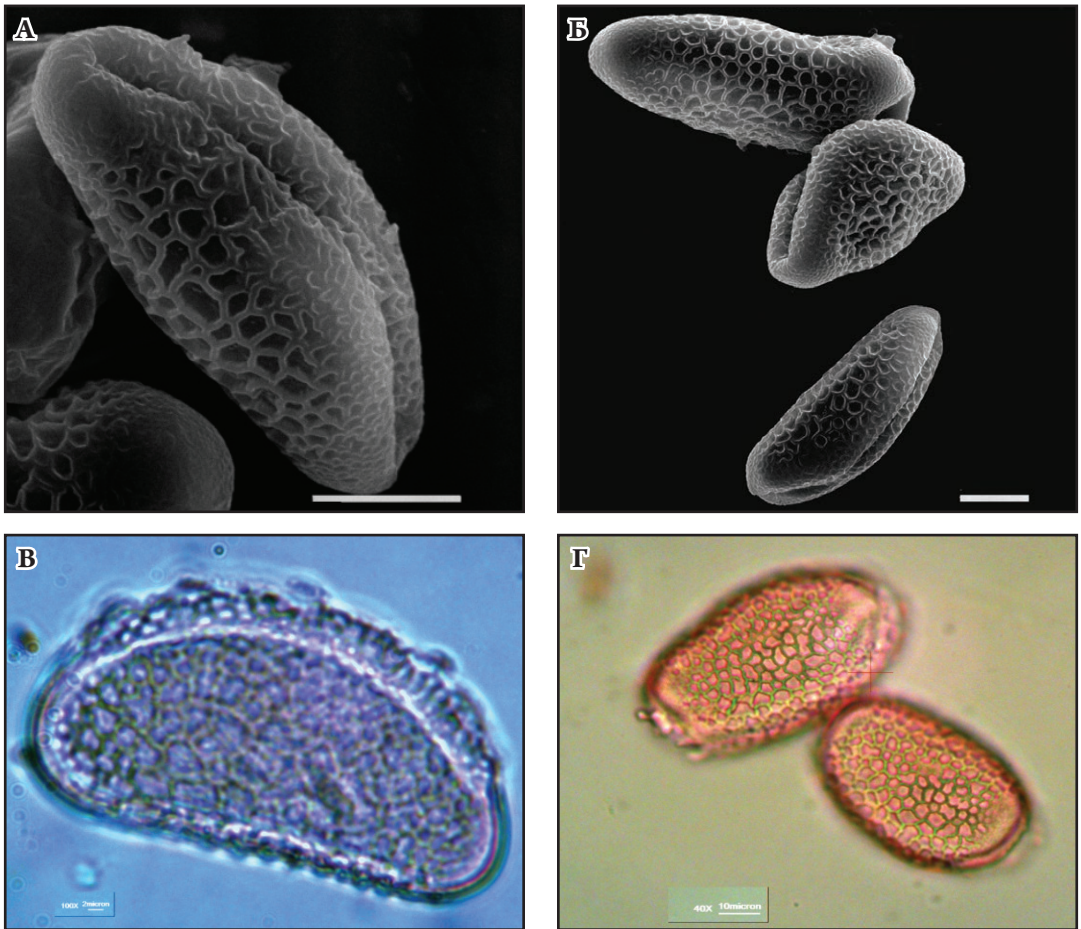
### Матеріали і методи досліджень

У роботі використаний свіжий пилкоз, отриманий з чотирьох видів рослин роду *Billbergia* колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка: *B. pyramidalis* L.B. Smith, *B. saundersii* W. Bull,

*B. vittata* Brongniart та *B. zebrina* (Herb.) Lindl. Дослідження пилку проводили на сканувальному електронному мікроскопі Jeol JSM–35C. Обробку пилових зерен для дослідження на СЕМ проводили методом вакуумного напилення золотом та платиною. Для вимірювання і вивчення структури пилових зерен під світловим мікроскопом готували гліцерин-желатинові препарати з використанням рідини Келберла. Для фарбування екзини використовували ацетокармін (ПАУШЕВА 1988). Опис препаратів при світловій мікроскопії здійснювався за методикою Купріянової та Альшиної (КУПРИЯНОВА и АЛЕШИНА 1972), при електронній – за термінологією Токарева (ТОКАРЕВ 2002). Для досліджень, фотографування препаратів і обробки фотографій використовували програми Scope Photo, Axiovision 4, Photoshop, ImageJ.

### Результати та їх обговорення

Рід *Billbergia* описаний у 1832 р. і названий на честь шведського ботаніка Густава Йоганеса Більберга (1772–1844 рр.). Він містить від 54 до 60 видів (BENZING 2000)



**Рис. 1.** Пилкові зерна *Billbergia pyramidalis*: **А** – вигляд з екватора (СЕМ,  $\times 2600$ ); **Б** – група пилкових зерен (СЕМ,  $\times 2400$ ); **В, Г** – вигляд з екватора (СМ,  $\times 100$ ).

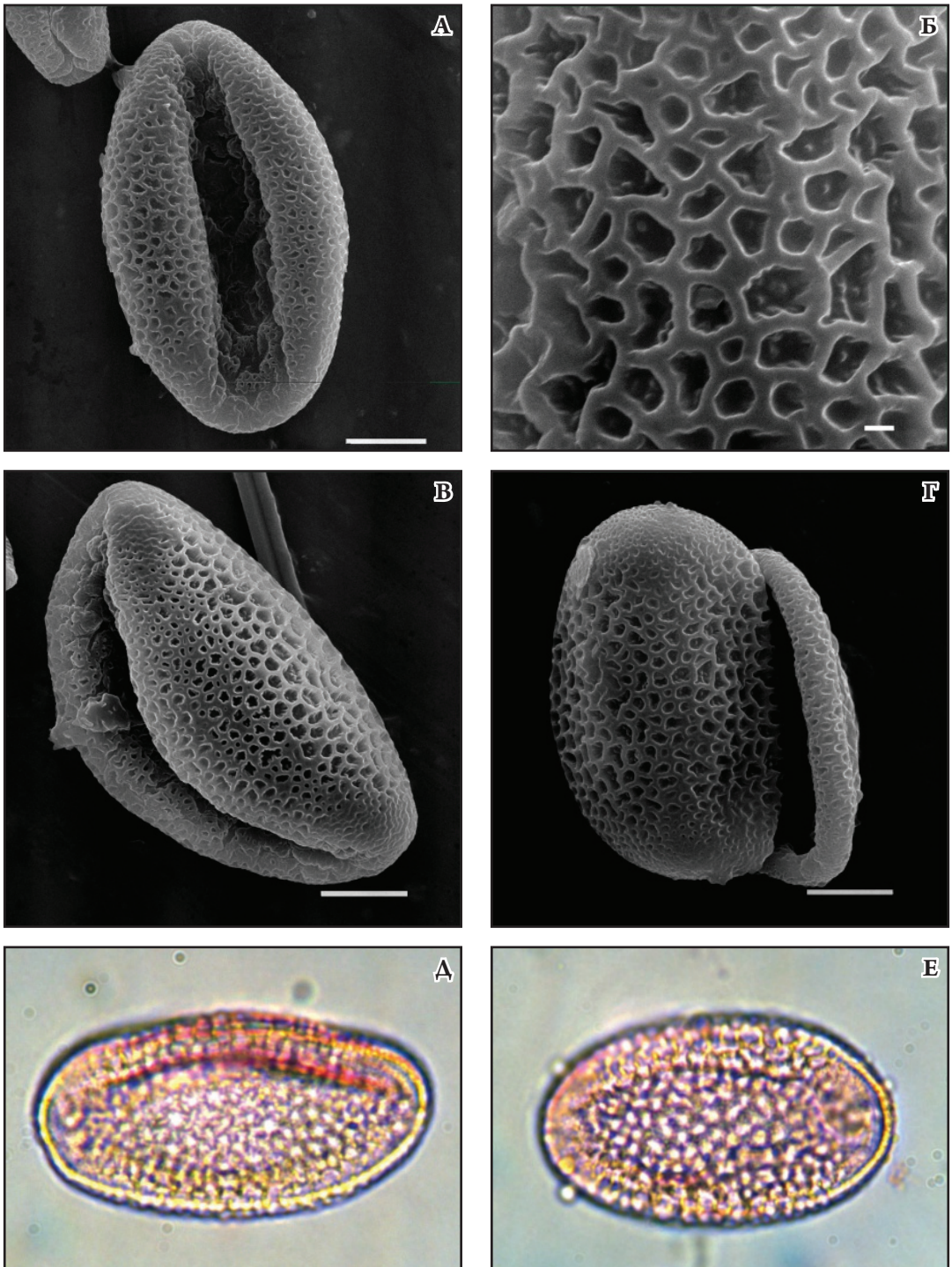
**Fig. 1.** Pollen grains of *Billbergia pyramidalis*: **A** – equator view (SEM,  $\times 2600$ ); **Б** – group of pollen grains (SEM,  $\times 2400$ ); **В, Г** – equator view (LM,  $\times 100$ ).

різноманітних за зовнішнім виглядом епіфітних, наземних чи приурочених до кам'янистих субстратів рослин, поширених у Південній Мексиці, Центральній Америці, Вест-Індії, Венесуелі, Болівії, Колумбії, Гвіані, Перу, Бразилії, Уругваї, Парагваї, Північній Аргентині. Представники роду – це безстеблові трав'янисті рослини, листки яких зібрані у щільну розетку. Листкова пластинка цих рослин ланцетоподібна, по краях – дрібнозубчаста, смугаста або плямиста. Квітконос звисаючий, рідше – прямий, часто з яскравими покривними листками (брактеями), суцвіття – волоть. Чашолистки зелені зеленувато-жовті,

оранжеві, червоні, фіолетові або жовто-зелені. Плід – ягода. Представники роду є перспективними для фітодизайну, оскільки вони невибагливі до умов вирощування, легко адаптуються в різноманітних приміщеннях та цвітуть переважно взимку (ЧЕКАНОВА І КОРОВИН 2000).

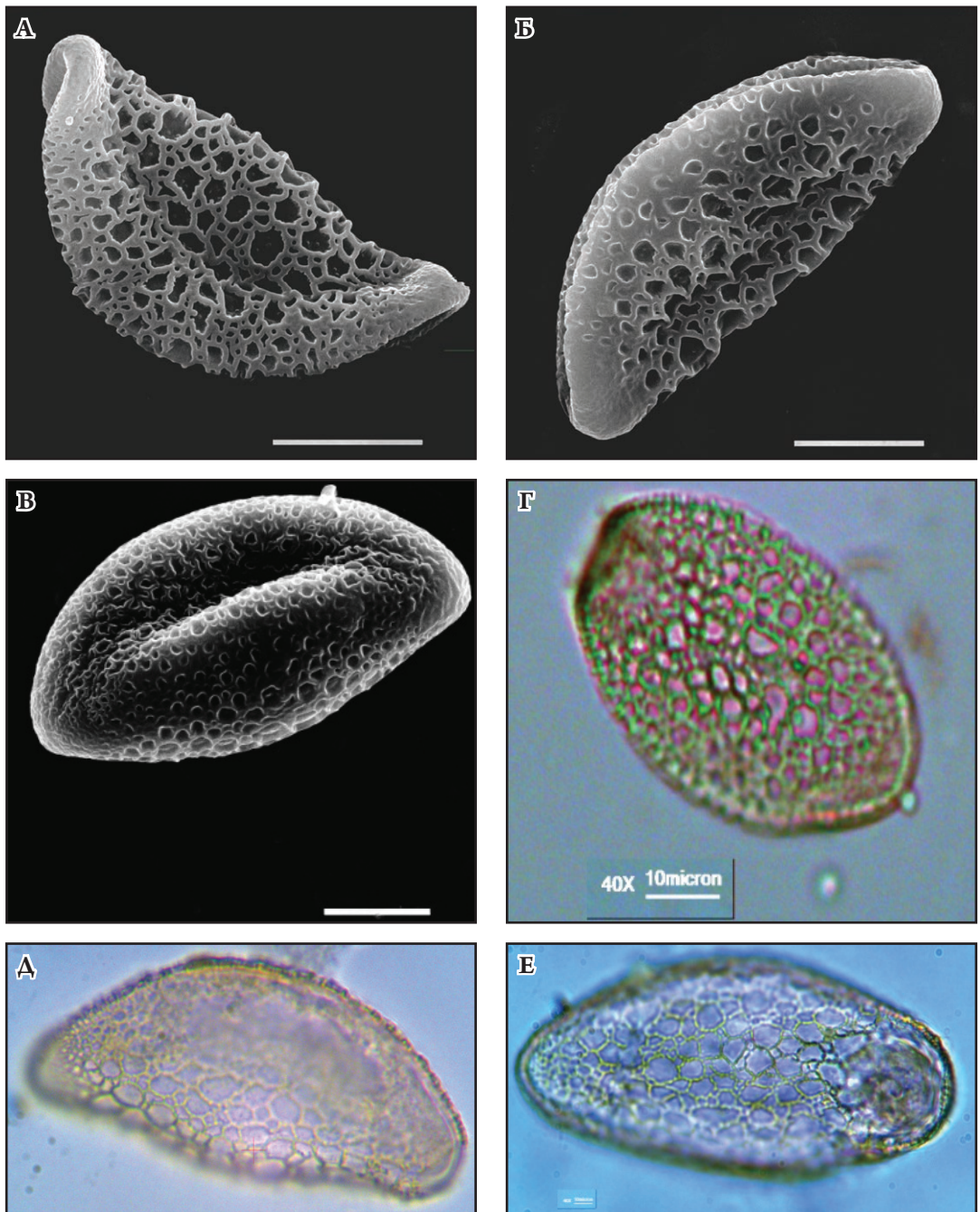
***Billbergia pyramidalis*** (Рис. 1). Наземна рослина. Поширена у Вест-Індії, Бразилії, Венесуелі; росте у тропічних лісах на висотах 500-1700 м н.р.м.

**СМ.** Пилкові зерна білатерально-симетричні, дистально односторонні, еліпсоїдальні за формою, в обрисі з полюса



**Рис. 2.** Пилкові зерна *Billbergia saundersii*: А – вид на борозну (СЕМ,  $\times 1000$ ); Б – сітчаста екзина (СЕМ,  $\times 5400$ ); В, Г – вигляд з екватора (СЕМ,  $\times 1800$ ); Д, Е – вигляд з екватора (СМ,  $\times 100$ ).

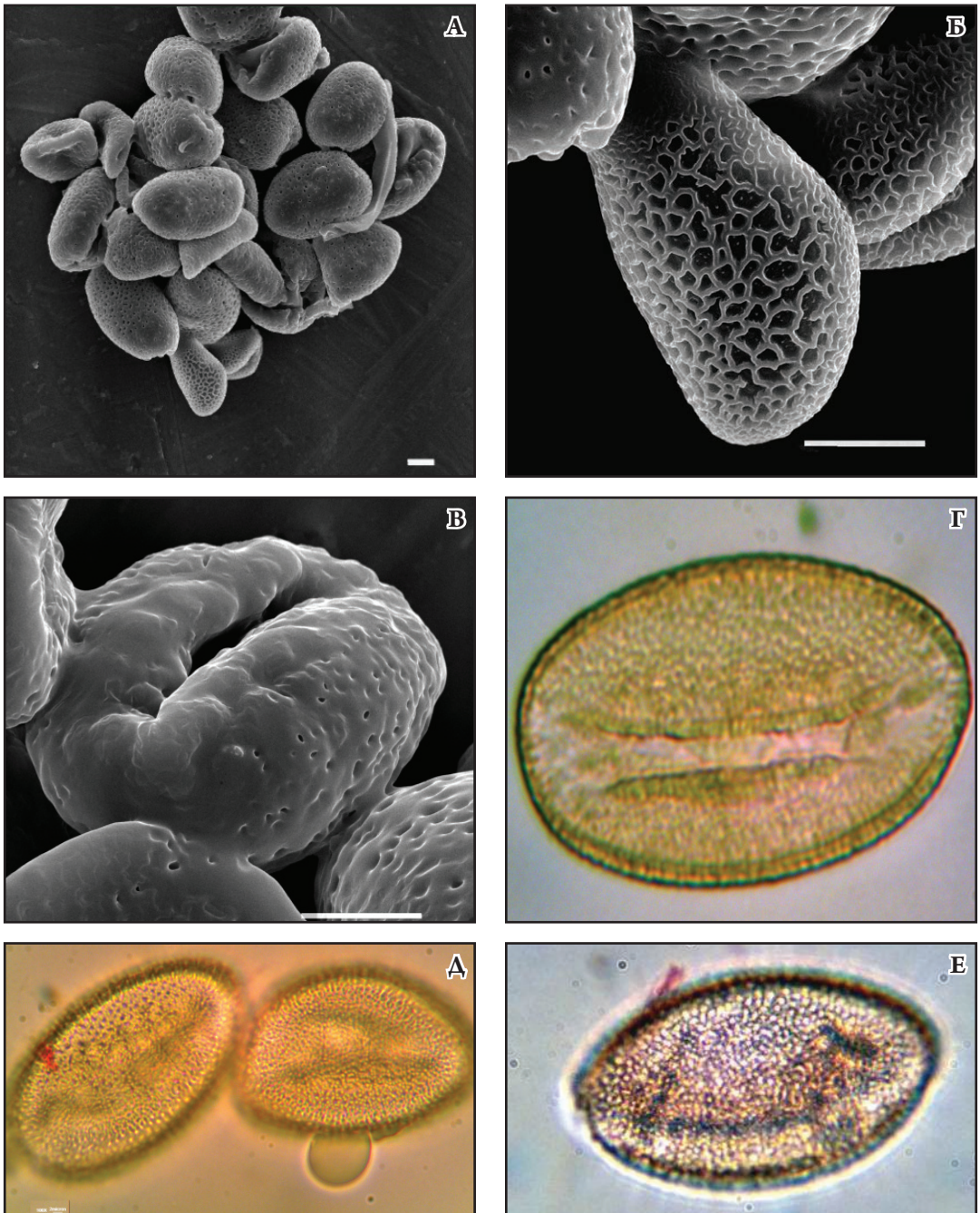
**Fig. 2.** Pollen grains of *Billbergia saundersii*: А – view on furrow (SEM,  $\times 1000$ ); Б – reticulate exine (SEM,  $\times 5400$ ); В, Г – equator view (SEM,  $\times 1800$ ); Д, Е – equator view (LM,  $\times 100$ ).



**Рис. 3.** Пилкові зерна *Billbergia vittata*: **А, Б** – вигляд з екватора (СЕМ,  $\times 3000$ ); **В** – вигляд на борозну (СЕМ,  $\times 2000$ ); **Г** – вигляд з полюса (СМ,  $\times 40$ ); **Д, Е** – вигляд з екватора (СМ,  $\times 100$ ).

**Fig. 3.** Pollen grains of *Billbergia vittata*: **A, Б** – equator view (SEM,  $\times 3000$ ); **B** – view on furrow (SEM,  $\times 2000$ ); **Г** – pole view (LM,  $\times 40$ ); **Д, Е** – equator view (LM,  $\times 100$ ).





**Рис. 4.** Пилкові зерна *Billbergia zebrina*: **А** – група пилкових зерен (СЕМ,  $\times 480$ ); **Б** – вигляд з екватора (СЕМ,  $\times 2400$ ); **В** – вигляд з полюса (СЕМ,  $\times 2400$ ); **Г-Е** – вигляд з екватора (СМ,  $\times 100$ ).

**Fig. 4.** Pollen grains of *Billbergia zebrina*: **A** – group of pollen grains (SEM,  $\times 480$ ); **Б** – equator view (SEM,  $\times 2400$ ); **В** – pole view (SEM,  $\times 2400$ ); **Г-Е** – equator view (LM,  $\times 100$ ).

округлі, з екватора – плоско-випуклі. Полярна вісь – 54,6-60,5 мкм, екваторіальний діаметр – 33,1-35,2 мкм. Борозни довгі (48,3-52,4 мкм), з чіткими краями, розширеними кінцями. Екзина 1,7-2,4 мкм завтовшки. Скульптура чітка, сітчаста, на апокольпумі – менше виражена.

**СЕМ.** Скульптура різносітчаста. Комірки сітки різної форми (великі і середні), округлі, видовжені, округлокутасті; стінки тонкі. Борозни мембрани сітчасті. Сітка рівномірно виражена по всій поверхні, дещо згладжена на полюсах.

***Billbergia saundersii*** (Рис. 2). Епіфіт тропічних лісів. Ендемік Бразилії (штат Байя).

**СМ.** Пилкові зерна білатерально-симетричні дистально одноборозні, еліпсоїдальні за формою, в обрисі з полюса округлі, в екваторіальному обрисі – еліптичні. Полярна вісь – 55,7-66,1 мкм, екваторіальний діаметр – 32,1-37,3 мкм. Борозни довгі (42,9-48,6 мкм), з чіткими краями, на кінцях з розширеними кінцями. Екзина 1,7-2,7 мкм завтовшки. Скульптура чітка, сітчаста, на апокольпумі – менше виражена.

**СЕМ.** Скульптура різносітчаста. Комірки сітки середнього та малого розміру, різної форми (округлі, видовжені, округло кутасті); стінки тонкі. Борозни мембрани сітчасті, сітка рівномірно виражена по всій поверхні, на полюсах і біля борозен комірки меншого розміру.

***Billbergia vittata*** (Рис. 3). Поширена у Південно-Східній Бразилії, у субтропічних лісах або на кам'янистих субстратах на висоті 200-1400 м н.р.м.

**СМ.** Пилкові зерна білатерально-симетричні, дистально одноборозні, еліпсоїдальні за формою, в обрисі з полюса еліптичні, з екватора – плоско-випуклі. Полярна вісь – 77,1-88,6 мкм, екваторіальний діаметр – 36,4-41,6 мкм. Борозни довгі (62,6-65,3 мкм), з чіткими краями, звужені до загострених чітких кінців. Екзина 1,9-2,7 мкм завтовшки. Скульптура екзини чітка, сітчаста,

біля борозни на полюсах гладенька.

**СЕМ.** Скульптура екзини різносітчаста. Комірки сітки від дрібних до великих, різної форми (округлі, видовжені, округлокутасті); стінки тонкі. Борозни мембрани сітчасті. Сітка рівномірно виражена по всій поверхні, дещо згладжена на полюсах.

***Billbergia zebrina*** (Рис. 4). Епіфіт, широко поширений у Південно-Східній Бразилії, Парагваї, Уругваї, Північно-Східній Аргентині. У субтропічних та тропічних лісах росте великими групами на деревах та чагарниках.

**СМ.** Пилкові зерна білатерально-симетричні дистально одноборозні, еліпсоїдальні за формою, в обрисі з полюса округлі, з екватора – еліптичні. Полярна вісь 55,7-61,4 мкм, екваторіальний діаметр – 34,1-36,6 мкм. Борозни довгі (42,1-49,9 мкм), з чіткими краями, не звужені до чітких кінців, борозна мембрана дрібносітчаста. Екзина 2,1-3,1 мкм завтовшки. Стовпчики помітні. Ендекзина зливається з підстильним шаром, утворюючи чіткий суцільний шар. Скульптура чітка, дрібносітчаста.

**СЕМ.** Скульптура дрібносітчаста. Комірки сітки невеликі, переважно округлої або округло-кутастої форми. Борозни мембрани від ямчастих до дрібносітчастих. Сітка рівномірно виражена по всій поверхні.

## Висновки

Таким чином, встановлено, що пилкові зерна досліджених видів білатерально-симетричні, еліпсоїдальні за формою, великі за розмірами (полярна вісь – 55,7,9-88,6 мкм, екваторіальний діаметр – 32,1-41,6 мкм), з сітчастою скульптурою екзини та дистальною борозною. Ці ознаки пилкових зерен можна використовувати для визначення роду. Діагностичними ознаками пилку на рівні виду є розміри пилкових зерен та елементи їхньої скульптури (різносітчаста, ямчаста, дрібносітчаста).

## Використані джерела

- КАРПЮК Т., ФУТОРНА О. 2011.** Паліноморфологічна характеристика родів *Aechmea* Ruiz. & Pav., *Billbergia* Thunb., *Neoregelia* L.B. Smith, *Nidularium* Lem. родини Bromeliaceae Juss. *Вісник Київського ун-ту. Сер. Біологія* **57**: 47–50.
- КУПРИЯНОВА Л.А., АЛЕШИНА Л.А. 1972.** Пыльца и споры растений флоры СССР. 1. Наука, Ленинград.
- ПАУШЕВА З.П. 1988.** Практикум по цитологии растений. Агропромиздат, Москва.
- ТОКАРЕВ П.И. 2002.** Морфология и ультраструктура пыльцевых зерен. Т-во научн. изд. КМК, Москва.
- ЧЕКАНОВА В.Н., КОРОВИН С.Е. 2000.** Бромелии – растения прошлого, настоящего и будущего. Наука, Москва.
- ЭРАТМАН Г. 1956.** Морфология пыльцы и систематика растений. Изд. иностр. лит-ры, Москва
- BENZING D.H. 2000.** Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. Cambridge University Press.
- HALBRITTER H. 1992.** Morphologie und systematische Bedeutung des Pollens der Bromeliaceae. *Grana* **31** (3): 197–212.
- MILOCANI E., PAPINI A., BRIGHIGNA L. 2006.** Ultrastructural studies on bicellular pollen grains of *Tillandsia seleriana* Mez (Bromeliaceae), a neotropical epiphyte. *Caryologia* **59** (1): 88–97.

**MORPHOLOGY OF POLLEN OF SOME REPRESENTATIVES OF THE GENUS *BILLBERGIA* THUNB.  
(BROMELIACEAE JUSS.)**

TETYANA KOLOMIYETS

**Abstract.** The morphology of pollen grains of four *Billbergia* species (*B. pyramidalis*, *B. saundersii*, *B. vittata*, *B. zebrina*) has been studied using the light (LM) and scanning electron (SEM) microscopes. The detailed morphological characteristic of pollen grains has been given. It is noted that the pollen grains of *Billbergia* representatives are of large size, ellipsoid, bilaterally symmetric, monocolpate and have small reticulate sculpture of exine.

**Key words:** *Billbergia*, pollen grains, aperture, exine, sculpture

ESC "Institute of Biology" of Taras Shevchenko Kyiv National University, O.V. Fomin Botanical Garden, Symon Petlyura str. 1, 01032 Kyiv, Ukraine; bromelia-kol@ukr.net





УДК 582.949.2

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЛОДІВ ДЕКОРАТИВНИХ КУЩОВИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ РОДИНИ ROSACEAE JUSS. В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Андрій І. Бабицький

**Анотація.** У статті наведені результати порівняльного карпологічного аналізу кущових рослин 11 видів з 6 родів та 5 підродин родини Rosaceae. В обраній групі виділено 4 типи плодів. Згідно філогенетичної класифікації плодів, розробленої А.В. Бобровим, змодельовано еволюційний ряд цих рослин. Також подані результати вимірювання біометричних показників плодів рослин родів *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypos* Sieb. et Zucc. та *Stephanandra* Sieb. et Zucc.

**Ключові слова:** Rosaceae, карпология, кущові інтродуценти, біометрія, Правобережний Лісостеп України

Національний університет біоресурсів і природокористування, вул. Героїв Оборони, 13, України, м. Київ, 03041, Україна; andriybabytskiy@gmail.com

Плід – це особливий орган покритонасінних рослин, що виник у процесі їхнього розвитку. Детальної системи класифікації плодів на сьогодні ще не розроблено, а питання їхньої еволюції залишається дискусійним. Для плодів, як і всіх інших органів рослинного організму, характерним є певний діапазон мінливості розмірів у залежності від умов існування. Тому дослідження морфологічних особливостей плодів у процесі інтродукції є актуальним.

Предметом дослідження були особливості морфології та біометрії плодів 11 видів з 6 родів та 5 підродин декоративних кущових інтродуцентів родини Rosaceae, що ростуть у колекційному фонді дендрарію Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, а саме: *Exochorda giraldii* Hesse, *E. korolkovii* Lav., *E. racemosa* (Lindl.) Rehd., *E. tianschanica* Gontsch., *E. xmacrantha* Schneid., *Kerria japonica* (L.) DC., *Photinia villosa* (Thunb.) DC., *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Bean., *Rhodotypos kerrioides* Sieb. et Zucc., *Stephanandra tanakae* Franch. et Zucc., *S. incisa* (Thunb.) Zbl.

Морфологічно-еволюційну характеристику плодів досліджених рослин проведено на основі роботи А.В. Боброва (Бобров и др. 2009). Для встановлення діапазону мінливості біометричних показників плодів декоративних кущових інтродуцентів родини Rosaceae було відібрано по 100 типових плодів у зрілому стані з кожної дослідної рослини. Виміряно їхній великий та малий екваторіальний діаметри. Отримані дані статистично оброблено за методикою Г.Н. Зайцева (1984).

Згідно даних В.А. Піддубної-Арнольдї, в усіх досліджених декоративних кущових інтродуцентів родини Rosaceae ембріогенез проходить по *Asterad*-типу варіації *Geum*. Зародок диференційований, великий, прямий, безхлорофільний, містить алейрон, крохмаль, друзи оксалату кальцію та емульсин. Сім'ядолі виконують запасуючу функцію. Насіння без ендосперму, проте у *R. kerrioides* він добре виражений. Для цього виду характерний нуклеарний ендоспермогенез. Утворення клітинних стінок між ядрами ендосперму починається з мікропілярного кінця зародкового мішка,

№ п/п	Вид	Біометричні показники										Маса	
		BEA/ MEA	М, см	V, %	σ	±m, см	P, %	Max, см	Min, см	L/D	Маса 100 шт., г	±m, см	
1	<i>Exochorda giraldii</i>	BEA MEA	7,47 4,57	4,90 5,87	0,37 0,27	0,08 0,06	1,10 1,31	9,14 6,16	7,81 5,54	1,64	20,90	1,47	
2	<i>E. korolkovii</i>	BEA MEA	8,24 5,45	7,83 8,68	0,65 0,47	0,14 0,11	1,75 1,94	10,00 6,30	7,30 4,70	1,51	24,10	1,41	
3	<i>E. racemosa</i>	BEA MEA	8,93 6,72	5,11 7,79	0,46 0,52	0,10 0,12	1,14 1,74	9,70 7,70	8,00 5,80	1,33	23,70	1,31	
4	<i>E. tianschanica</i>	BEA MEA	8,71 5,21	8,35 7,82	0,73 0,41	0,16 0,09	1,87 1,75	10,00 6,10	7,20 4,70	1,67	21,80	1,59	
5	<i>E. ximacrantha</i>	BEA MEA	9,48 6,33	5,87 7,94	0,56 0,50	0,12 0,11	1,31 1,78	10,30 7,90	8,10 5,80	1,50	25,70	1,71	
6	<i>Kerria japonica</i>	BEA MEA	2,26 3,17	7,97 3,95	0,18 0,13	0,04 0,03	1,78 0,88	2,53 3,60	2,02 3,01	0,71	9,85	0,41	
7	<i>Photinia villosa</i>	BEA MEA	9,11 7,04	8,89 8,29	0,81 0,58	0,18 0,13	1,98 1,85	10,80 8,10	8,00 6,00	1,29	35,80	1,33	
8	<i>Prinsepia sinensis</i>	BEA MEA	19,21 15,85	8,74 8,75	0,17 0,14	0,04 0,03	1,95 1,96	22,00 18,30	16,00 13,80	1,21	306,80	18,93	
9	<i>Rhodotyus kerrioides</i>	BEA MEA	7,75 6,58	3,96 4,43	0,31 0,30	0,07 0,07	0,89 1,03	8,30 7,10	7,10 6,00	1,18	29,97	0,95	
10	<i>Stephanandra incisata</i>	BEA MEA	2,51 1,77	3,44 2,45	0,09 0,04	0,02 0,01	0,77 0,55	2,71 1,83	2,38 1,68	1,42	7,30	0,80	
11	<i>S. tanakae</i>	BEA MEA	2,99 1,70	3,07 4,33	0,09 0,08	0,02 0,01	0,58 0,82	3,14 1,83	2,81 1,54	1,75	8,00	0,90	

в халазальній частині якого ядра довго залишаються вільними. Ендосперм містить масло та алейрон. Шар ендосперму у *R. kerrioides* залягає по периферії насінини. Гаусторій ендоспермальний, розміщений у халазальному кінці зародкового мішка. У всіх інших представників дослідженої групи зародок заповнює насіння по усій його довжині (Поддубная-Арнольди 1982).

Для рослин родів *Exochorda*, *Kerria*, *Photinia*, *Prinsepia*, *Rhodotyus* та *Stephanandra* характерними є різні типи плодів. Це такі як листянка, кістянка, яблуко та стручок.

**Листянка (folliculus)** – апокарпний (рідше геміценокарпний чи ценокарпний) розкривний плід. Основним вихідним типом морфо-еволюційних перетворень плодів родини Rosaceae є апокарпна багатолістянка (multifolliculus) – (верхній) полімерний плід, що складається з багатонасінних, як правило, розкривних плодиків (власне листянок) (Бобров *и др.* 2009). Типовим способом розкривання (dehiscencia) листянок є розтріскування по вентральному шву (сутурі), тобто по лінії зростання країв плодолистка (так зване вентральне або сутуральне розкривання). В процесі подальшої спеціалізації плодів з апокарпних листянок розвиваються синкарпії. Апокарпну багатолістянку вважають базовим типом для розвитку всіх інших типів плодів не лише родини Rosaceae, а й усіх покритонасінних.

Формування синкарпної багатолістянки у процесі еволюції проходило поступово, через стадію циклічної гемісинкарпної багатолістянки. Для роду *Exochorda* характерні типові циклічні синкарпні сухі багатолістянки, що розкриваються вентралью. Вони в нормі складаються з п'яти власне листянок, які деякий час

зберігають соковиту консистенцію, а восени (в окремих випадках під зиму) висихають і розкриваються, внаслідок чого насіння висипається. Дисемінація пасивна, анемохорна (насіння дископодібне, з кільцеподібним крилом по периферії). Плодики з двома насінинами. Перикарпій листянок диференційований на одношаровий екзокарпій (епідерму), багатшаровий мезокарпій (60-150 шарів паренхімних клітин з численними групами або поодинокими склереїдами та секреторними клітинами) і ендокарпій (4-10 шарів тангентально витягнутих клітин з потовщеними, здерев'янілими стінками) (Романов 2004; Бобров & Романов 2006; Романов 2006; Бобров *и др.* 2009).

**Кістянка (drupa)** – апокарпний плід, що не розкривається. Склеренхіма, яка формує кісточку, локалізована в середній або внутрішній зоні мезокарпю, або ж у внутрішній зоні мезокарпю і в ендокарпії. Кістянка – це верхній плід, у *Rhodotyus* і *Kerria* полімерний (так звана багатокістянка), з 5 (2-8) одностійними плодиками (власне кістянками), у *Prinsepia* – мономерний. Багатокістянки *Rhodotyus* і *Kerria* філогенетично розвинулись із багатолістянок, у яких склеренхіма розміщувалась в ендокарпії і у внутрішній зоні мезокарпю. Для багатокістянок *Rhodotyus* характерне циклічне розміщення плодиків, а у *Kerria* вони розташовані спіралью. Перикарпій кістянок різних таксонів диференційований досить одноманітно. Екзокарпій представлений одношаровою епідермою. Мезокарпій утворений великою кількістю шарів клітин, периферійні з яких утворюють соковиту тканину у *Prinsepia*. У *Rhodotyus* і *Kerria*

◀ **Табл. 1.** Біометричні показники та маса плодів декоративних кущових інтродуцентів родини Rosaceae в умовах Правобережного Лісостепу України, НБС: ВЕД/МЕД – великий екваторіальний діаметр/малий екваторіальний діаметр; М – середня арифметична; V – коефіцієнт варіації;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення; m – похибка середньої арифметичної; P – показник точності досліду; Max – максимальне значення; Min – мінімальне значення; L/D – відношення довжини до ширини.

◀ **Table 1.** Biometric indexes and mass of fruits of ornamental shrubby introducents from Rosaceae family in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, NBG: ВЕД/МЕД – big equatorial diameter/small equatorial diameter; M – mean; V – coefficient of variation;  $\sigma$  – standard deviation; m – standard error of the mean; P – accuracy; Max – maximal value; Min – minimal value; L/D – length/width ratio.

таких шарів менше, вони мають мучнисту консистенцію і не формують соковитих тканин. Із внутрішньої зони мезокарпю і багатощарового ендокарпю розвивається склеренхімна кісточка (*putamen*) (Бобров *и др.* 2006).

**Яблуко (*pomum*)** – філогенетично цей тип плоду виник внаслідок переходу від верхньої до нижньої зав'язі в архаїчних представників родини Rosaceae шляхом занурення гінцею у гіпантій (Ротару 1972). Яблуко виникло від синкарпної багатолістянки внаслідок обростання її квітковою трубкою, яка разом із зовнішніми шарами тканин плодолистиків, дозріваючи стає м'яккою, у той час коли внутрішні шари карпелярної тканини стають хрящуватими, інколи жорсткими і складаються із склерейдів волокнистого типу (McDaniel 1940; Эзау 1980). Перетворення синкарпної багатолістянки у яблуко було пов'язане з переходом до ендозоохорії. Власне перикарпій яблука небагатощаровий, слабко диференційований, хрящуватої консистенції. Основну масу зрілого плоду складає розрослий гіпантій, диференційований на епідерму (до неї інколи додається і небагатощарова гіподерма) та багатощарову соковиту паренхіму. У кожному гнізді зав'язі (їх 5, рідше 2-4 або 6) зазвичай по 2 насінних зачатки, а в зрілому плоді в нормі розвинуто по 1 (рідше 2) насінини у гнізді. Еволюційне становлення яблука пройшло декілька морфологічних типів. Для *Photinia* характерне типове нижнє еусинкарпне яблуко (Бобров *и др.* 2006).

**Стручок (*siliqua*)** – ценокарпний (паракарпний) плід. Стручок *Stephanandra* – це нерозкривний, верхній, димерний плід з несправжною поздовжньою перегородкою, зазвичай двонасінний (зрідка однонасінний), у якого в усіх трьох гістогенетичних зонах перикарпю локалізована атипічна склеренхіма. Питання про філогенетичне виникнення паракарпних і фрагмокарпних плодів до кінця не з'ясоване. На сучасному етапі прийняте твердження про їхнє поліфілетичне походження (Бобров *и др.* 2006). Стручок фактично є фрагмокарпним різновидом

верхньої паракарпної коробочки і виник із стручкоподібної коробочки, коли у гінцеї, що дав їй початок, утворилась повна несправжня перегородка, яка розділила зав'язь на 2 несправжніх гнізда. Одна клада цього типу плодів, до якої належать і стручки *Stephanandra*, філогенетично спеціалізувалась у напрямку вкорочення поздовжньої осі (співвідношення довжини до ширини у досліджених плодів представників цього роду коливалась від 1,42 до 1,75 (Табл. 1) та редукції кількості насінин (до 2, інколи й до 1) і розвинулась в окрему морфологічну групу плодів – **стручечки (*silicua*)** (Бобров *и др.* 2006).

Еволюційний ряд досліджених рослин, оснований на карпологічному аналізі, відрізняється від їхнього реального положення у філогенетичній системі А.Л. Тахтаджяна (1987). За А.Л. Тахтаджяном, найпримітивнішими у цій групі є представники надродини Spiraeoideae, тобто рід *Stephanandra*. Потім *Rhodotypos* та *Kerria*, що належать до підродини Rosoideae, далі *Photinia* (Maloideae) та *Exochorda* (Prunoideae). Найбільш прогресивними є види роду *Prinsepia* з підродини Prinsepioideae.

Згідно А.В. Боброву (Бобров *и др.* 2006), морфогенетично найпримітивнішим типом плоду у цій групі рослин буде циклічна синкарпна багатолістянка, характерна для *Exochorda*. Прогресивнішою вважається апокарпна кістянка *Rhodotypos* та *Kerria*, далі – яблуко *Photinia*, а найпрогресивнішим є стручечок *Stephanandra*.

Біометричні показники плодів декоративних кущових інтродуцентів родини Rosaceae визначали для простих плодів та плодиків складних багатолістянок *Exochorda* та багатокістянок *Rhodotypos* і *Kerria* (Табл. 1). Серед представників роду *Exochorda* найвищі показники коефіцієнту варіації розмірів плодиків були у *E. korolkovii* (для довжини – 8,24%, ширини – 8,68%) та *E. tianschanica* (8,35% і 7,82% відповідно), що свідчить про найінтенсивнішу у групі адаптаційну варіабельність розмірів плодів цих видів. Дещо вищим також цей показник



був у плодів *P. villosa* (для довжини – 8,89% і ширини – 8,29%). Низька варіабельність плодів відмічена у представників родів *Rhodotypos* та *Stephanandra*. Загалом, варіювання розмірів плодів у всіх досліджених рослин було низьким (усі коефіцієнти варіації менші за 10%).

Отже, для досліджених 11 видів рослин родини Rosaceae характерними є 4 морфологічних типи плодів, а саме листянка, кістянка, яблуко та стручок (стручечок). Відмічено, що еволюційний ряд досліджуваних видів, побудований на основі карпологічного аналізу А.В. Боброва, відрізняється від їхнього положення у філогенетичній системі А.Л. Тахтаджяна (1987). Слід зазначити, що на основі аналізу коефіцієнтів варіації розмірів плодів у досліджених рослин високих показників активності адаптаційних процесів за цією ознакою не відмічалось, а це може свідчити про відповідність умов вторинного ареалу фізіологічним потребам досліджених рослин.

Автор висловлює щире подяку науковому керівнику Н.М. Трофименко за надану можливість працювати з колекцією дендрарію НБС та цінні поради під час проведення досліджень.

## Використані джерела

- Бобров А.В., Меликян А.П., Романов М.С. 2009.** Морфогенез плодов Magnoliophyta. Либроком, Москва.
- Зайцев Г.Н. 1984.** Математическая статистика в экспериментальной ботанике. Наука, Москва.
- Подадубная-Арнольди В.А. 1982.** Характеристика семейств покрытосеменных растений по цитоэмбриологическим признакам. Наука, Москва.
- Романов М.С. 2004.** Сравнительная карпология и филогения представителей надпорядка Magnoliaceae. Дис... канд. биол. наук: 03.00.05. Москва.
- Ротару Г.И. 1972.** Сравнительная анатомия околоплодника подсемейства яблоневых. Штиинца, Кишинев.
- Тахтаджян А.Л. 1987.** Система магнолиофитов. Наука, Ленинград.
- Эзау К. 1980.** Анатомия семенных растений. Мир, Москва.
- Bobrov A.V., Romanov M.S. 2006.** Fruit structure in Magnoliaceae. 17<sup>th</sup> Intern. Symp. Biodiversity and Evolutionary Biology of the German Botanical Society: 120. Bonn.
- McDaniels L.H. 1940.** The morphology of the apple and other pome fruits. Cornell University, Ithaca, NY.
- Romanov M.S. 2006.** The structure of follicles in fossil and recent Angiosperms. 7<sup>th</sup> Europ. Paleobot.-Palynol. Conf.: 114. National Museum, Prague.

## THE COMPARATIVE CARPOLOGICAL ANALYZE OF ORNAMENTAL SHRUBBY INTRODUCENTS FROM ROSACEAE JUSS. FAMILY IN CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

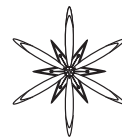
ANDRIY I. BABYTSKIY

**Abstract.** The results of comparative carpological analyze of shrubby plants from 11 species, 6 genera and 5 subfamilies of Rosaceae family are shown in the article. It was singled out four types of fruits of these plants. Based on phylogeny of fruits worked out by A.V. Bobrov the evolutionary range of selected plants was arranged. Also biometric indexes of fruits of plants from genera *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypos* Sieb. et Zucc. *Stephanandra* Sieb. et Zucc. are giving.

**Key words:** Rosaceae, carpology, shrubby introducents, biometry, Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroyiv Oborony str. 15, 03041 Kyiv, Ukraine; andriybabytskiy@gmail.com





УДК 582.579.2: 582.949.2

## АНАТОМІЧНА СТРУКТУРА ОПЛОДНЯ *GLADIOLUS IMBRICATUS* L. ТА *IRIS SIBIRICA* L. (IRIDACEAE)

Христина І. Скрипець \* і Анастасія В. Одінцева \*\*

**Анотація.** В результаті вивчення анатомічної структури оплодня встановлено, що для *Gladiolus imbricatus* характерна коробочка *Lilium*-типу з ефективним механізмом розкривання. Плід *Iris sibirica* відповідає коробочці *Galanthus*-типу з редукованим механізмом розкривання.

**Ключові слова:** *Gladiolus imbricatus*, *Iris sibirica*, плід, анатомія перикарпію

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, 79005, Львів, Україна;  
\* [xrustysja-skrypec@ukr.net](mailto:xrustysja-skrypec@ukr.net), \*\* [amorpha@ukr.net](mailto:amorpha@ukr.net)

### Вступ

Тип плоду в родині Iridaceae характеризується великою стабільністю і описується у літературі як нижня синкарпна тригнізна багатонасінна локулідна коробочка (КАДЕН 1965; НЕМИРОВИЧ-ДАНЧЕНКО 1985; GOLDBLAT *et al.* 1998), що відкривається трьома лопатями, прикріпленими до центральної колонки (дорзивентрально) у *Iris*, та апікальними щілинами – у *Gladiolus* (БОБРОВ *и др.* 2009). Згідно з морфогенетичним підходом (БОБРОВ *и др.* 2009), для визначення типів плодів є важливою гістогенетична диференціація перикарпію. У родині Iridaceae таких досліджень ще не було проведено. Мета нашої роботи полягала у з'ясуванні гістологічної структури перикарпію у *Gladiolus imbricatus* L. (підродина Ixiodeae) та *Iris sibirica* L. (підродина Iridoideae). Для карпоботанічного аналізу ми використали термінологію щодо зональності стінки плоду ROTH *et al.* (1977).

### Матеріали і методи досліджень

Плоди *G. imbricatus* збирали в околицях с. Кострина Великоберезнянського району Закарпатської області (Ужанський НПП), плоди *I. sibirica* – в околицях с. Ролів Дрогобицького району Львівської області. Плоди фіксували фіксатором Чемберлена.

Препарати поперечних зрізів плодів завтовшки 30 мкм виготовляли згідно стандартної методики (БАРЬКИНА *и др.* 2004), зрізи фарбували гематоксиліном за Майером та сафраніном. Будову плодів вивчали за допомогою оптичного мікроскопа марки МБИ-3 та біокуляру МБС-10.

### Результати та їх обговорення

Коробочки *G. imbricatus* широко-обернутояйцеподібні, шкірясті, з тонкою стінкою. Довжина зрілої коробочки 20 мм, максимальна ширина 10 мм. Насінні зачатки розміщені дворядно в кожному гнізді зав'язі, звисають вниз. Товщина перикарпію близько 300 мкм. Екзокарпій одношаровий, утворений ізодіаметричними опуклими зовні клітинами шириною 80 мкм, їхні зовнішні тангентальні стінки потовщені до 10 мкм. Мезокарпій паренхімний, диференційований на дві зони. Клітини зовнішньої зони мезокарпію дрібні (до 30 мкм завдовжки), дещо тангентально витягнуті, розташовані у п'ять рядів і містять хлоропласти. Клітини внутрішньої зони мезокарпію крупні, неправильної форми, без хлоропластів, з помітними міжклітинниками, розміщені у п'ять рядів. Ендокарпій одношаровий, його клітини сильно витягнуті в тангентальному напрямку (їхні розміри 50×100-200 мкм), їхні внутрішні стінки

сильно потовщені (до 20 мкм) і здерев'янілі. В ділянці дорзальної жилки стінка зрілого, але ще нерозкритого плоду сильно звужена. Тут шари клітин екзокарпію та ендокарпію перериваються, а клітини мезокарпію сплюснені та розміщені щільно. При розкриванні коробочки дорзальна жилака розділяється поздовжньо навпіл.

Плід *I. sibirica* – продовгасто-овальна коробочка, тригранна на верхівці, без носика. Довжина коробочки 30 мм, діаметр – 7 мм. Насінні зачатки розміщені дворядно у кожному гнізді зав'язі, від основи до верхівки гнізда, не звисають. Товщина перикарпію близько 620 мкм. Екзокарпій утворений дрібними ізодіаметричними клітинами завширшки 30-50 мкм, з дещо потовщеними і плоскими ззовні оболонками, з продихами. Мезокарпій багат шаровий, слабо диференційований на дві зони. Клітини п'яти шарів зовнішньої зони розміщені щільно, дещо довші у тангентальному напрямку, за розмірами наближаються до клітин екзокарпію. Клітини внутрішньої зони майже вдвічі крупніші, розміщені у 10-11 рядів, з міжклітинниками. У мезокарпії наявні численні ідіобласти з таніноподібним вмістом, що забарвлюється сафраніном у червоний колір, розміром 140×210 мкм. Ендокарпій одношаровий, його клітини сильно тангентально витягнуті і сплюснені, не здерев'янілі, 60×100 мкм. Щілини розкривання вздовж дорзальної жилки у зрілому плоді непомітні.

### Висновки

Отже, за нашими даними, для *G. imbricatus* характерна коробочка *Lilium*-типу (із

здерев'янілим ендокарпієм), яка ефективно розкривається вздовж дорзальної жилки (щілини розкривання формуються протягом гістогенетичної диференціації оплодня). У той час як плід *I. sibirica* за анатомічною структурою оплодня відповідає коробочці *Galanthus*-типу (без механічної зони). Проте відсутність щілин розкривання у гістологічній структурі оплодня (плід розкривається лише на верхівці) та механічних шарів характеризує плід *I. sibirica* як коробочку з редукованим механізмом розкривання.

### Використані джерела

- БАРЬКИНА Р.П., ВЕСЕЛОВА Т.Д., ДЕВЯТОВ, А.Г., ДЖАЛИЛОВА Х.Х., ИЛЬИНА Г.М., ЧУВАТОВА Н.В. 2004.** Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Изд-во Моск. ун-та, Москва.
- БОБРОВ А.В., МЕЛИКЯН А.П., РОМАНОВ М.С. 2009.** Морфогенез плодов Magnoliophyta: 400. Либроком, Москва.
- КАДЕН Н.Н. 1965.** Типы плодов растений средней полосы европейской части СССР. Ботан. Журн. 50 (6): 775–787.
- НЕМИРОВИЧ-ДАНЧЕНКО Е.Н. 1985.** Сравнительная анатомия семян. Т. 1. Однодольные: 108–113. Наука, Ленинград.
- GOLDBLATT P., MANNING J.C., RUDALL P. 1998.** Iridaceae. In: KUBITZKI K. et al. (ed.), The families and genera of vascular plants. III. Flowering plants: Monocotyledons: Liliaceae (except Orchidaceae): 295–333. Springer.
- ROTH I., ZIMMERMANN W., CARLQUIST S., OZENDA P., WULFF H.D. (eds) 1977.** Fruits of angiosperms. Encyclopedia of plant anatomy. Bd. 10., T. 1: 675. G. Borntraeger, Berlin.

### ANATOMICAL STRUCTURE OF PERICARP IN *GLADIOLUS IMBRICATUS* L. AND *IRIS SIBIRICA* L. (IRIDACEAE)

CHRISTYNA SKRYPEC\* & ANASTASIYA ODINTSOVA\*\*

**Abstract.** The study of anatomical structure of pericarp in *Gladiolus imbricatus* reveals that this species has a capsule of *Lilium*-type, with effective mechanism of dehiscence. While *Iris sibirica* has a capsule of *Galanthus*-type with reduced mechanism of dehiscence.

**Key words:** *Gladiolus imbricatus*, *Iris sibirica*, fruit, pericarp structure



УДК 581.8

## МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЧАШЕЧКИ КВІТКИ ПРЕДСТАВНИКІВ ПІДСЕКЦІЇ *INVOLUCRATAE* (FOM.) FED. РОДУ *SAMRANULA* L. ФЛОРИ УКРАЇНИ

НАТАЛІЯ Г. ДРЕМЛЮГА

**Анотація.** Проведені дослідження морфологічних особливостей чашечки квітки шести представників підсекції *Involucratae* (Fom.) Fed. роду *Samranula* L. Встановлено спільні (дзвоникоподібна нерозсічена частина чашечки) та відмінні (форма лопатей чашечки та наявність чи відсутність на них шипиків) для всіх досліджених видів ознаки, які є діагностичними на рівні рядів.

**Ключові слова:** *Involucratae*, *Samranula*, морфологія, квітка, флора України

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, МСП-1, Київ, 01601, Україна; natalia.dremluga@bigmir.net

### Вступ

Морфологічні особливості чашечки квітки здавна використовувались в системі роду *Samranula* L. як діагностичні ознаки (DE CANDOLLE 1830; BOISSIER 1875), а також є важливими для карпологічного аналізу представників роду. Такі ознаки чашечки, як форма її цілісної частини, лопатей, співвідношення їх розмірів та особливості опушення вважаються суттєвими на рівні підсекцій (ВІСЮЛІНА 1961; ФЕДОРОВ 1951, 1978; ВИКТОРОВ 2002 та ін.).

В цій статті подано детальний аналіз морфологічних особливостей чашечки представників підсекції *Involucratae* (Fom.) Fed., уточнено їх діагностичну значущість та виявлено низку ознак, діагностичних на рівні рядів.

### Матеріали і методи досліджень

Для дослідження був використаний гербарний матеріал, зібраний нами під час експедиційних виїздів у 2007-2010 роках, а також зразки з гербаріїв KW, LE, KWHA, LWKS, LW, LWS, UU, CHER. Для окремих

видів опрацьовували матеріал, відібраний з різних точок ареалу. Дослідження проводились із застосуванням стандартної мікроскопічної техніки (бінокуляр МБС-9). Описи проводились з використанням загальноприйнятої термінології (АРТЮШЕНКО і ФЕДОРОВ 1986; ЗИМАН та ін. 2012).

### Результати та їх обговорення

На території України підсекція представлена шістьма видами та двома підвидами, які належать до двох рядів: ряду *Glomeratae* Charadze (*S. glomerata* L. (subsp. *glomerata* та subsp. *elliptica* (Kit. ex Schult.) Kirschl.), *S. farinosa* Andr. ex Besser, *S. polessica* Wissjul., *S. pulchra* Wissjul., *S. subcapitata* M. Pop.) та ряду *Cervicariae* Fed. (*S. cervicaria* L., *S. macrostachya* L.).

У результаті порівняльно-морфологічного дослідження представників підсекції (Табл. 1; Табл. 2) встановлено, що чашечка у них 6,90-15,90 мм завдовжки, з дзвоникоподібною (широкодзвоникоподібною у *S. polessica* та *S. cervicaria* або вузькодзвоникоподібною – у решти видів) цілісною частиною розмірами 2,72-5,38×2,36-3,89 мм, ланцетними у

**Табл. 1.** Морфометричні ознаки чашечки у видів *Campanula* підсекції *Involucratae*.**Table 1.** Morphometric parameters of the calyx of *Campanula* subsect. *Involucratae*.

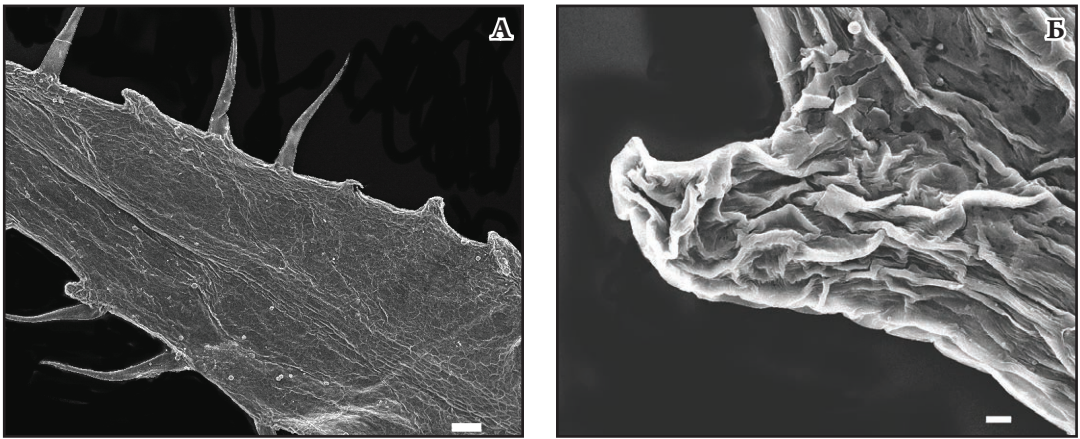
Види	Середні значення ознак					
	Чашечка, мм					Співвідношення довжини лопатей і цілісної частини
	цілісна частина		лопаті		загальна довжина	
довжина	ширина	довжина	ширина (біля основи)			
<i>Ser. Glomeratae</i>						
<i>C. glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i>	4,34	3,16	7,96	2,14	12,30	1,80
<i>C. glomerata</i> subsp. <i>elliptica</i>	5,38	3,89	10,52	2,80	15,90	1,92
<i>C. pulchra</i>	5,23	3,86	10,43	2,89	15,66	1,96
<i>C. farinosa</i>	3,74	2,91	5,98	1,92	9,72	1,60
<i>C. polessica</i>	2,76	2,36	6,23	2,18	8,99	2,25
<i>C. subcapitata</i>	3,98	3,16	10,76	2,57	14,74	2,70
<i>Ser. Cervicariae</i>						
<i>C. macrostachya</i>	4,43	2,74	5,10	2,01	9,53	1,15
<i>C. cervicaria</i>	2,72	2,77	4,18	1,94	6,90	1,54

**Табл. 2.** Якісні ознаки чашечки у видів *Campanula* підсекції *Involucratae*.**Table 2.** Qualitative parameters of the calyx of *Campanula* subsect. *Involucratae*.

Види	Ознаки		
	Цілісна частина	Лопаті	Шипики на лопатях
<i>Ser. Glomeratae</i>			
<i>C. glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i>	вужькодзвоникоподібна	трикутні	короткі
<i>C. glomerata</i> subsp. <i>elliptica</i>	«	«	«
<i>C. pulchra</i>	«	«	«
<i>C. farinosa</i>	«	«	«
<i>C. polessica</i>	широкодзвоникоподібна	«	«
<i>C. subcapitata</i>	вужькодзвоникоподібна	«	довгі
<i>Ser. Cervicariae</i>			
<i>C. macrostachya</i>	«	ланцетні	відсутні
<i>C. cervicaria</i>	широкодзвоникоподібна	«	«

*C. cervicaria* та *C. macrostachya* й трикутними у решти видів лопатями розмірами 4,18-10,76×1,92-2,80 мм, коротшими за цілісну частину чашечки (співвідношення їх довжини 0,37-0,87). Нами було відмічено більш довгі та широкі біля своєї основи лопаті

у *C. glomerata* subsp. *elliptica* (10,52×32,80 мм) та *C. pulchra* (10,43×2,89 мм), проти коротких та вужьких – у *C. cervicaria* (5,10×2,01 мм) і *C. macrostachya* (4,18×1,94 мм). У більшості видів підсекції при основі лопатей наявні шипики (Рис. 1), короткі – у *C. farinosa*,



**Рис. 1.** Шипики по краю лопатей чашечки у *Campanula glomerata* subsp. *elliptica*: **А** – фрагмент лопаті з шипиками; **Б**– шипик.

**Fig. 1.** Spinelets on the edge of calyx lobes in *Campanula glomerata* subsp. *elliptica*: **A** – fragment of the lobe with spinelets; **B**– spinelet.

*C. glomerata* subsp. *glomerata* та subsp. *elliptica*, *C. polessica*, *C. pulchra*, а довгі – лише у *C. subcapitata*. Тим часом у *C. cervicaria* і *C. macrostachya* такі шипики відсутні.

На нашу думку, такі морфологічні ознаки квітки, як ланцетні лопаті чашечки та відсутність на них шипиків у рослин *C. cervicaria* і *C. macrostachya* – проти трикутних лопатей чашечки з короткими або довгими шипиками є суттєвими діагностичними на рівні рядів. Серед морфометричних показників, додатковими ознаками на рівні рядів є співвідношення довжини цілісної частини чашечки до її загальної довжини (0,84-1,30 у представників ряду *Glomeratae* проти 1,98-2,11 – ряду *Cervicariae*).

### Висновки

У результаті порівняльно-морфологічного аналізу представників підсекції *Involucratae* підтверджено, що спільними для всіх досліджених видів є дзвоникоподібна нерозсічена частина чашечки. Встановлено, що діагностичними ознаками на рівні рядів є форма лопатей чашечки та наявність чи відсутність на них шипиків.

### Використані джерела

- АРТЮШЕНКО З.Т., ФЕДОРОВ А.А. 1986.** Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Наука, Лен. отд., Ленинград.
- ВИКТОРОВ В.П. 2002.** Таксономический конспект рода *Campanula* L. (Campanulaceae) России и сопредельных государств. *Нов. системат. высш. раст.* 34: 197–234.
- ВИСЮЛІНА О.Д. 1961.** Родина Дзвоникові – Campanulaceae Juss. У кн.: Котов М.І. (ред.), Флора УРСР. Т. X: 401–435. Вид-во АН УРСР, Київ.
- ЗИМАН С. М., МОСЯКІН С.Л., ГРОДИНСЬКИЙ Д.М., БУЛАХ О.В., ДРЕМЛЯЮГА Н.Г. 2012.** Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Навчально-методичний посібник. Фітосоціоцентр, Київ.
- ФЕДОРОВ А.А. 1957.** Сем. Campanulaceae Juss. В кн.: Комаров В.Л., Шишкин Б.К., Бобров Е.Г. (ред.), Флора СССР. Т. 24: 126–450. Изд-во АН СССР, Москва – Ленинград.
- ФЕДОРОВ А.А. 1978.** Сем. Campanulaceae Juss. В кн.: Федоров А.А. (ред.), Флора Европейской части СССР. Т. 3: 213–239. Наука, Ленинград.
- BOISSIER E. 1875.** Flora Orientalis. Vol. 3. Genevae et Basiliae.
- DE CANDOLLE A. 1830.** Monographie des Campanulees. Paris.

**MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF CALYX IN SPECIES FROM *CAMPANULA* L. SUBSECTION  
*INVOLUCRATAE* (FOM.) FED. IN FLORA OF UKRAINE**

NATALIA G. DREMLIUGA

**Abstract.** The calyx morphological peculiarities of six species from subsection *Involucratae* (Fom.) Fed. of the genus *Campanula* L. from Ukrainian flora were studied. The common (campanulate calyx) and peculiar (triangular or lanceolate calyx lobes, and presence or absence of small thorns on them) characters have been revealed. The peculiar features could be applied as additional diagnostic on the level of series.

**Key words:** *Involucratae*, *Campanula*, morphology, calyx, flora of Ukraine

*M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine, Tereshenkiivska str. 2, 01601 Kyiv, Ukraine; natalia.dremluga@bigmir.net*





УДК 582.998

## УЛЬТРАСТРУКТУРА ПЛОДІВ ВИДІВ СЕКЦІЙ *PRAEALTINA* (*GREMLI*) *SCHLJAK*. ТА *ECHININA* (*NÄEG. ET PETER*) *SCHLJAK* РОДУ *PILOSELLA* *VAILL.* ФЛОРИ КРИМУ

ВАЛЕРІЯ С. ПАВЛЕНКО-БАРИШЕВА

**Анотація.** Вперше досліджено ультраструктуру поверхні плодів видів секцій *Praealtina* (*Greml*) *Schljak*. та *Echinina* (*Näeg. et Peter*) *Schljak* роду *Pilosella* флори Криму. Встановлено спільні для досліджених видів (кількість ребер та дзьобоподібні горбики на їх верхівках, витягнуті клітини екзокарпію, на апікальному кінці яких знаходяться шилоподібні вирости, зморшкуватий рельєф цих клітин, а також наявність мікропапіл) та відмінні ознаки. Останні ми пропонуємо використовувати як діагностичні на рівні секцій.

**Ключові слова:** *Pilosella*, *Praealtina*, *Echinina*, флора Крима, СЕМ, ультраструктура поверхні плодів

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; [1zlaya@mail.ru](mailto:1zlaya@mail.ru)

### Вступ

На сьогоднішній день у систематиці все частіше використовуються карпологічні ознаки. Дослідження, проведені на багатьох об'єктах, підтверджують думку, щодо можливості використання цих ознак як додаткових діагностичних при визначенні секцій та видів (*Sulaiman* 1995; *Johnson et al.* 2004; *Ольшанський* 2009; *Перегрим і Вакулєнко* 2009). При вивченні плодів родини *Asteraceae* *Bercht. et J. Presl* основними ознаками, на які звертають увагу дослідники є: характеристика скульптури поверхні плоду, зовнішній вигляд носію сім'янки, наявність ребер, форма та розміри клітин екзокарпію, а також наявність на них виростів та інших структур (*Schneider & Boldrini* 2011; *Снекар et al.* 2011; *Wędnor & Podsiadlik* 2013). Дослідження скульптури поверхні сім'янок видів роду *Pilosella* *Vaill.* проводилося в межах загальних досліджень плодів триби *Hieraciinae* *Dum.* (*Сенников и Илларионова* 2001). Так, в результаті анатомічних та морфологічних досліджень було виявлено значну різноманітність як форм, так і анатомічної

будови плодів. Найбільш значними ознаками є кількість та характеристика ребер. Результати дослідження скульптури поверхні сім'янок видів роду *Pilosella* дали змогу підтвердити доцільність розмежування його на секції. Основними ознаками при дослідженні були наявність та довжина виростів клітин, а також наявність та кількість мікропапіл. Так як в ході дослідження плодів триби *Hieraciinae* для дослідження ознак секцій були узяті по одному представнику із кожної, то існує нагальна потреба у дослідженні секцій в повному об'ємі.

На території Криму за останніми зведеннями (*Ена* 2012; *Euro+Med* 2013) трапляється один вид секції *Praealtina* (*Greml*) *Schljak*. та два види секції *Echinina* (*Näeg. et Peter*) *Schljak*. роду *Pilosella*.

### Матеріали і методи досліджень

Для дослідження особливостей поверхні плодів секцій *Praealtina*, *Echinina* роду *Pilosella* флори Криму використовувалися матеріали, зібрані нами у 2011-2012 роках, а також матеріали гербаріїв Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного (KW) та Нікітського

ботанічного саду – Національного наукового центру НААН України (YALT). Зразки фіксували на латунному столику і напиляли тонким шаром золота у вакуумній камері, після чого дослідження проводили використовуючи скануючий мікроскоп SEM JSM-6060 LA. Описи проводились з використанням загальноприйнятої термінології (BARTHLOTT 1981; Сенников и Илларионова 2001). У своїй роботі ми аналізували наступні параметри: розміри та колір плоду; форма клітин екзокарпію; положення антиклінальної стінки клітин екзокарпію відносно периклінальної; наявність та кількість мікропапіл; рельєф поверхні плоду; характеристика виростів клітин екзокарпію.

Досліджені зразки:

***P. bauhini* (Schult.) Arv.-Touv.:**

*P. glaucescens* (Bess.) Sojak Между Гвардейским и Высоким, 28.05.2012 (KW);

*P. cumantha* (N.P.) Schljak За переездом, ст. ж/д Остряково, 28.05.2012 (KW);

***P. echioides* (Lumn.) Schultz et Sch.**

**Bip.:** *H. asiatica* (N. P.) Juxip Крым, Симферопольский р-н, сев. склон г. Чатырдаг, Крымский заповедник, 10.07.1956 (KW);

*P. echioides* (Lumn.) Schultz et Sch. Bip. Крым, Ятинский заповедник, Ливадийское л-во, Ай-Петринская яйла, формація ососки низкой, 24.07.1974 (KW); Ай-Петринская яйла на каменистом месте участка 1909 г. при метеостанции. 12.07.1913 (YALT);

*P. malacotricha* (N. P.) Schljak Крым, Карадаг 19.07.2003 (KW);

***P. procera* (Fr.) Schultz et Sch. Bip**

Ленінський р-н, західні околиці с. Завадское, степ вздовж кліфи Азовського моря у напрямку на с. Каляянське, спорадично, 30.05.2011 (KW).

### Результати та їх обговорення

Сім'янка циліндрична, розмірами 1,3-2,5 мм. Для всіх видів характерна ребриста поверхня із десятьма ребрами. Вони округлі, чіткі. Наявні придатки – щетинисті трихоми, зібрані на верхівці у

одне коло, і формують паппус. Його довжина 3,6-5,8 мм. Носик (Рис. 1 А) представлений підковоподібним потовщеним валиком із колоподібним рубчиком всередині. В основу підковоподібного валика входять три ребра плоду. Верхівка сім'янки має кільцеподібний валик із дзьобоподібними горбиками, кількість яких дорівнює числу ребер насінини (Рис. 1 Б). Рельєф поверхні плоду утворений витягнутими вздовж осі сім'янки клітинами. У всіх досліджених видів *Pilosella* клітини екзокарпію мають конусоподібно-загострений виріст, що під гострим кутом напрямлений до верхівки сім'янки. Розміри цього виросту не перебільшують  $\frac{1}{4}$  загального розміру клітини. Слід зазначити, що розміри цих виростів на ребрах менші ніж на міжреберній ділянці. Вторинний рельєф утворений кулеподібними виростами та зморшками кутикули, які виражені в тій чи іншій мірі.

### Секція *Praealtina*

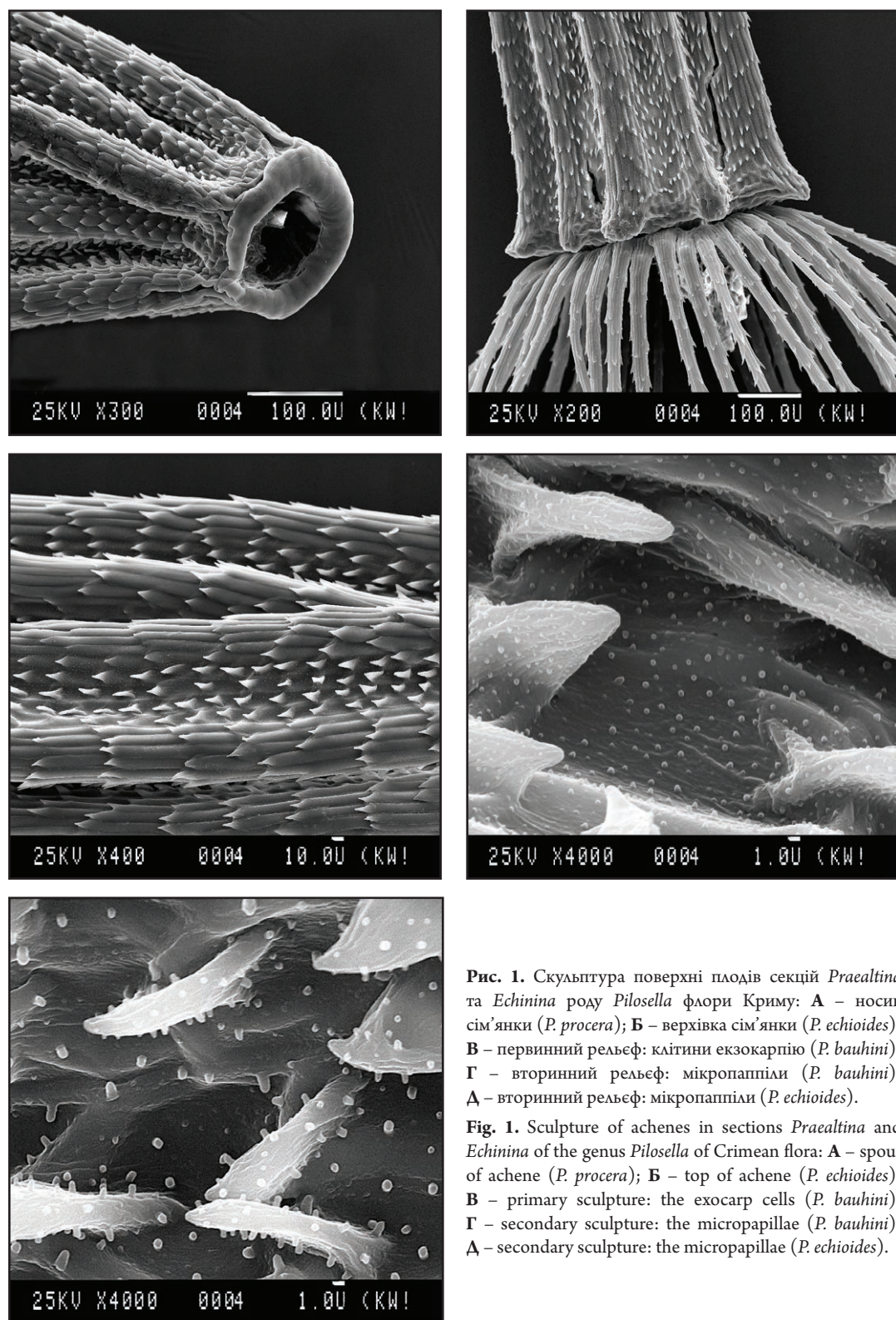
#### ***Pilosella bauhini* (Schult.) Arv.-Touv.**

Плід 1,3-1,6 мм завдовжки, коричневий до темно-коричневого кольору. Поверхня клітин – зморшкувата. На ребрах сім'янки антиклінальні стінки клітин екзокарпію дещо виступають над периклінальними, у міжреберних ділянках вони знаходяться на одному рівні (Рис. 1 В). На дистальній антиклінальній стінці клітин містяться папіли, розміри яких не перебільшують  $\frac{1}{2}$  загального розміру клітини. Розміри папіл на ребрах менші порівняно з такими у міжреберній ділянці. Клітини екзокарпію на ребрах розміщуються рядами, формуючи ряди загострених папіл. На кутикулі наявні мікропапіли, що більш-менш рівномірно розміщуються по всій поверхні клітин екзокарпію, проте на виростах клітин їх кількість дещо менша.

### Секція *Echinina*

#### ***Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz et Sch. Bip.**

Плід 1,5-1,8 мм завдовжки, чорний до темно-коричневого. Поверхня клітин – зморшкувата. На ребрах антиклінальні



**Рис. 1.** Скульптура поверхні плодів секцій *Praealtina* та *Echinina* роду *Pilosella* флори Криму: А – носик сім'янки (*P. procera*); Б – верхівка сім'янки (*P. echioides*); В – первинний рельєф: клітини екзокарпію (*P. bauhini*); Г – вторинний рельєф: мікропапіли (*P. bauhini*); Д – вторинний рельєф: мікропапіли (*P. echioides*).

**Fig. 1.** Sculpture of achenes in sections *Praealtina* and *Echinina* of the genus *Pilosella* of Crimean flora: А – spout of achene (*P. procera*); Б – top of achene (*P. echioides*); В – primary sculpture: the exocarp cells (*P. bauhini*); Г – secondary sculpture: the micropapillae (*P. bauhini*); Д – secondary sculpture: the micropapillae (*P. echioides*).

стілки клітин екзокарпію дещо виступають над периклінальними. На дистальній антиклінальній стінці клітин екзокарпію наявні папіли, що під гострим кутом напрямлені до верхівки сім'янки. Розміри папіл не перебільшують  $\frac{1}{3}$  загального розміру клітини. Розміри папіл на ребрах та у міжреберних ділянках не відрізняються. Клітини екзокарпію на ребрах розміщуються рядами, утворюючи в свою чергу ряди загострених виростів. Мікропапіл багато, вони розміщуються по всій поверхні клітин екзокарпію.

### *Pilosella procera* (Fr.) F.W. Schultz et Sch. Bip.

Плід 2,0-2,5 мм завдовжки, чорний, до темно-коричневого. Поверхня клітин – зморшкувата. На ребрах антиклінальній стінці клітин екзокарпію дещо виступають над периклінальними. На дистальній антиклінальній стінці клітин наявні папіли, що під гострим кутом напрямлені до верхівки сім'янки. Розміри папіл, як і у попереднього виду, не перебільшують  $\frac{1}{3}$  загального розміру клітини. Клітини екзокарпію на ребрах розміщуються рядами, утворюючи в свою чергу ряди загострених виростів. Мікропапіл багато (Рис. 1 Д), вони розміщуються по всій поверхні клітин екзокарпію.

### Висновки

У результаті порівняльного аналізу скульптури поверхні плодів видів секцій *Praealtina* та *Echinina* роду *Pilosella* флори Криму було виявлено, що вони характеризуються відносно невеликими розмірами, однаковою кількістю ребер (10) та дзюбоподібними відростками на верхівках, прозенхімними клітинами екзокарпію, на апікальному кінці яких знаходяться папіли, зморшкуватим рельєфом цих клітин, а також наявністю мікропапіл, що спостерігаються по всій поверхні екзокарпію.

Види секції *Praealtina* характеризується найменшою довжиною сім'янок та їх коричневим кольором, меншою кількістю мікропапіл на папіл на клітинах екзокарпію

і меншими розмірами виростів клітин ребер у порівнянні із виростами клітин міжреберних ділянок.

Секція *Echinina* роду *Pilosella* флори Криму характеризується більшими розмірами сім'янок і чорним кольором плодів, а також великою кількістю мікропапіл на поверхні екзокарпію. Вирости клітин міжреберних ділянок та ребер за розмірами не відрізняються. Чітко досліджені види розрізняються один від одного за розміром плодів (у *P. echinoides* – 1,6-1,8 мм, а у *P. procera* – 2,0-2,5 мм).

### Використані джерела

- ЕНА А.В.** 2012. Природная флора Крымского полуострова. Новая Орианда, Симферополь.
- ОЛЬШАНСЬКИЙ І.Г.** 2009. Морфологічна будова та ультраструктура поверхні насінин видів родини Juncaceae Juss. флори України. *Укр. ботан. журн.* **66**: 179–189.
- ПЕРЕГРИМ О.М., ВАКУЛЕНКО Т.Б.** 2009. Анатомічна будова та ультраструктура поверхні насінин видів роду *Euphrasia* L. (Orobanchaceae) флори України. *Укр. ботан. журн.* **66**: 111–117.
- СЕННИКОВ А.Н., ИЛЛАРИОНОВА И.Д.** 2001. Морфологическое и анатомическое строение семян видов рода *Hieracium* (Asteraceae) и близких родов. *Ботан. журн.* **86**: 37–59.
- BARTHLOTT W.** 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nord. J. Bot.* **1**: 345–354.
- BEDNORZ L., PODSIEDLIK M.** 2013. A study on achene macro- and micromorphological characters of polish species of the *Senecio jacobaea* group. *Acta Agrobot.* **66**: 13–20.
- EURO+MED** 2013. The information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Dipartimento di Scienze Ambientali e Biodiversità ed Orto botanico, Università degli Studi di Palermo. <http://www.emplantbase.org/home.html>.
- JOHNSON L.A., HUISEH K.H., PORTERY J.M.** 2004. Seed surface sculpturing and its systematic significance in *Gilia* (Polemoniaceae) and segregate genera. *Int. J. Plant Sci.* **165**: 153–172.
- SCHNEIDER A.A., BOLDRINI I.I.** 2011. Microsculpture of cypselae surface of *Baccharis* sect. *Caulopterae* (Asteraceae) from Brazil. *An. Jard. Bot. Madrid.* **68**: 107–116.
- SHEKHAR S., PANDEY A.K., ANDERBERG A.A.** 2011. Cypselae morphology and anatomy in some genera formerly placed in *Inula* (Asteraceae: Inuleae – Inulinae). *Rheedea* **21**: 13–22.
- SULAIMAN I.M.** 1995. Scanning electron microscopic studied seed coat patterns of five endangered Himalayan species of *Meconopsis* (Papaveraceae). *Ann. Bot.* **76**: 323–326.

THE FRUIT ULTRASTRUCTURE OF THE SPECIES FROM SECTIONS *PRAEALTINA* (GREMLI) SCHLJAK. AND *ECHININA* (NÄEG. ET PETER) SCHLJAK OF THE GENUS *PILOSELLA* VAILL. IN CRIMEAN FLORA

VALERY S. PAVLENKO-BARYSHEVA

**Abstract.** At the first time the ultrastructure of achenes at sections *Echinina* and *Praealtina* of the genus *Pilosella* of Crimean flora is investigated. Common and demarcation features for studied species, as well as specific features for each section are found.

**Key words:** *Pilosella*, *Praealtina*, *Echinina*, Crimean flora, SEM, ultrastructure of achenes

*M.G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine, Tereschenkivska str. 2, 01601 Kyiv, Ukraine; Izlaya@mail.ru*





УДК 581.44:582.852

## МОРФОЛОГІЯ ПРЕДСТАВНИКІВ ТРИБИ CORONILLEAE (ADANS.) BOISS. (FABACEAE) ФЛОРИ УКРАЇНИ НА РАННІХ СТАДІЯХ ОНТОГЕНЕЗУ

НАТАЛІЯ КАРПЕНКО \* і Владислава Баданіна

**Анотація.** Проведені порівняльні дослідження особливостей морфології 15 видів рослин триби Coronilleae (Adans.) Boiss. (Fabaceae) на ранніх стадіях їхнього онтогенезу. Наведено морфологічні описи молодих рослин всіх вивчених видів. Показана доцільність певних таксономічних змін, зокрема, перенесення *Coronilla emeroïdes* Boiss. et Sprun. до роду *Hippocrepis* L., а *Coronilla varia* L., *C. cretica* L. та *C. elegans* Panč. до роду *Securigera* DC.

**Ключові слова:** Coronilleae, морфологія, онтогенез, таксономія

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально-науковий центр "Інститут біології", кафедра ботаніки, пр. академіка Глушкова 2, м. Київ, 03022, Україна; \* 5635688@rambler.ru

### Вступ

Вивчення життєвих форм квіткових рослин має велике значення для систематики і філогенії. Результати біоморфологічних досліджень широко використовуються для порівняння і розмежування таксонів різного рангу, оскільки більшість параметрів біоморфоструктури є діагностичними на рівні родів, секцій, а іноді й видів, а також придатні для виявлення філогенетичної спорідненості між групами рослин. У працях різних авторів (Васильченко 1979; Duke & Polhill 1981) міститься чимало переконливих фактів, що підтверджують цінність досліджень морфологічних особливостей рослин на ранніх етапах їхнього онтогенезу для уточнення систематичного положення видів, а також для вирішення питань філогенетичної систематики квіткових рослин та еволюції у цілому.

Метою дослідження було з'ясувати морфологічні особливості 15 видів рослин триби Coronilleae у ранніх вікових станах, отриманих *ex situ*, та виявити відмінності між ними для уточнення їхнього систематичного положення.

### Матеріали і методи досліджень

Для пророщування було використано зразки насіння, отримані з ботанічних установ Європи та зібрані у місцях природного зростання на території України, а саме: *Coronilla emeroïdes* Boiss. et Sprun. №11 – Україна, АР Крим, с. Малий Маяк; *C. valentina* L. (цей вид не є представником флори України, але прийнятий (Mosyakin & Fedoronchuk 1999; Lassen 1989) як типовий для роду *Coronilla* замість *C. varia* L.), №31 – Італія, ботанічний сад університету м. Генуя; *C. coronata* L. – Україна, Тернопільська обл., с. Гутисько; *C. scorpioides* (L.) Koch. – Україна, АР Крим, Нікітський ботанічний сад; *C. cretica* L. – Україна, АР Крим, Нікітський ботанічний сад; *C. varia* L. – Україна, АР Крим, с. Малий Маяк; *C. elegans* Panč. – Німеччина, ботанічний сад університету м. Єна; *Hippocrepis comosa* L. – Україна, Тернопільська обл., с. Гутисько; *H. biflora* Spreng. – Україна, АР Крим, Нікітський ботанічний сад; *H. ciliata* Willd. – Німеччина, ботанічний сад університету м. Гутенберг; *Securigera securidaca* (L.) Degen et Döerfl. – Україна, АР Крим, м. Партеніт;

*S. parviflora* (Willd.) Lassen – Данія, ботанічний сад м. Копенгаген; *Ornithopus sativus* Brot. – Данія, ботанічний сад університету м. Копенгаген; *O. perpusillus* L. – Франція, Ботанічний сад м. Нант; *Scorpiurus muricatus* L. – Франція, Ботанічний сад університету м. Бордо.

Дослідження молодих рослин проводили за загальноприйнятою програмою вивчення життєвих форм (Смирнова *и др.* 1976). Вивчали форму сім'ядолей та перших листків проростків, форму та кількість листочків на рахісі, розміри епикотіля, гіпокотіля, наявність та відносну довжину черешка листка, наявність опушення та забарвлення. Назви видів уточнено згідно систематичного зведення Мосякіна і Федорончука (Mosyakin & Fedoronchuk 1999), при цьому *Hippocrepis unisiliquosa* L. наведено як *H. biflora*, а *Coronilla rostrata* Boiss. et Sprun. – як *Securigera parviflora*.

Віковий стан “проростки” для багаторічних рослин визначали за методикою Т.А. Работнова (1950) та А.А. Уранова (1967), доповненою іншими дослідниками (Смирнова *и др.* 1976; Жукова 1983; Заугольнова *и др.* 1988). При цьому ознаками проростка були: змішане живлення (за рахунок речовин насінини та власної асиміляції перших листків), наявність морфологічного зв'язку з насінною або сім'ядолями, наявність таких зародкових структур як сім'ядолі, перший (зародковий) корінець та пагін. Щодо визначення вікового стану “проростки” одно- та дворічних рослин, ми приймаємо, що стан проростків визначається з моменту появи сім'ядолей до їх відмирання лише в тому випадку, коли сім'ядолі зберігаються на рослині кілька тижнів, і тільки після їх відмирання та опадання відбуваються помітні зміни структури надземних та підземних органів. Якщо ж сім'ядолі зберігаються протягом більш тривалого проміжку часу, наприклад, більше місяця, і при цьому відбуваються помітні зміни структури надземних і підземних органів, тоді проростками можна назвати ті особини, які мають лише сім'ядолі (до появи перших справжніх листків).

Виходячи з цього, молоді особини багаторічних видів (*Coronilla coronata*, *C. valentina*, *C. emeroides*, *C. varia*, *C. elegans*, *Hippocrepis comosa*) із сім'ядолями та двома справжніми листками ми розглядали як проростки, тоді як у одно- або дворічних (*Coronilla scorpioides*, *C. cretica*, *Hippocrepis biflora*, *H. ciliata*, *Ornithopus sativus*, *O. perpusillus*, *Securigera securidaca*, *S. parviflora*, *Scorpiurus muricatus*) проростками вважали особини, які мають лише сім'ядолі, ювенільними – з одним справжнім листком (або двома, якщо вони не відрізнялися морфологічно) та іматурними – з двома справжніми листками (якщо перший і другий листок відрізнялися морфологічно).

### Результати та їх обговорення

#### Морфологія представників роду *Coronilla* L. на ранніх стадіях онтогенезу

***Coronilla coronata*.** Проростки зелені, із сизуватим відтінком. Сім'ядолі обернено-яйцеподібні, при основі поступово звужені у короткий черешок. Жилка помітна з нижнього боку листка, не досягає верхівки пластинки. Гіпокотиль зелений, з рожевуватим відтінком. Епикотиль добре виражений, із сизувато-рожевим відтінком. Перший листок простий, м'ясистий, округло-яйцеподібний, на верхівці з глибокою тупою виїмкою, з коротким черешком. Другий листок подібної форми, також черешковий.

***C. scorpioides*.** Проростки зелені, із сизуватим відтінком. Сім'ядолі, на відміну від попереднього виду, видовжено-обернено-яйцеподібні, при основі поступово звужені у короткий черешок. Гіпокотиль рожевий, із сизуватим відтінком, епикотиль зелений. Епикотиль приблизно в 2,5 рази коротший за епикотиль *C. coronata*. Перший листок ювенільних рослин простий, м'ясистий, обернено-яйцеподібний, до основи поступово звужений, але сидячий. Другий листок такої ж форми.

***C. valentina*.** Проростки зелені, із сизуватим відтінком. Сім'ядолі обернено-яйцеподібні, при основі звужені у короткий черешок. Гіпокотиль рожевий,



із сизуватим відтінком. Епікотиль добре виражений, сизувато-зелений. Перший листок трійчастий, черешковий, листочки на коротеньких черешечках. Нижні листочки обернено-яйцеподібні, до основи звужені, асиметричні, верхній – у 1,5 рази крупніший, обернено-серцеподібний, симетричний. Жилка доходить до верхівки листових пластинок і коротко виступає. Другий листок трійчасто-складний.

**C. emeroides.** Проростки мають зелене забарвлення. Сім'ядолі за формою овально видовжені, з добре вираженими черешками. Сім'ядольна жилка не виражена. Гіпокотиль зелений, зрідка з антоціановим забарвленням. Епікотиль добре виражений, майже вдвічі довший, ніж у *C. valentina*, зелений, опушений білуватими волосками. Перший листок трійчастий, черешковий. Нижні листочки обернено-яйцеподібні, до основи звужені, черешкові; пластинки та черешки при основі розсіяно опушені простими, довгими, притиснутими, білуватими волосками. Верхній листочок крупніший, широко-обернено-яйцевидний, до основи поступово звужений, на верхівці виїмчастий, з поодинокими волосками. Жилка доходить до верхівки, не випукла, слабо виділяється. Черешок середнього розміру, з малою кількістю волосків. Перші справжні листки при недостатці світла складаються.

**C. varia.** Проростки мають зелене забарвлення. Сім'ядолі обернено-яйцеподібні, при основі звужені в короткий черешок. Гіпокотиль, черешки і черешечки з червонуватим відтінком. Епікотиль відсутній. Перший листок трійчастий, на довгому черешку; листочки від обернено-яйцеподібних до обернено-трикутних, однакові за розміром, на коротких червонуватих черешечках. Другий листок подібної форми. Черешок жолобкоподібний. Перші справжні листки при недостатці світла складаються.

**C. elegans.** Проростки мають зелене забарвлення. Сім'ядолі обернено-яйцеподібні, при основі звужені в черешок. Жилка виступає на абаксіальному боці, до верхівки не доходить. Короткий епікотиль

і середньої довжини черешки мають антоціанове забарвлення. Гіпокотиль зелений. Перший листок трійчастий. Листочки обернено-серцеподібні, з добре вираженим жилкуванням, на коротеньких зелених черешечках. Жилка виступає на абаксіальному боці, доходить до верхівки. Другий листок теж трійчастий. Перші справжні листки при недостатці світла складаються.

**C. cretica.** Проростки із зеленим забарвленням. Сім'ядолі видовжено-обернено-яйцеподібні, поступово звужені у черешок. Гіпокотиль, черешки та черешечки з антоціановим забарвленням. Епікотиль відсутній. Перший листок ювенільних рослин трійчастий, на довгому жолобкоподібному черешку. Листочки широкі, округло-обернено-трикутні, з клиноподібною основою, на верхівці виїмчасті, на черешечках. На верхньому боці листочків по центру над жилкою є світла смуга. Жилка широка, випукла на абаксіальному боці, доходить до верхівки. Черешечки поперечно зморшкуваті, опушені простими, короткими, нечисленними волосками, які іноді трапляються також на черешку. Другий листок іматурних рослин непарноперистий, складається з п'яти листочків, на коротких черешечках, з виступаючими жилками. Перші справжні листки при недостатці світла складаються.

Таким чином, дослідження морфологічних особливостей представників роду *Coronilla* у ранніх вікових станах показало, що забарвлення проростків в усіх досліджених видів зелене, рідше – із сизуватим відтінком. Форма сім'ядолей варіює від лопатоподібних до видовжено-обернено-яйцеподібних та овально видовжених, при основі звужених у черешок. Варіює й форма першого листка проростків та ювенільних рослин у межах роду: є види з простим (*C. coronata*, *C. scorpioides*) і трійчастим (*C. cretica*, *C. varia*, *C. elegans*, *C. emeroides*, *C. valentina*) першим листком. Епікотиль в одних видів (*C. elegans*, *C. emeroides*, *C. coronata*, *C. scorpioides*, *C. valentina*) виражений, а в інших (*C. cretica*, *C. varia*) – відсутній. У більшості видів

перші справжні листки при недостатці світла складаються (крім *C. coronata*, *C. scorpioides* та *C. valentina*). У межах даного роду можна виділити чотири групи видів, що відрізняються за морфологічними ознаками.

До першої групи відносяться види, проростки та ювенільні рослини яких не опушені, мають сизувате забарвлення, рожевий гіпокотиль, епікотиль та м'ясисті листки (*C. coronata*, *C. scorpioides* та *C. valentina*). Перші справжні листки при недостатці світла не складаються. До другої групи належать види, в яких відсутній епікотиль, а перші листки трійчасті і на довгих черешках (*C. varia*, у якого другий листок трійчастий та *C. cretica*, де другий листок складається із п'яти часточок). До третьої групи відноситься *C. elegans*, проростки якого мають короткий епікотиль, середньої довжини черешки та крупні трійчасті листки, які за формою листочків (обернено-серцевидною) та добре вираженим жилкуванням відрізняються від решти видів роду. В четвертій групі – *C. emeroides*, що характеризується найвужчими сім'ядолями серед інших видів роду – овално видовженими, довгим епікотилем, черешком середнього розміру та наявністю простих довгих волосків на епікотилі, черешках та листочках. Крім того, перші два листки проростків є трійчастими, з крупнішою верхньою часточкою.

Водночас виявлено ряд ознак, які дають змогу розрізняти окремі види у межах цих груп. Так, за довжиною епікотиля, формою перших листків та наявністю або відсутністю черешка розрізняються *C. valentina*, *C. coronata* та *C. scorpioides*, а за наявністю простих коротких волосків на черешку та черешечках першого листка *C. cretica* відрізняється від *C. varia*.

### **Морфологія представників роду *Hippocrepis* L. на ранніх стадіях онтогенезу**

*H. comosa*. Проростки мають зелене забарвлення. Сім'ядолі сидячі, видовжено-еліптичні. Гіпокотиль короткий, рожевий. Епікотиль відсутній. Перший листок трійчастий, довгочерешковий. Листочки

на коротких черешечках; нижні – дещо асиметричні, обернено-яйцеподібні, при основі звужені, верхній – крупніший, обернено-серцеподібний, при основі клиноподібний. Жилка з абаксіального боку та краї листочків коротко опушені простими волосками. Черешечки без антоціанового забарвлення. Другий листок теж трійчастий. Перші справжні листки при недостатці світла складаються.

*H. biflora*. Проростки мають зелене забарвлення. Сім'ядолі сидячі, лінійні, з жолобком на адаксіальному боці. Гіпокотиль рожевий. Епікотиль відсутній. Перший листок ювенільних рослин трійчастий, довгочерешковий. Черешок тоненький, жолобкоподібний, рідко опушений довгими волосками. Листочки на коротеньких світло-зелених черешечках; нижні – округлі, дещо асиметричні, верхній – крупніший, симетричний, овальний, при основі завужений. Жилка виступає на абаксіальному боці, досягає верхівки пластинки. З абаксіального боку листочків по жилці та по краю спостерігається негусте опушення з коротких простих волосків, з адаксіального боку опушення відсутнє. Другий листок іматурних рослин – із п'яти листочків, верхній із яких – крупніший. Перші справжні листки при недостатці світла складаються.

*H. ciliata*. Проростки із зеленим забарвленням. Сім'ядолі сидячі, лінійні, жолобковидні. Жилка не виділяється. Гіпокотиль рожевий. Епікотиль відсутній. Перший листок ювенільних рослин трійчастий, нижні листочки – асиметричні, овальні, верхній – крупніший, симетричний, обернено-серцеподібний, при основі вузькоклиноподібний. Другий листок іматурних рослин – із п'яти листочків, черешковий. Черешок зелений, опушений, жолобкоподібний, з широкою, глибокою виїмкою. Верхній листочок – крупніший, обернено-серцеподібний, при основі клиновидний; листочки верхньої пари – обернено-яйцеподібні, на верхівці з виїмкою, при основі заокруглені. Листочки нижньої пари віддалені, дрібніші і більш асиметричні. Всі листочки на зелених, опушених простими

волосками черешечках; три верхні – тісно зближені. На нижньому боці листочків виділяється жилка. При основі листочків, на абаксіальному боці вздовж жилки та на верхівці спостерігаються прості, довгі, тоненькі волоски. Перші справжні листки при недостатці світла складаються.

Отже, для досліджених видів роду *Hippocrepis* характерні рослини зеленого забарвлення, без епикотіля, з видовжено-еліптичними або лінійними сидячими сім'ядолями, трійчастими довгочерешковими першими листками, з крупнішим верхнім листочком, негустим опушенням листочків по жилці та по краю. В ряду *H. comosa* – *H. biflora* – *H. ciliata* зменшується відносна ширина сім'ядолі. Перші справжні листки всіх видів роду при недостатці світла складаються.

#### **Морфологія представників роду *Securigera* DC. на ранніх стадіях онтогенезу**

***S. securidaca*.** Проростки мають зелене забарвлення. Сім'ядолі на короткому черешку, зелені, великі, асиметричні, овальні, з виїмкою на одному боці. Жилка видається на абаксіальному боці, сягає вище середини листової пластинки. Гіпокотиль зелений. Епикотиль відсутній. Перший листок ювенільних рослин непарноперистий, довгочерешковий, складається із п'яти листочків, верхній з яких менший за розмірами. Черешок листка жолобкоподібний, без волосків, у місці прикріплення черешечків інтенсивно забарвлений антоціаном. Листочки округло-трикутні, мають поперечно-зморшкуваті червонуваті черешечки з дуже короткими простими волосками. Жилка з нижнього боку листочків широка, випукла, доходить до верхівки пластинки, іноді коротко виступає. Верхівковий листочок помітно вужчий і коротший за парні нижні. Другий листок іматурних рослин непарноперистий, складається із семи листочків.

***S. parviflora*.** Проростки із зеленим забарвленням. Сім'ядолі лопаткоподібні, поступово звужені у черешок. Жилка дещо виступає, до верхівки не доходить.

Епикотиль відсутній, гіпокотиль зелений. Перший листок ювенільних рослин трійчастий, на довгому черешку. Листочки від обернено-трикутних до обернено-яйцеподібних. Другий листок іматурних рослин непарноперистий, складається із п'яти листочків, верхній з яких дрібніший, при основі клиноподібно-звужений, нижні – обернено-яйцеподібні, при основі звужені, на верхівці слабо виїмчасті, іноді зі слабо виступаючою жилкою. Черешечки червонуваті.

Дослідивши морфологічні особливості проростків, ювенільних та іматурних рослин роду *Securigera*, ми дійшли висновку, що представники роду мають великі, асиметрично-овальні або лопаткоподібні сім'ядолі. Перший листок ювенільних рослин *S. securidaca* непарно-перисто-складний, із п'яти листочків, на довгому черешку, подібний за формою до другого листка *S. parviflora* та *Coronilla cretica*. Епикотиль відсутній.

#### **Морфологія представників роду *Ornithopus* L. на ранніх стадіях онтогенезу**

***O. sativus*.** Проростки мають світло-зелене забарвлення. Сім'ядолі черешкові, широко-обернено-яйцеподібні, при основі звужені. Жилка не виражена. Епикотиль короткий. Перший листок ювенільних рослин із 11-15 сидячих яйцеподібних листочків, загострених на верхівці. Листок, черешок та рахіс опушені простими, довгими м'якими волосками. Нижня пара листочків віддалена від інших. Відстань між парами листочків на черешку зменшується в напрямку від основи до верхівки листка.

***O. perpusillus*.** Проростки світло-зеленого забарвлення. Сім'ядолі черешкові, обернено-яйцеподібні, при основі звужені. Жилка не досягає верхівки. Епикотиль короткий. Перший листок із 7-9 сидячих широкоовальних листочків. Листочки, черешок та рахіс із простими, довгими, м'якими волосками, що утворюють густе опушення в нижній частині листочків вздовж жилки. Нижня пара листочків віддалена від інших. Відстань між парами листочків на

черешку зменшується в напрямку від основи до верхівки листка.

Отже, спільною ознакою досліджених видів роду *Ornithopus* є наявність епікотилу, опушеність проростків і ювенільних рослин та непарно-перистий перший листок, що складається з 7-15 сидячих листочків. Види відрізняються формою листочків складного листка (на верхівці загострених у *O. sativus* або округлих – у *O. perpusillus*).

### Морфологія представника роду *Scorpiurus* L. на ранніх стадіях онтогенезу

***S. muricatus*.** Проростки мають сизувато-зелене забарвлення. Сім'ядолі сидячі, лінійні, при основі зрослі, в поперечному перерізі округлі, з жолобком на адаксіальному боці. Гіпокотиль червонуватий. Епікотиль відсутній. Перший листок ювенільних рослин простий, складений вздовж, росте верхівкою і в процесі росту розкривається. Другий листок починає рости відразу за першим, тому обидва листки ростуть одночасно. Ріст черешка починається після того, як виросла й розкрилася листкова пластинка. Листки овально видовжені, тупо загострені на верхівці, опушені простими жорсткими волосками (по краю та в нижній частині пластинки опушення дещо густіше). Черешок жолобкоподібний, слабко опушений. Жилка виступає на абаксіальному боці і доходить до верхівки листка.

В результаті дослідження морфології рослин представників триби Coronilleae у ранніх вікових станах встановлено, що особливості їх будови мають в ряді випадків першочергове значення і можуть використовуватися в таксономії даної триби загалом та родів зокрема. Так, діагностичними ознаками на рівні роду є: забарвлення рослин, наявність волосків, кількість та форма листочків у першому складному листку.

Виділені нами групи видів у межах роду *Coronilla* різняться за комплексом морфологічних ознак рослин у ранніх вікових станах, що свідчить про гетерогенність даного роду. Разом з тим, ці групи

відповідають секціям та рядам, встановленим А. УНРОВА (1935), а саме:

**група *C. valentina*, *C. coronata* та *C. scorpioides*.** Рослини не опушені, мають сизувате забарвлення, рожевий гіпокотиль та м'ясисті листки. Всі види відрізняються між собою формою першого справжнього листка. Перші два види за системою А. УНРОВА (1935) належать до різних рядів секції *Eucoronilla* (*Fruticosae* та *Luteae*), а третій – до секції *Scorpioides*, тоді як за системою І.Г. ЗОЗА (1970) перші два види належать до одного ряду *Fruticosae*, що не узгоджується з результатами наших досліджень;

**група *C. varia*, *C. cretica*.** У рослин відсутній епікотиль і трійчасті перші листки на довгих черешках У першого виду другий справжній листок трійчастий, у другого – із п'яти часточок, що узгоджується із системами А. УНРОВА (1835) та І.Г. ЗОЗА (1970): *C. varia* віднесена до ряду *Roseae*, тоді як *C. cretica* – до ряду *Annuae*;

***C. elegans*.** Проростки мають короткий епікотиль, середньої довжини черешки та крупні трійчасті листки з обернено-серцеподібними листочками із добре вираженим жилкуванням. За вищевказаними системами вид віднесений до ряду *Roseae* разом з *C. varia*;

***C. emeroides*** має ряд морфологічних ознак, які зближують його з представниками роду *Hippocrepis*: відсутність сизого забарвлення проростків, наявність волосків та трійчастих перших справжніх листків з крупнішим верхнім листочком, а також овально-видовжена форма сім'ядолей. З видами роду *Coronilla* його об'єднує лише наявність епікотилу. За обома системами належить до секції *Emerus*.

До групи видів роду *Coronilla*, в проростках яких відсутній епікотиль, а перші листки трійчасті і на довгих черешках (*C. varia*, *C. cretica*). приєднуються види роду *Securigera* (перший справжній листок *S. securidaca* подібний за формою до другого листка *S. parviflora* та *Coronilla cretica*), що узгоджується із системою В. SCHMIDT (1979).

**Висновки**

У результаті дослідження морфології молодих рослин видів триби Coronilleae виявлено гетерогенність роду *Coronilla* та показано, що за вивченими ознаками частина видів цього роду більш подібна з видами родів *Securigera* і *Hippocrepis*. Це підтверджує доцільність перенесення *C. varia*, *C. cretica* та *C. elegans* до роду *Securigera*, а *C. emeroides* – до роду *Hippocrepis*, що узгоджується з новою системою родини Fabaceae (POLHILL 1981; LASSEN 1989). При цьому види інших досліджених родів триби – *Hippocrepis* та *Ornithopus* – характеризуються чітко окресленим комплексом морфологічних ознак рослин у ранніх вікових станах онтогенезу, що підтверджує правомірність об'єднання їх в самостійні групи.

**Використані джерела**

- ВАСИЛЬЧЕНКО И.Т. 1979.** Определитель всходов сорных растений. Колос, Ленинград.
- ЖУКОВА А.А. 1983.** Онтогенез и циклы воспроизведения растений. *Журн. общ. биол.* **44** (3): 361–374.
- ЗАУГОЛЬНОВА Л.Б., ЖУКОВА А.А., КОМАРОВА А.С., СМІРНОВА О.В. 1988.** Ценопопуляции растений. Наука, Москва.
- Зоз И. Г. 1970.** К систематике рода *Coronilla* L. *Ботан. журн.* **55** (7): 982–994.
- РАБОТНОВ Т.А. 1950.** Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. *Труды Ботанического института АН СССР. Сер. 3. Геоботаника* **6**: 7–204.
- СМІРНОВА О.В., ЗАУГОЛЬНОВА Л.Б., ТОРОПОВА Н.А., ФАЛИКОВ Л.Д. 1976.** Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). Наука, Москва.
- УРАНОВ А.А. 1967.** Онтогенез и возрастной состав популяций (вместо предисловия). В кн.: Уранов А.А., Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. Наука, Москва.
- DUKE, J. A., POLHILL R. M. 1981.** Seedlings of the Leguminosae. In: POLHILL R. M., RAVEN P. H. (eds), *Advances in legume systematics. Part 2.* Royal Botanic Gardens, Kew.
- LASSEN P. 1989.** A new delimitation of the genera *Coronilla*, *Hippocrepis*, and *Securigera* (Fabaceae). *Willdenowia* **19**: 49–62.
- MOSYAKIN S.L., FEDORONCHUK M.M. 1999.** Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kyiv.
- POLHILL R. M. 1981.** Papilionoideae. In: POLHILL R. M., RAVEN P.H. (eds), *Advances in legume systematics. Part 1.* Royal Botanic Gardens, Kew.
- SCHMIDT V. 1979.** Beiträge zur Kenntnis der Sippenstruktur der Gattung *Coronilla* L. *Feddes Repert.* **90** (5-6): 257–361.
- UHROVA A. 1935.** Revision der Gattung *Coronilla* L. *Beih. Bot. Centralbl.* **53** (B): 1–174.

**MORPHOLOGY OF REPRESENTATIVES OF THE TRIBE CORONILLEAE (ADANS.) BOISS.  
(FABACEAE) FROM UKRAINIAN FLORA ON EARLY STAGES OF ONTOGENESIS**

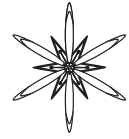
NATALIYA I. KARPENKO \* & VLADISLAVA A. BADANINA

**Abstract.** The comparative investigations of the morphological peculiarities in 15 species of Coronilleae (Adans.) Boiss. tribe (Fabaceae) at early stages of their ontogenesis were carried out. The morphological descriptions of the young plants of all species studied were presented. The appropriateness of some taxonomic changes was shown, in particular the placement of *Coronilla emeroides* Boiss. et Sprun. into the genus *Hippocrepis* L. and *Coronilla varia* L., *C. cretica* L., *C. elegans* Panč. into the genus *Securigera* DC.

**Key words:** Coronilleae, morphology, ontogenesis, taxonomy

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Educational and Scientific Centre "Institute of Biology", Department of Botany, Akademika Glushkova str. 2, 03022 Kyiv – 022, Ukraine; \* 5635688@rambler.ru





УДК 582.682.1:581.144.3:581.526.5+727.64

## СПІВВІДНОШЕННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКІВ ТА ЗЕЛЕНИХ СТЕБЕЛ І СТУПІНЬ РЕДУКЦІЇ ЛИСТКІВ У СУКУЛЕНТНИХ РОСЛИН РОДУ *EUPHORBIA* L. (*EUPHORBACEAE* JUSS.)

СЕРГІЙ О. КАЛАШНИК

**Анотація.** Визначено відношення площі листків до площі зелених фотосинтезуючих стебел модельних рослин 23 видів роду *Euphorbia*. За співвідношенням площі поверхні листків до площі зелених фотосинтезуючих стебел досліджувані об'єкти розділено на три групи: у першій площа листків більш ніж удвічі переважає над площею зелених стебел, у другій площа листків та площа зелених стебел відрізняються менш ніж удвічі, у третій площа зелених стебел більш ніж удвічі переважає над площею листків. Встановлено зв'язок даних груп із ступенем аридності територій природного зростання досліджуваних рослин. Доведено, що розподіл рослин аридних територій на групи за співвідношенням площі листків до площі зелених стебел є більш об'єктивним для морфологічної характеристики сукулентно-стеблових представників роду *Euphorbia* з огляду на їх екологічну приуроченість, ніж проста констатація наявності чи відсутності листків та фотосинтетичної активності стебел.

**Ключові слова:** *Euphorbia*, пристосування, асиміляційні органи, аридні території

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, Сектор інтродукції тропічних та субтропічних рослин, вул. Симона Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна; kalashniks@ukr.net

### Вступ

Існування рослин в умовах посушливого клімату невід'ємно пов'язане із численними ксероморфними пристосуваннями, що дозволяють економно та раціонально використовувати ресурси середовища (Бутник *и др.* 1991). Зазвичай кількість таких пристосувань та ступінь їх прояву напряму залежать від ступеню аридності територій зростання даних рослин. Тобто, чим більший дефіцит вологи, тим більше ксероморфних ознак будуть властиві рослинам, що пристосувались для зростання в даному середовищі. Одним із таких пристосувань є редукція листової пластинки, що дозволяє скоротити площу випаровування вологи із поверхні рослини (VON WILLERT *et al.* 1992).

Перспективною для досліджень у

напряму екологічної морфології є колекція сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Сукулентні рослини роду *Euphorbia* L. є представниками аридних та напіваридних територій і характеризуються наявністю значної кількості різноманітних пристосувань до зростання в умовах високих температур, сонячної інсоляції та дефіциту вологи як у повітрі так і в ґрунті. (Гайдаржи *та ін.* 2011). Більшість із них, є стебловими сукулентами і мають зелене фотосинтезуюче стебло (CARTER 2004).

Метою нашої роботи було з'ясувати переважання площі листків чи зелених стебел характерне для представників територій з різним ступенем аридності, а також розробити зручні критерії для визначення основних фотосинтезуючих органів сукулентних рослин роду *Euphorbia*.

**Табл. 1.** Співвідношення площі листків та стебел модельних рослин досліджуваних видів роду *Euphorbia*.**Table 1.** Ratio of the area of leaves and green stems of model plants in studied species from the genus *Euphorbia*.

Види	Загальна площа листків, см <sup>2</sup>	Загальна площа зелених стебел, см <sup>2</sup>	$S_{\text{листоків}} / S_{\text{стебел}}$
Площа листків більш ніж удвічі переважає над площею зелених стебел			
<i>E. bubalina</i>	5018,0	259,4	19,35
<i>E. leuconeura</i>	2925,0	182,5	16,03
<i>E. milii</i>	230,5	15,2	15,16
<i>E. neriiifolia</i>	3987,5	520,2	7,67
<i>E. dendroides</i>	203,0	31,8	6,39
Площа листків та площа зелених стебел відрізняються менш ніж удвічі			
<i>E. monteiri</i>	202,5	282,6	0,72
<i>E. pteroneura</i>	69,9	109,8	0,64
Площа зелених стебел більш ніж удвічі переважає над площею листків			
<i>E. trigona</i>	54,7	451,2	0,12
<i>E. tirucalli</i>	15,8	151,8	0,1
<i>E. mamillaris</i>	10,0	114,8	0,087
<i>E. meloformis</i>	9,2	219,8	0,042
<i>E. lamarckii</i>	2,4	61,6	0,039
<i>E. alaicornis</i>	4,8	291,2	0,016
<i>E. greenwayi</i>	1,12	68,4	0,016
<i>E. ingens</i>	227,0	15860,0	0,014
<i>E. obesa</i>	0,1	127,9	0,0078
<i>E. grandidens</i>	3,0	391,1	0,0077
<i>E. franckiana</i>	1,0	185,3	0,0054
<i>E. pseudocactus</i>	0,4	981,0	0,0041
<i>E. abyssinica</i>	5,9	1536,5	0,0038
<i>E. caeruleascens</i>	2,2	1017,0	0,0022
<i>E. grandicornis</i>	0,7	418,0	0,0017
<i>E. stenoclada</i>	-	219,2	0

### Матеріали і методи досліджень

Робота виконувалась на базі колекції сукулентних рослин Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Відбір модельних об'єктів проводили з урахуванням максимально можливого відображення підродового розподілу (BRUYN *et al.* 2006), морфологічного розподілу за S. CARTER (2004), різноманітності життєвих форм (ГАЙДАРЖИ 2009), а також поширення сукулентних рослин роду *Euphorbia*. Площу зелених фотосинтезуючих стебел рослин,

визначали за методиками наведеними у С.О. КАЛАШНИК (2013). Площу поверхні листків визначали за допомогою загальноприйнятих методів (КЛЕЙН і КЛЕЙН 1974).

### Результати та їх обговорення

У 2004 році J. MOUSETH (2004) при дослідженні сукулентно-стеблових рослин із різних родин розділив свої об'єкти на дві групи. Перша включала рослини, у яких стебла сукулентні, але практично



Табл. 2. Групи рослин роду *Euphorbia* за ступенем редукції листків.Table 2. The groups of *Euphorbia* plants by the degree of leaves reduction.

Листки	Ознаки	Види
Справжні листки	Розміри: довжина від 10 до 20 см, ширина від 1,5 до 5 см. Чітко помітна система жилок. Тривалість життя листків перевищує один вегетативний період.	<i>E. bubalina</i> , <i>E. dendroides</i> , <i>E. leuconeura</i> , <i>E. neriifolia</i> , <i>E. milii</i> , <i>E. pteroneura</i>
Частково редуковані листки	Розміри: довжина від 3 до 7 см, ширина від 0,8 до 1,5 см. На листках чітко помітна лише центральна жилка. Тривалість життя листків від одного до кількох місяців.	<i>E. ingens</i> , <i>E. lamarckii</i> , <i>E. monteiri</i> , <i>E. trigona</i> , <i>E. tirucalli</i>
Сильно редуковані листки	Розміри: довжина від 0,2 до 1 см, ширина від 0,2 до 0,8 см. Система жилок не помітна неозброєним оком. Тривалість життя листків від кількох днів до одного місяця.	<i>E. abyssinica</i> , <i>E. alicornis</i> , <i>E. caerulescens</i> , <i>E. frankiana</i> , <i>E. grandicornis</i> , <i>E. grandidens</i> , <i>E. greenwayi</i> , <i>E. mamillaris</i> , <i>E. meloformis</i> ,
Повністю редуковані листки (афільні рослини)	Листки відсутні, або їх розміри не перевищують 0,1 см. Тривалість життя листків (у разі їх наявності) не перевищує кількох днів.	<i>E. obesa</i> , <i>E. pseudocactus</i> , <i>E. stenoclada</i>

не фотосинтезуючі, тобто основним асиміляційним органом є листок, а стебло швидко вкривається корком. Друга складається з рослин, у яких стебла і сукулентні, і фотосинтезуючі. Ця група, у свою чергу, була розділена на дві підгрупи: 1) рослини, що мають фотосинтезуючі листки, стебло тривалий час вкрите епідермою і також фотосинтезує; 2) афільні рослини, стебло тривалий час вкрите епідермою і є основним фотосинтезуючим органом.

Такий розподіл є зручним для загальної характеристики рослин досить віддалених філогенетично, однак, в результаті роботи із колекцією сукулентів роду *Euphorbia* Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, нами було з'ясовано, що вказані групи не в повній мірі відображають морфологічну різноманітність її представників. Незважаючи на те, що усі запропоновані J. MOUSETH (2004) групи наявні серед молочаїв, межі між ними не чіткі і представники певних видів можуть потрапити як до однієї так і до іншої групи, що ускладнює розмежування молочаїв за основними морфологічними

ознаками. Незрозумілою також залишається позиція рослин, які мають листки, проте основним асиміляційним органом яких є стебло. У зв'язку з цим нами було проведено вимірювання та визначено відношення площі листків до площі зелених фотосинтезуючих стебел модельних представників 23 видів роду *Euphorbia*. За співвідношенням площі поверхні листків до площі зелених фотосинтезуючих стебел досліджувані рослини було розділено на три групи (Табл. 1).

У рослин *E. bubalina* Boiss., *E. dendroides* L., *E. leuconeura* Boiss., *E. milii* Des Moul. та *E. neriifolia* L. основним асиміляційним органом безумовно є листки. Тривалість вегетації цих листків зазвичай перевищує один сезон, більшість вегетують кілька років і опадають лише в період дуже сильної засухи. Рослини *E. monteiri* Hook. та *E. pteroneura* A. Berger найчастіше мають листки на молодих ростучих частинах пагонів, дуже рідко листки вегетують більше одного сезону, зазвичай тривалість їх життя не перевищує тривалість росту відповідної частини пагона. В усіх інших досліджуваних

рослин основним асиміляційним органом є стебло, а листки зазвичай дуже дрібні, редуковані і у невеликій кількості з'являються на наймолодших частинах ростучого пагона.

Тривалість вегетації окремих листків значно відрізняється. Площа листкової пластинки (Дідух та ін. 2000) у досліджуваних нами рослин варіює у великому діапазоні:

а) дрібні (до 1 см<sup>2</sup>) у *E. tirucalli* L., *E. lamarckii* Sweet, *E. abyssinica* J.F. Gmel., *E. alcornis* Baker, *E. caerulescens* Haw., *E. franckiana* A.Berger, *E. grandicornis* Goebel ex N.E.Br., *E. grandidens* Haw., *E. greenwayi* P.R.O. Bally et S. Carter, *E. mamillaris* (A. Berger) A. Berger, *E. meloformis* Aiton, *E. obesa* Hook.f., *E. pseudocactus* A. Berger;

б) маленькі (до 5 см<sup>2</sup>) у *E. pteroneura*, *E. ingens* E. Mey. ex Boiss., *E. trigona* Mill., *E. monteiri*;

в) середні (до 20 см<sup>2</sup>) у *E. dendroides*, *E. milii*;

г) великі (до 100 см<sup>2</sup>) у *E. bubalina*, *E. leuconeura*, *E. neriifolia*.

д) листки відсутні у *E. stenoclada* Baill.

У зв'язку з вище вказаним ми розділили досліджувані рослини на групи за ступенем редукції листків (Табл. 2).

Порівнявши дані із Табл. 1 і Табл. 2 ми з'ясували, що в більшості рослин із добре розвиненими справжніми листками площа листків значно переважає над площею зелених стебел, а у рослин з частково, сильно чи повністю редукованими листками зазвичай переважає площа зелених стебел.

Нами виявлено, що вказані в Табл. 2 категорії редукції листків в значній мірі співпадають із ступенями аридності територій (Бабаєв та др. 1986), на яких дані рослини ростуть. Так рослини зі справжніми листками (*E. neriifolia*, *E. bubalina*) ростуть на слабоаридних, субаридних та періодично посушливих територіях, а *E. leuconeura*, *E. milii* та *E. dendroides* – на гумідних. А афільні рослини (*E. obesa*, *E. pseudocactus*) та рослини з сильно редукованими листками (*E. abyssinica*, *E. franckiana*, *E. caerulescens*, *E. mamillaris*, *E. meloformis*), здебільшого ростуть на крайньо аридних, сильноаридних

та середньоаридних територіях. Однак ця залежність не є абсолютною. Так, рослини *E. grandicornis*, *E. greenwayi*, *E. alcornis*, *E. grandidens*, що ростуть на територіях від слабоаридних до гумідних, мають сильно редуковані листки, а *E. trigona* – частково редуковані.

## Висновки

Таким чином, усі рослини, у яких значно переважає площа листків над площею зелених стебел, мають справжні листки і зростають на менш аридних територіях у порівнянні із більшістю рослин, у яких переважає площа стебел, а листки частково чи повністю редуковані. Для рослин, у яких площа листків та площа зелених стебел відрізняються менш ніж удвічі, можуть бути характерні як справжні листки (*E. pteroneura*), так і частково редуковані (*E. monteiri*). Переважання площі зелених стебел над площею листків в усіх випадках супроводжується наявністю частково, сильно чи повністю редукованих листків, і характерне здебільшого для рослин найбільш аридних місцезростань. Окремою групою виділяються рослини *E. grandicornis*, *E. greenwayi*, *E. alcornis*, *E. grandidens*, *E. trigona*, які при зростанні на слабоаридних чи гумідних територіях також мають частково чи сильно редуковані листки.

Результатами даних досліджень було доведено, що розподіл рослин аридних територій на групи за співвідношенням площі листків до площі зелених стебел є більш об'єктивним для морфологічної характеристики сукулентно-стеблових представників роду *Euphorbia* з огляду на їх екологічну приуроченість, ніж проста констатація наявності чи відсутності листків та фотосинтетичної активності стебел.

## Використані джерела

- БАБАЄВ А.Г., ЗОНН І.С., ДРОЗДОВ Н.Н., ФРЕЙКИН З.Г. 1986. Пустыни. Мысль, Москва.
- БУТНИК А.А., НИГМАНОВА Р.Н., ПАЙЗИЕВА С.А., САИДОВ Д.К. 1991. Экологическая анатомия пустынных растений. Т. 1. Деревья, кустарники, кустарнички. Фан, Ташкент.

- Гайдаржи М.М. 2009. Життєві форми і онтоморфогенез сукулентних рослин: автореф. дис... д.б.н.: спец. 03.00.05 "ботаніка". Київ.
- Гайдаржи М.М., Нікітіна В.В., Баглай К.М. 2011. Сукулентні рослини (Анатомо-морфологічні особливості, поширення й використання). ВПЦ «Київський університет», Київ.
- Дідух Я.П., Паюта П.Г., Протопопова В.В., Єрмоленко В.М., Коротченко І.А., Каркуцієв Г.М., Бурда Р.І. 2000. Екофлора України. Том 1. Фітосоціоцентр, Київ.
- Калашник С.О. 2013. Стратегії структурних пристосувань сукулентних представників роду *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae): автореф. дис... к.б.н.: спец. 03.00.05 "ботаніка". Київ.
- Клейн Р.М., Клейн Д.Т. 1974. Методы исследования растений. Колос, Москва.
- Bruyns P.V., Maraja R.J., Hedderson T. 2006. A new subgeneric classification for *Euphorbia* (Euphorbiaceae) in Southern Africa based on ITS and *psbA-trnH* sequence data. *Taxon* **55** (2): 397–420.
- Carter S. 2004. *Euphorbia*. In: Egger U. (ed.), *Illustrated handbook of succulent plants: Dicotyledons*: 102–203. Springer Verlag, Berlin.
- Mauseth J.D. 2004. The structure of photosynthetic succulent stems in plants other than cacti. *Int. J. Plant Sci.* **165** (1): 1–9.
- Von Willert D.J., Eller V.M., Werger M.J.A., Brinckmann E., Ihlenfeldt H.-D. 1992. Life strategies of succulents in deserts: with special reference to the Namib desert. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

#### THE AREA RATIO OF LEAVES AND GREEN STEMS AND DEGREE OF LEAVES REDUCTION OF SUCCULENT PLANTS OF THE GENUS *EUPHORBIA* L. (EUPHORBIACEAE JUSS.)

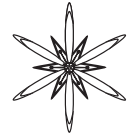
SERGIU O. KALASHNYK

**Abstract.** The ratio between area of green leaves and stem area for model photosynthetic plants of 23 *Euphorbia* L. species were determined. On the base of this ratio studied species were divided onto three groups: a) leaf surface area exceeds area of green stems more than in twice; b) leaf surface area exceeds area of green stems less than in twice; c) area of green stems exceeds leaf surface area more than in twice. Correlation between these groups and arid degree of native habitats of investigated species has been ascertained. It was established that current grouping method is more objective in sense of morphological characteristic stem-succulent representatives from the genus *Euphorbia* in context of their ecological specifications than simple statement of leaves presence and photosynthetic activity of the stem.

**Key words:** *Euphorbia*, adaptation, assimilative organs, arid territories

Taras Schevchenko National University of Kyiv, ESC "Institute of Biology", O.V. Fomin Botanical Garden, Department of Introduction of Tropical and Subtropical Plants, Symon Petlura str. 1, 01032 Kyiv, Ukraine; kalashnyks@ukr.net





УДК 581.8:581.4

## АНАТОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСЛИН РОДИНИ САСТАСЕАЕ JUSS.: ІСТОРИЧНИЙ АСПЕКТ

Галина В. Калашник \* і Марина М. Гайдаржи

**Анотація.** Родина Састасеае представлена багаторічними стебловими сукулентами, які морфологічно значно відрізняються між собою. При цьому незвичність їх структури та форм викликає підвищений інтерес до цієї групи рослин з боку дослідників. У цій статті наведено огляд літературних даних, які стосуються анатомічних досліджень представників родини Састасеае, починаючи з середини ХІХ ст. і до нашого часу. Важливо, що в останні роки зацікавленість даною тематикою не знижується. При цьому зростає кількість досліджень, які стосуються будови та особливостей проростків, впливу на них різноманітних зовнішніх факторів. Такі дослідження мають особливе практичне значення при інтродукції та реінтродукції, а також, для визначення особливостей адаптації даних рослин до умов навколишнього середовища.

**Ключові слова:** Састасеае, анатомічні дослідження, історія анатомії, анатомія кактусів

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», Ботанічний сад імені акад. О.В. Фоміна, вул. С. Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна; \* Gal4enok28@ukr.net

Родина кактусових (Састасеае) – це спеціалізована родина, представники якої є багаторічними стебловими сукулентами. При цьому, напевно, жодна родина вищих рослин не перевищує Састасеае за багатоманітністю структур та форм; до її складу входять дерева, кущики, ліани, епіфіти, геофіти, розмірами від 1-2 см до 15-20 м. Згідно з пропозиціями Міжнародної групи із систематики кактусів, родина кактусових (Састасеае), включає в себе 4 підродини, 130 родів та 1870 видів. Представники даної родини у природі поширені на Американському континенті: від південно-західних штатів Канади, через всю західну частину США, Мексиканське нагір'я, масиви Анд Південної Америки і аж до Бразильського плоскогір'я та Патагонії (MAUSETN 2006; Гайдаржи *та ін.* 2011).

Характерні еколого-біологічні особливості родини постійно викликали підвищений інтерес до неї з боку дослідників та колекціонерів. При цьому, перші дослідження основних анатомічних ознак представників родини Састасеае були

виконані ще у ХVІ ст. Однак, серйозні анатомо-морфологічні дослідження кактусів почали проводити лише у середині ХІХ ст. – початку ХХ ст. Зокрема, у цей час були встановлені такі особливості представників родини Састасеае, як варіативність товщини кутикули, кількість шарів клітин гіподерми, товщина клітинних стінок гіподерми (SCHLEIDEN 1845; SOLEREDER 1908). У 1898 році GANONG (1898) провів порівняльний аналіз морфології зародків та проростків Састасеае, пізніше FRAINE (1910) дослідив структуру проростків 47 видів даної родини (SECORUN & DE SOUZA 2011). Першим вченим, який підкреслив зв'язок між анатомічною будовою та габітусом рослин був BOOSFELD (1920). Він відмітив, що таксони, які мають дуже відмінні зовнішні форми, мають також і дуже відмінну внутрішню структуру (NOBEL 2002).

Середина ХХ ст. відзначилась значним зростанням зацікавленості анатомією рослин, у тому числі родини Састасеае. У цей час виходять сотні публікацій та наукових

праць, присвячених даному питанню (WENIGER 1984). Так, у цей час розпочинає свою діяльність N.H. Voke (1913–1996), добре відомий своєю інтерпретацією гінецею квітки кактусів (ВОКЕ 1964). До його праць належить також зонування апексу стебла у *Trichocereus spachianus* Lem. та *Opuntia cylindrica* (Lam.) DC. (ВОКЕ 1941); вивчення гістогенезу та розвитку листків і ареол у *O. cylindrica* (ВОКЕ 1944), *Coryphantha* (Engelm.) Lem. (ВОКЕ 1952), ареол у *Epithelantha* F.A.C. Weber ex Britton et Rose (ВОКЕ 1955), *Homalocephala* Britton et Rose (ВОКЕ 1957a), *Echinocactus* Link et Otto (ВОКЕ 1957a), *Mammillaria lasiacantha* Engelm. (ВОКЕ 1958) та ін. N.H. Voke також провадив дослідження анатомічної будови та розвитку стебел *Echinocereus* Engelm. (ВОКЕ 1951), *Pereskia* Mill. (ВОКЕ 1954), *Toumeyia* Br. et R. (ВОКЕ 1957b), *Solisia* (B. Stein) Br. et R. (ВОКЕ 1960), *Dolichothele* (K. Schumann) Britton et Rose (ВОКЕ 1961).

У 1950 році видав свою монографію «Морфологія кактусів» австрійський ботанік ВУХВАУМ (1950). Franz Vuxbaum (1900-1979) був першим, хто поклав в основу систематики кактусів будову їх насіння. За довге наукове життя Vuxbaum опублікував 343 наукові роботи.

У 60-х роках виходять 7 статей I.W. Bailey (1964) (одна в співавторстві – Bailey & Srivastava (1962)), присвячених порівняльній анатомії кактусів, що мають справжні листки (*Pereskia*, *Pereskopsis* Britton & Rose та *Quiabentia* Britton & Rose).

Дещо пізніше розпочинає свою наукову діяльність А.С. Gibson, який провів порівняльний аналіз вторинної ксилеми у *Sactoidae* (GIBSON 1973), дослідив анатомію деревини у опунцій та платіопунцій (GIBSON 1978), анатомію вегетативних органів *Maihuenia* (Phil. ex F.A.C. Weber) K. Schum. (GIBSON 1977).

З кінця 70-х років ХХ ст. інформація про родину *Sactaceae* поповнюється роботами J.D. Mauseth. Він дослідив гормональний контроль органогенезу у *Opuntia polyacantha* Haw. (MAUSETH & HALPERIN 1975), морфогенетичні

механізми, які впливають на розвиток зон апікальної меристеми пагонів проростків (MAUSETH 1978), зробив широкий огляд анатомії стебел (MAUSETH & PLEMONS 1995) і структури апікальної меристеми стебла *Sactaceae* (MAUSETH 1992, 2004), розглянувши близько 200 видів даної родини, а також проаналізував нюанси запасання води деревиною кактусів (MAUSETH 1993; MAUSETH & PLEMONS-RODRIGUEZ 1997) та ін. Загалом починаючи з 1977 вийшло близько 90 його статей (частина із співавторами) присвячених даній родині.

У другій половині ХХ ст. над анатомією родини *Sactaceae* працювали також ряд інших вчених. Так, FREEMAN (1969) описав морфологію та анатомію *Opuntia basilaris* Engelm. et J.M. Bigelow; HAMILTON (1970) вивчав структуру проростків *O. brandtiana*; CONDE (1975) з'ясував особливості будови п'яти видів роду *Opuntia*; SMITH *et al.* (1984) вивчали толерантність до високих температур 14 видів південноамериканських кактусів, враховуючи при цьому редукцію пропорцій хлоренхіми, як індикатор; С.О. Волгін (VOLGIN 1986) досліджував структуру квітки та насіння *Rhipsalinae*; SALLES (1987) проаналізував морфологію проростків *Cephalocereus fluminensis*. DARLING (1989) дослідив анатомічні особливості епідерми та гіподерми *Cereus giganteus*; SAJEVA & MAUSETH (1991) провели порівняльний аналіз структури листя рослин підродини *Pereskoidae* та фотосинтетичних стебел представників *Sactoidae*; BONA *et al.* (1997) вивчали проростки *Hattoria gaertneri*. ARNOLD & MAUSETH (1999) досліджували вплив зовнішніх факторів на розвиток деревини у видів *Cereus peruvianus* та *C. tetragonus* (SECORUN ET DE SOUZA 2011).

Початок ХХІ ст. характеризується появою нових імен на теренах анатомічних досліджень родини *Sactaceae*, підвищенням інтересу до вивчення впливів зовнішніх факторів на морфологію кактусів, а також до особливостей структури їх проростків і насіння. Тож, за останні 13 років були оприлюднені ґрунтовні дослідження. LOZA-CORNEJO *et al.* (2003)

дослідили морфологію, анатомію та фотосинтетичний метаболізм проростків *Stenocereus queretaroensis*. У цьому ж році була також опублікована робота LOZA-CORNEJO & TERRAZAS (2003), присвячена вивченню епідерми та гіподерми у 70 видів південноамериканських кактусів. MALAININE *et al.* (2003) визначили структуру та хімічний склад колючок у *Opuntia ficus-indica* (L.) P. Miller, а MOSCO (2009) – мікро-морфологію та анатомію колючок *Turbincarpus*. AYALA-CORDERO *et al.* (2006) встановили анатомо-морфологічні особливості проростків *Stenocereus beneckei* за умови дефіциту вологи. ALMEIDA (2009) проаналізувала структуру проростків *Epiphyllum phyllanthus*, а SECORUN & DE SOUZA (2011) дослідили морфологію та анатомію проростків *Rhipsalis cereuscula*, *R. floccosa* subsp. *hohenauensis* та *Lepismium cruciforme*. SOFFIATTI & ANGYALOSSY (2005) опублікували дослідження анатомії деревини 4 видів ендемічного бразильського роду *Cipocereus* F. Ritter, а у 2007 р. провели анатомічні дослідження трьох ендемічних видів бразильських цереусів (SOFFIATTI & ANGYALOSSY 2007). ALTESOR *et al.* (2008) провели порівняльне дослідження ксилеми у шести видів з різним габітусом (двох дерев'янистих зі справжніми листками і чотирьох сукулентних) з метою аналізу ролі гетерохронії в еволюції сукулентності кактусів. DOS SANTOS GARCIA *et al.* (2012) провели порівняльні дослідження анатомії стебел та коренів у *Echinopsis calochlora* та *E. rhodotricha*. ROSAS *et al.* (2012) дослідили анатомічні особливості проростків *Polaskia chichipe* та *Echinocactus platyacanthus* під впливом дефіциту вологи. У 2013 році O.J.G. Almeida зі співавторами проаналізували анатомічні особливості проростків *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (ALMEIDA *et al.* 2013).

Таким чином, до теперішнього часу найбільш детально вивчались анатомо-морфологічні особливості представників підродини Opuntioideae, роду *Cereus* та близьких до нього родів, а також деяких видів

епіфітних кактусів і окремих представників підродини Cactoideae. Крім того, увага дослідників приділялася вивченню особливостей проростків та насіння деяких видів даної родини. Однак, варто зазначити, що недостатньо уваги попередників було приділено розвитку окремих анатомічних структур в онтогенезі, що дозволило б отримати відповіді на деякі питання пов'язані з інтродукцією та утриманням цих рослин в умовах культури. Зважаючи на те, що більшість представників родини Cactaceae є рідкісними та зникаючими (Гайдаржи *та ін.* 2011), варто відзначити, що анатомічні дослідження цих рослин залишаються актуальними і у наш час.

### Використані джерела

- ГАЙДАРЖИ М.М., НІКІТИНА В.В., БАГАЙ К.М. 2011. Сукулентні рослини (анатомо-морфологічні особливості, поширення й використання). ВПЦ «Київський університет», Київ.
- ALMEIDA O.J.G. 2009. Morfoanatomia dos órgãos reprodutivos e plântula de *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (Cactaceae). Dissertação Mestrado, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, S.P.
- ALMEIDA O.J.G., PAOLI A.A.S., SOUZA L.A., COTA-SÁNCHEZ J.H. 2013. Seedling morphology and development in the epiphytic cactus *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (Cactaceae: Hylocereeae). *J. Torrey Bot. Soc.* 140: 196–214.
- ALTESOR A., SILVA C., EZCURRA E. 1994. Allometric neoteny and the evolution of succulence in cacti. *Bot. J. Linn. Soc.* 114: 283–292.
- ARNOLD D.H., MAUSETH J.D. 1999. Effects of environmental factors on development of wood. *Am. J. Bot.* 86: 367–371.
- AYALA-CORDERO G., TERRAZAS T., LO PEZ-MATA L., TREJO C. 2006. Morpho-anatomical changes and photosynthetic metabolism of *Stenocereus beneckei* seedlings under soil water deficit. *J. Exp. Bot.* 57: 3165–3174.
- BAILEY I.W. 1964. Comparative anatomy of the leaf-bearing Cactaceae. XI. *J. Arnold Arbor.* 45: 140–149.
- BAILEY I.W., SRIVASTAVA L.M. 1962. Comparative anatomy of the leafbearing Cactaceae. IV. The fusiform initials of the cambium and the form and structure of their derivatives. *J. Arnold Arbor.* 43: 187–197.
- ВОКЕ N.H. 1941. Zonation in the shoot apices of *Trichocereus spachianus* and *Opuntia cylindrica*. *Am. J. Bot.* 28: 656–664.
- ВОКЕ N.H. 1944. Histogenesis of the leaf and areole in *Opuntia cylindrica*. *Am. J. Bot.* 31: 299–316.

- BOKE N.H. 1951.** Histogenesis of the vegetative shoot in *Echinocereus*. *Am. J. Bot.* **38**: 23–38.
- BOKE N.H. 1952.** Leaf and areole development in *Coryphantha*. *Am. J. Bot.* **39**: 134–145.
- BOKE N.H. 1954.** Organogenesis of the vegetative shoot in *Pereskia*. *Am. J. Bot.* **41**: 619–637.
- BOKE N. H. 1955.** Dimorphic areoles of *Epithelantha*. *Am. J. Bot.* **42**:725–733.
- BOKE N.H. 1957a.** Comparative histogenesis of the areoles in *Homalocephala* and *Echinocactus*. *Am. J. Bot.* **44**: 368–380.
- BOKE N.H. 1957b.** Structure and development of the shoot in *Toumeyia*. *Am. J. Bot.* **44**: 888–896.
- BOKE N.H. 1958.** Areole histogenesis in *Mammillaria lasiacantha*. *Am. J. Bot.* **45**: 473–479.
- BOKE N.H. 1960.** Anatomy and development in *Solisia*. *Am. J. Bot.* **47**: 59–65.
- BOKE N.H. 1961.** Structure and development of the shoot in *Dolichothele*. *Am. J. Bot.* **48**: 316–321.
- BOKE N.H. 1964.** The cactus gynoeceum: a new interpretation. *Am. J. Bot.* **51**: 598–610.
- BONA C., KAEHLER M., TAKEMORI N.K., CERVI A.C., ALQUINI Y. 1997.** Análise morfo-anatômica de *Hattiora gaertneri* (Regel) Barthlott (Cactaceae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* **40**: 752–759.
- BOOSFELD A. 1920.** Beiträge zur vergleichenden Anatomie stamm-sukkulenter Pflanzen. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt* **37**: 217–258.
- BUXBAUM F. 1950.** Morphology of cacti. Abbey Garden Press, California.
- DARLING M.S. 1989.** Epidermis and hypodermis of the saguaro cactus (*Cereus giganteus*): Anatomy and spectral properties. *Am. J. Bot.* **76**: 1698–1706.
- DOS SANTOS GARCIA J., SCREMIN-DIAS E., SOFFIATI P. 2012.** Stem and root anatomy of two species of *Echinopsis* (Trichocereae: Cactaceae). *Rev. Mex. Biodivers.* **83**: 1036–1044.
- FRAINE E. 1910.** The seedling structure of certain Cactaceae. *Ann. Bot.* **24**: 125–175.
- FREEMAN T.P. 1969.** The developmental anatomy of *Opuntia basilaris*. I. Embryo, root, and transition zone. *Am. J. Bot.* **56**: 1067–1074.
- GANONG W.F. 1898.** Contributions to a knowledge of the morphology and ecology of the Cactaceae: II. The comparative morphology of the embryos and seedlings. *Ann. Bot.* **12**: 423–476.
- GIBSON A.C. 1973.** Comparative anatomy of secondary xylem in Cactoideae (Cactaceae). *Biotropica* **5**: 29–65.
- GIBSON A.C. 1977.** Vegetative anatomy of *Maihuenia* (Cactaceae) with some theoretical discussions of ontogenetic changes in xylem cell types. *Bull. Torrey Bot. Club* **104**: 35–48.
- GIBSON A.C. 1978.** Wood anatomy of *Platyopuntias*. *Aliso* **9**: 279–307.
- HAMILTON M.W. 1970.** The comparative morphology of three *Cylindropuntias*. *Am. J. Bot.* **57**: 1255–1263.
- LOZA-CORNEJO S., TERRAZAS T. 2003.** Epidermal and hypodermal characteristics in North American Cactoideae (Cactaceae). *J. Plant Res.* **116**: 27–35.
- LOZA-CORNEJO S., TERRAZAS T., LÓPEZ-MATA L., TREJO C. 2003.** Características morfo-anatômicas y metabolismo fotossintético em plântulas de *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae): su significado adaptativo. *Interciencia* **28**: 1–26.
- MALAININE M.E., DUFRESNE A., DUPEYRE D., MAHROUZ V., VUONG R., VIGNON M. 2003.** Structure and morphology of cladodes and spines of *Opuntia ficus-indica*. Cellulose extraction and characterization. *Carbohydr. Polym.* **51**:77–83.
- MAUSETH J.D. 1978.** An investigation of the morphogenetic mechanisms which control the development of zonation in seedling shoot apical meristems. *Am. J. Bot.* **65**: 158–167.
- MAUSETH J.D. 1992.** Apical meristems. 1992 Yearbook of Science & Technology. McGraw-Hill Book Company.
- MAUSETH J.D. 1993.** Water-storing and cavitation-preventing adaptations in wood of cacti. *Ann. Bot.* **72**: 81–89.
- MAUSETH J.D. 2004.** Giant shoot apical meristems in cacti have ordinary leaf primordia but altered phyllotaxy and shoot diameter. *Ann. Bot.* **94**: 145–153.
- MAUSETH J.D. 2006.** Structure-function relationships in highly modified shoots of Cactaceae. *Ann. Bot.* **98**: 901–926.
- MAUSETH J.D., HALPERIN W. 1975.** Hormonal control of organogenesis in *Opuntia polyacantha* (Cactaceae). *Am. J. Bot.* **62**: 869–877.
- MAUSETH J.D., PLEMONS B.J. 1995.** Developmentally variable, polymorphic woods in cacti. *Am. J. Bot.* **82**: 1199–1205.
- MAUSETH J.D., PLEMONS-RODRIGUEZ B.J. 1997.** Presence of paratracheal water storage tissue does not alter vessel characters in cactus wood. *Am. J. Bot.* **84**: 815–822.
- MOSCO A. 2009.** Micro-morphology and anatomy of *Turbinicarpus* (Cactaceae) spines. *Rev. Mex. Biodivers.* **80**: 119–128.
- NOBEL P.S. (ed.) 2002.** Cacti: Biology and uses. University of California Press.
- ROSAS U., ZHOU R.W., CASTILLO G., COLLAZO-ORTEGA M. 2012.** Developmental reaction norms for water stressed seedlings of succulent cacti. *PLoS ONE* **7** (3): e33936. doi: 10.1371/journal.pone.0033936.
- SAJEVA M., MAUSETH J.D. 1991.** Leaflike structure in the photosynthetic, succulent stems of cacti. *Ann. Bot.* **68**: 405–411.
- SALLES H.G. 1987.** Expressão morfológica de sementes e plântulas. I. – *Cephalocereus fluminensis* (Miq) Britton e Rose (Cactaceae). *Revista Brasileira de Sementes* **9**: 73–81.



- SCHLEIDEN M.J. 1845.** Beitrage zur Anatomie des Cacteen. *Mem. l'Acad. Imp. d. Sci. d. St. Petersb., ser. 6* 4: 335–380.
- SECORUN A.C., DE SOUZA L.A. 2011.** Morphology and anatomy of *Rhipsalis cereuscula*, *Rhipsalis floccosa* subsp. *hohenauensis* and *Lepismium cruciforme* (Cactaceae) seedlings. *Rev. Mex. Biodivers.* 82: 131–143.
- SMITH S.D., DIDDEN-ZOPFY B., NOBEL P.S. 1984.** High-temperature responses of North American cacti. *Ecology* 65: 643–651.
- SOFFIATTI P., ANGYALOSSY V. 2005.** Wood anatomy of *Cipocereus* (Cactaceae). *IAWA J.* 26: 299–308.
- SOFFIATTI P., ANGYALOSSY V. 2007.** Anatomy of Brazilian Cereae (subfamily Cactoideae, Cactaceae): *Arrojadoa* Britton & Rose, *Stephanocereus* A. Berger and *Brasilicereus* Backeberg. *Acta Bot. Bras.* 21: 813–822.
- SOLEREDER H. 1908.** Systematic Anatomy of the Dicotyledons: A handbook for laboratories of pure and applied botany: 406–415. Clarendon Press, Oxford.
- VOLGIN S.A. 1986.** Taxonomic revision of the subtribe Rhipsalinae Britt et Rose emend F. Buxb (Cactaceae, Cereoideae). *Feddes Repert.* 10: 553–564.
- WENIGER D. 1984.** Cacti of Texas and neighboring states: A field guide. University of Texas Press, Texas.

## ANATOMICAL INVESTIGATION ON CACTACEAE JUSS.: A HISTORICAL RETROSPECT

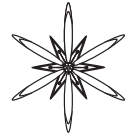
GALINA V. KALASHNYK\* & MARINA M. GAJDARZY

**Abstract.** Cactaceae consists of perennial stem succulents with diverse morphology. Due the distinctive structure and form the interest of researchers to this group of plants is increasing nowadays. The present paper provides an overview of published data concerning anatomical studies on the family Cactaceae since the mid-nineteenth century to our days. It is important to consider that recent interest in this field does not reduce, while the number of studies dealing with the structure and features of seedlings, the effect of various environmental factors on them is uprising. Such studies have a great practical importance for introduction and reintroduction of cacti, as well as for determination of their adaptive characteristics to environmental conditions.

**Key words:** Cactaceae, anatomical studies, the history of anatomy, anatomy of cacti

Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC "Institute of Biology", O.V. Fomin Botanical Garden, S. Petlura str. 1, 01032 Kyiv, Ukraine; \* Gal4enok28@ukr.net





УДК 582.949.2:581.14

## КОЛЕКЦІЯ РОСЛИН РОДУ *MELOCACTUS* (TOURN.) LINK ET OTTO (CACTACEAE JUSS.) ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ РОЗМНОЖЕННЯ

КАТЕРИНА БАГЛАЙ

**Анотація.** Розглянуто таксономічний склад колекції рослин роду *Melocactus* у Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна, особливості їх насінневого розмноження в умовах інтродукції. Виявлені види даного роду, що є рідкісними і зникаючими у місцях природного зростання.

**Ключові слова:** *Melocactus*, Cactaceae, інтродукція, колекція, схожість насіння

ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна; вул. С. Петлюри, 1, Київ, 01032, Україна; [fomin-sad@yandex.ru](mailto:fomin-sad@yandex.ru)

### Вступ

Рід *Melocactus* Link et Otto – один із найцікавіших у родині Cactaceae і налічує за даними різних авторів від 33 до 41 виду (ВАСКЕВЕРГ 1976; ANDERSON 2001). За формою пагонів – від кулястих до циліндричних, у природних умовах рослини деяких видів досягають 1 м заввишки і 40 см у діаметрі, але є й мініатюрні представники – 8 см заввишки. За життєвою формою це кущики (ГАЙДАРЖИ ТА БАГЛАЙ 2007). Ребра прямі, добре розвинуті. Колючки міцні, до 7 см завдовжки. Коренева система дуже розгалужена і в сумі має значну довжину, хоча корені розміщені близько поверхні ґрунту. У рослин, які досягли генеративної фази на верхівці стебла утворюється своєрідний орган – цефалій, який складається із густих щетинок та волосків. У деяких видів цефалій досягає 1 м заввишки, трапляються рослини, на яких одночасно розвивається по 2-3 цефалії. У середині цефалія з'являються численні рожеві, пурпурові, червоні чи рожево-малинові, до 4 см завдовжки квітки. Плоди – соковиті, білі, червоні або рожеві, до 6 см завдовжки.

Представники роду *Melocactus* поширені на півдні Мексики, у Центральній Америці, Колумбії, Бразилії, Перу, на Антильських островах. Більшість мелокактусів росте на піщаних, але достатньо родючих ґрунтах.

### Матеріали і методи досліджень

Метою нашої роботи був аналіз видового складу колекційних рослин роду *Melocactus* на наявність рідкісних видів і тих, що знаходяться під загрозою зникнення у місцях природного зростання, а також вивчення особливостей їх насінневого розмноження. Фенологічні спостереження проводили за модифікованою методикою «Методика фенологічних спостережень в ботаничних садах СРСР» (ЛАПИН 1975). Уточнення ботанічних назв проводили за літературними джерелами (ВАСКЕВЕРГ 1976; ANDERSON 2001; ВАСИЛЬЄВА І УДАЛОВА 2007).

Насіння для дослідів збирали по мірі його досягання, зберігали за різних умов, а саме: у скляному герметично закритому посуді при низьких позитивних температурах (+5-6°C) та у лабораторних умовах при температурі (+18-23°C); у

**Табл. 1.** Рослини роду *Melocactus*, що досягли репродуктивної фази розвитку у колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна.

**Table 1.** *Melocactus* plants attained reproductive phase of development collected in the O.V. Fomin Botanical Garden.

Вид	Батьківщина	Звідки і коли отримано	Вид вихідного матеріалу	Вік (років)
<i>Melocactus bahiensis</i> (Br et R) Werd.	Бразилія	Куба, Гавана, б/с, 1982	насіння	32
		Росія, Москва, ГБС, 1977	насіння	37
<i>M. caesius</i> Wendl.	Тринідад	Угорщина, Вацратот, б/с, 1981	насіння	33
<i>M. guaricensis</i> Croiz.	Венесуела	Україна, Київ, аматор, 1983	сіянці	31
<i>M. maxonii</i> (Rose.) Gurke	Гватемала	Естонія, Тарту, б/с, 1970	сіянці	44
		Україна, Київ, аматор, 1986	сіянці	28
<i>M. macrodiscus</i> Werd.	Бразилія	Німеччина, Кіль, б/с, 1979	насіння	35
<i>M. matanzanus</i> Leon	Куба	Україна, Київ, Нац. б/с ім. М.М. Гришка, 2007	сіянці	12
<i>M. neryi</i> K. Sch.	Бразилія	Україна, Київ, аматор, 1970	сіянці	44

лабораторних умовах у паперових пакетах при температурі (+18-23°C).

### Результати та їх обговорення

Мелокактуси вибагливі до умов культивування. Дорослі рослини чутливі до температури повітря та вологості ґрунту, особливо у зимовий період. Тому знання особливостей їх вирощування в умовах оранжерей сприяє збереженню цих рослин. Із 18 видів, що зібрані у колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, цвітуть і плодоносять 7. Отже майже половина рослин цього роду (Табл. 1) проходять повний цикл розвитку в умовах оранжерей.

Значну цінність для колекції мають види, які належать до рідкісних або тих, що знаходяться під загрозою зникнення у місцях природного ареалу. Тому було проаналізовано колекцію *Melocactus* на наявність таксонів, занесених до Червоного списку IUCN. Встановлено, що *M. azureus* Buin. et Bred. та *M. conoideus* Buin. et Bred. занесені до зазначеного списку (FULLER & FITZGERALD 1987; IUCN 2001, 2010; НІКІТІНА та ін. 2011).

*M. azureus* росте у Бразилії, на висоті 450-800 м н.р.м., на вапняках. Це багаторічна рослина, стебло якої кулясте, до 15 см заввишки та 12 см у діаметрі. Цефалій до

3,5 см заввишки та 7 см у діаметрі. Квітки кармінові. Насіння блискуче, чорне. Категорія рідкісності – EN. У колекції з 1997 року. Не цвіте.

*M. conoideus* росте у Південно-Східній Бразилії. Це багаторічна рослина, стебло якої приплюснuto-кулясте, до 10 см заввишки та 17 см у діаметрі. Цефалій до 4 см заввишки. Квітки лілові. Категорія рідкісності – CR. У колекції з 1978 року. Не цвіте.

Нами проведено аналіз присутності у колекції видів *Melocactus*, включених до Конвенції CITES (додатки I та II). Виявлено, що 1 вид включено до Додатку I, а 15 – до Додатку II (НІКІТІНА та ін. 2013; CITES 2008).

Поповнення та відновлення колекції відбувається переважно за рахунок насінневого розмноження. В умовах захищеного ґрунту мелокактуси розмножують виключно насінням. Тому актуальним є вивчення якості насіння місцевої репродукції отриманого в умовах оранжерей.

Були визначені показники насінневої продуктивності двох видів рослин роду *Melocactus*: *M. maxonii* (Rose.) Gurke та *M. neryi* K. Sch. На одній рослині *M. maxonii* утворюється  $49 \pm 3,5$  плодів, в одному плоді міститься  $16 \pm 10,0$  насінин, маса 1000 насінин

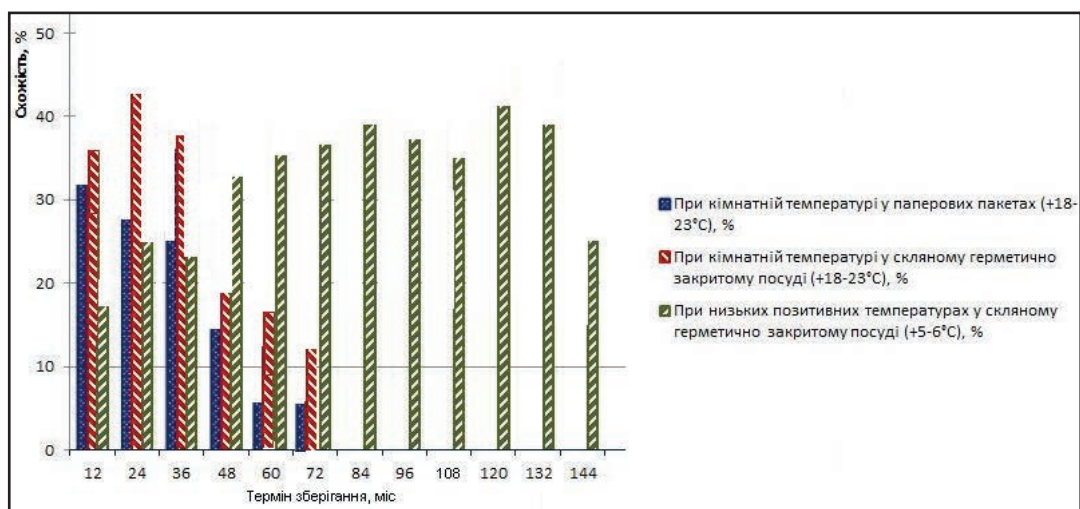


Рис. 1. Вплив умов та терміну зберігання на схожість насіння *Melocactus maxonii*.

Fig. 1. Influence of conditions and term of storage on seed germination of *Melocactus maxonii*.

становить  $610 \pm 10,0$  мг. Насіння чорне, блискуче, овальне, поверхня бугорчата,  $1,4 \pm 0,01$  мм завдовжки,  $1,0 \pm 0,04$  мм завширшки. Свіжозібране насіння має схожість 23%. На одній рослині *M. pegu* утворюється  $16 \pm 3,0$  плодів, в одному плоді міститься  $9 \pm 1,4$  насінин, маса 1000 насінин становить  $500 \pm 10,0$  мг. Насіння чорне, блискуче, овальне, поверхня бугорчата,  $1,3 \pm 0,01$  мм завдовжки,  $1,0 \pm 0,01$  мм завширшки. Свіжозібране насіння має схожість 30%. Перші сходи з'явилися на 7-й день, масова поява сходів спостерігалась на 17-19 день.

Насіння утворюється шляхом самозапилення, що має особливе значення в умовах захищеного ґрунту.

На прикладі *M. maxonii* вивчали схожість насіння, залежність схожості насіння від умов та терміну зберігання. Насіння, що використовували в досліді, збирали по мірі його дозрівання у фазі повної стиглості. Відбирали насіння добре виповнене та без механічних ушкоджень (Рис. 1).

Дослідження схожості насіння при зберіганні його у різних умовах дозволяє встановити найоптимальніші умови зберігання, що має важливе практичне значення.

Встановлено, що насіння *M. maxonii*, яке зберігали у лабораторних умовах у скляному герметично закритому посуді та паперових пакетах при температурі  $+18-23^\circ\text{C}$  втратило схожість через 72 місяці. А насіння, яке зберігали при низьких позитивних температурах ( $+5-6^\circ\text{C}$ ) у скляному герметично закритому посуді через 144 місяці мало схожість 24%. Аналіз отриманих даних (Рис. 1) показав, що насіння найшвидше втрачає схожість, якщо його зберігати при кімнатній температурі в паперових пакетах.

## Висновки

Отже, 7 видів роду *Melocactus* з 18, представлених у колекції, досягли репродуктивної фази розвитку, тобто цвітуть та утворюють життєздатне насіння. Рослини інших 11 видів залишаються на вегетативній фазі розвитку. 16 видів роду належать до рідкісних і таких, що знаходяться під загрозою зникнення та внесені до Червоного списку IUCN або Конвенції CITES (додатки I та II). Зберігання насіння у скляному посуді є ефективнішим, ніж зберігання його в паперових пакетах.

## Використані джерела

- ВАСИЛЬЕВА И.М., УДАЛОВА Р.А. 2007.** Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова (Коллекция растений аридных областей Земли). Ростов, Санкт-Петербург.
- ГАЙДАРЖИ М.М., БАГЛАЙ К.М. 2007.** Життєві форми рослин родини Састасеae Juss. в умовах захищеного ґрунту. *Вісн. Київ. ун-ту. Інтродукція та збереження рослинного трізноманіття* **16**: 77–79.
- ЛАПИН П.И. 1975.** Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. ГБС, Москва.
- НІКІТІНА В., БАГЛАЙ К., ГАЙДАРЖИ М. 2011.** Види сукулентних рослин, що занесено до Червоного списку МСОП і представлено в колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. *Вісн. Київ. ун-ту. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття* **29**: 29–32.
- НІКІТІНА В., БАГЛАЙ К., ГАЙДАРЖИ М. 2013.** Раритетні види сукулентних рослин колекції Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна (CITES, IUCN, Червоний список Південної Африки). *Вісн. Київ. ун-ту. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття* **31**: 26–28.
- ANDERSON E.F. 2001.** The Cactus Family. Portland.
- BACKBERG C. 1976.** Das Kakteenlexicon. Jena.
- CITES 2008.** Checklist of CITES species. UNEP World Conservation Monitoring Centre. Cites Secretariat. Geneva. <http://www.cites.org/eng/resources/species.html>
- FULLER D., FITZGERALD S. 1987.** Conservation and commerce of cacti and other and succulents. Traffic, Washington.
- IUCN 2001.** IUCN Red List. Categories and criteria. IUCN, Cambridge.
- IUCN 2010.** The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/>

**COLLECTION OF PLANTS OF THE GENUS *MELOCACTUS* (TOURN.) LINK ET OTTO  
(CACTACEAE JUSS.) AND PECULIARITIES OF THEIR REPRODUCTION**

KATERYNA BAGLAY

**Abstract.** Taxonomic composition of *Melocactus* collection at O.V. Fomin Botanical Garden, as well as peculiarities of their reproduction under the conditions of introduction has been considered. Rare and threatened *Melocactus* species in the collection were identified.

**Key words:** *Melocactus*, Cactaceae, introduction, collection, seed germination

NNC "Institution of Biology" of Kyiv Taras Shevchenko National University, O.V. Fomin Botanical Garden, S. Petlyura str. 1, 01032 Kyiv, Ukraine; [fomin-sad@yandex.ru](mailto:fomin-sad@yandex.ru)



УДК 582.949.2:581.45:631.525

## МОРФОЛОГІЯ СУЦВІТТЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЦВІТІННЯ *BAPTISIA AUSTRALIS* (L.) R.Br. (FABACEAE) ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ У НАЦІОНАЛЬНОМУ БОТАНІЧНОМУ САДУ ІМ. М.М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ

ВІРА Г. МИКОЛАЙЧУК

**Анотація.** Проаналізовано будову суцвіття *Baptisia australis* протягом цвітіння при інтродукції у НБС ім. М.М. Гришка НАН України. Встановлено динаміку розвитку суцвіття, цвітіння окремих квіток.

**Ключові слова:** *Baptisia australis*, морфологія, суцвіття, квітка

Миколаївський національний аграрний університет, вул. Паризької Комуни, 9, м. Миколаїв, 54031, Україна; mikolaycuk07@mail.ru

### Вступ

На сучасному етапі розвитку цивілізації більша частина населення проживає у великих містах, що вимагає залучення нових видів рослин для озеленення. До таких рослин існують певні вимоги щодо ознак декоративності, за якими їх об'єднують у групи: декоративнолистяні; гарноквітуючі; види, що мають декоративні листки і квітки; види, що мають декоративні плоди та ґрунтопокривні (Кондратюк *и др.* 1990). Залучення інтродуцентів з поліфункціональними властивостями до озеленення є одним зі шляхів збагачення асортименту квітково-декоративних рослин для створення об'єктів зеленого будівництва.

Серед маловідомих рослин привертає увагу *Baptisia australis* (L.) R.Br. (синоніми *B. australis* var. *minor* (Lehm.) Fernald, *B. minor* Lehm.) – багаторічна трав'яниста рослина заввишки 80-120(180) см з підземними кореневищами (Вульф *и Малеева* 1969). Стебло прямостояче з сизим відтінком. Листки сизувато-зелені, трійчасто-складні. Квітки завдовжки близько 2,5 см, зібрані у кінцеві китиці на верхівках

стебел. Оцвітина може мати різні відтінки синього кольору. Плід – сплюснений біб завдовжки 2,5-7,5 см з 4-6 кулястими насіннями. Баптизія південна поширена у східній частині Північно-американського континенту, де росте на відкритих ділянках, віддає перевагу добре дренованим ґрунтам (BASKIN & BASKIN 2002).

Це перспективна невибаглива посухо- та морозостійка декоративна і технічна рослина, проте у Європі її рідко можна побачити за межами ботанічних садів. Враховуючи, що ця рослина має тривалий період вегетації, а також відзначається декоративними властивостями, постає необхідність вивчення тривалості її цвітіння та морфологічних особливостей суцвіть і квіток. В Україні подібні дослідження проведено вперше.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилися у 2010-2012 рр. на ділянках відділу нових культур Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, який розташований у південній частині міста Києва (50°22' п.ш. та 30°33' с.д.).

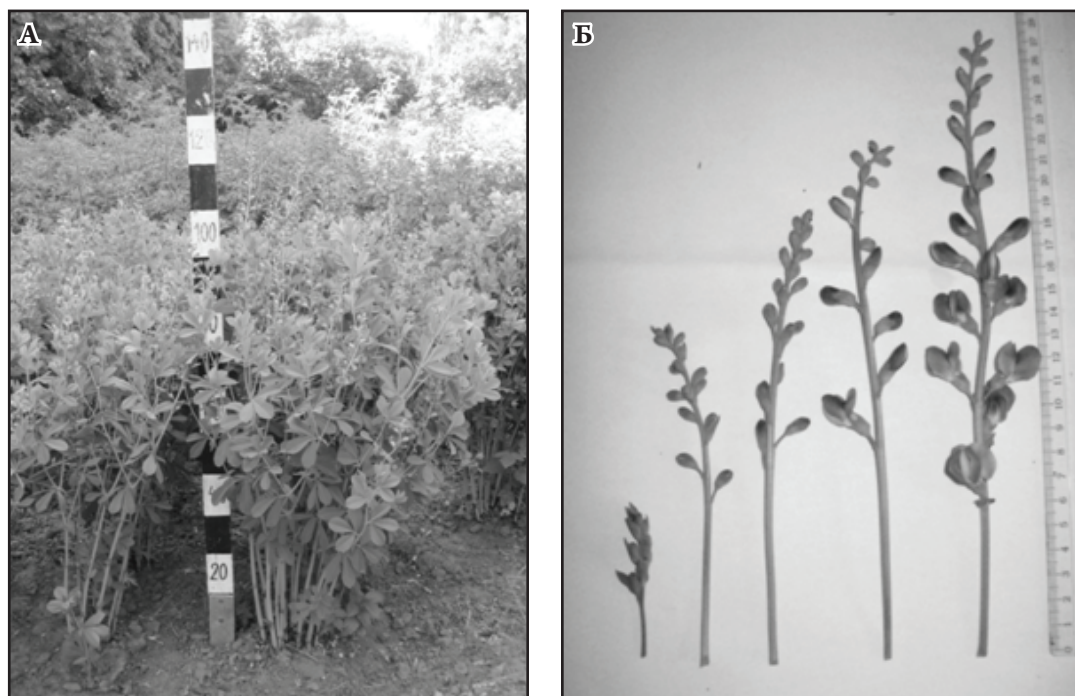


Рис. 1. Рослини (А) та суцвіття (Б) *Baptisia australis*.

Fig. 1. Plants (A) and inflorescences (Б) of *Baptisia australis*.

Територія саду прилягає до долини Дніпра і простягається на 1,8 км з півночі на південь та близько 1 км – з заходу на схід. Ґрунти ділянки, де проводилися дослідження, темно-сірі, опідзолені, слабо змиті (РАХМЕТОВ *та ін.* 2004).

Об'єктом досліджень були зрілі генеративні особини *B. australis* віком 5-7 років, вирощені на плантаціях, закладених з насіння власної репродукції.

### Результати та їх обговорення

У результаті досліджень встановлено, що для рослин *B. australis* характерний тривалий період вегетації з першої декади квітня до третьої декади жовтня, який складає близько 210 діб. Цвітіння рослин розпочинається з третього року вегетації. У зрілих генеративних особин переважає кількість генеративних пагонів над вегетативними. Найбільшої висоти рослини близько 110 см досягають у фазі цвітіння. На генеративних пагонах формуються двосторонні китиці. У

переважній більшості суцвіття формуються на головних пагонах, і лише у 20% генеративних пагонів вони закладаються на бічних пагонах, тому в фазі цвітіння кількість суцвіть дещо збільшується. Розцвітання квіток акропетальне.

Формування суцвіття спостерігається з третьої декади травня. За багаторічними спостереженнями, цвітіння рослин спостерігається починаючи з першої декади червня і триває до першої декади липня. Найбільшої загальної довжини суцвіття ( $38,26 \pm 3,83$  см) досягають у першій декаді червня, коли розцвітають квіти верхньої ділянки суцвіть (Рис. 1).

Динаміка збільшення загальної довжини суцвіття, його субфлоральної та флоральної частин протягом цвітіння описується за відповідними формулами (Табл. 1). Для довжини субфлоральної частини суцвіття характерна незначна залежність від тривалості цвітіння, хоча для флоральної та загальної довжин ця залежність висока. Встановлено підвищену та високу залежність



**Табл. 1.** Вплив тривалості цвітіння на довжину суцвіття *Baptisia australis*.

**Tabl. 1.** The influence of duration of blooming on the length of *Baptisia australis* inflorescences.

Показник	Функція
Загальна довжина суцвіття, см	$y=1,0993x+23,803$ $R^2=0,6892$
Субфлоральна частина суцвіття, см	$y=0,0711x+9,313$ $R^2=0,2339$
Флоральна частина суцвіття, см	$y=7,0123\ln(x)+9,7757$ $R^2=0,8852$

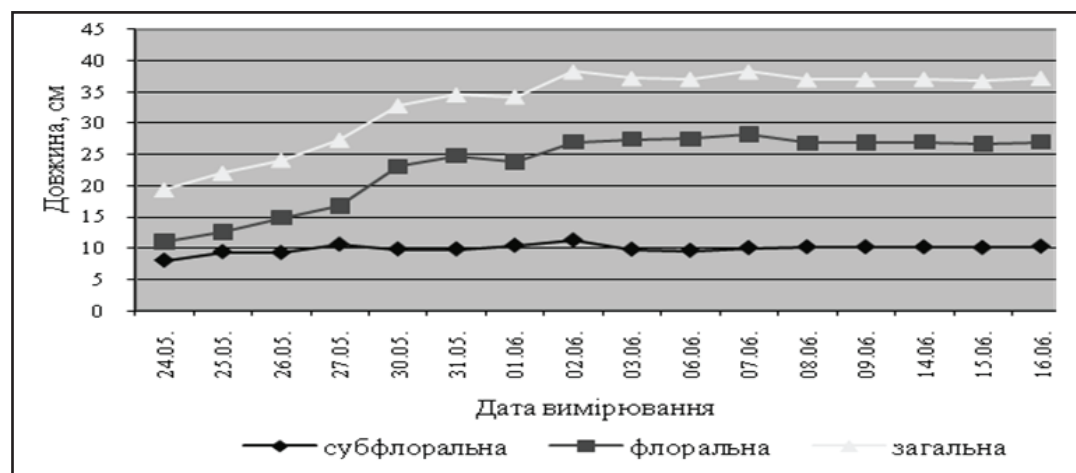
між субфлоральною та загальною (0,6967), субфлоральною та флоральною (0,6251) й між флоральною та загальною (0,9953) довжинами суцвіття. Співвідношення між флоральною і субфлоральною частинами суцвіття становить від 0,74 у період до початку цвітіння (третьа декада травня) до 0,35 – у період масового цвітіння (перша декада червня). По закінченні цвітіння (друга декада червня) це співвідношення становить 0,41. Співвідношення між флоральною і загальною довжиною суцвіття змінюється протягом цвітіння від 0,58 на початку цвітіння до 0,73 – при цвітінні квіток у середній і верхній ділянках суцвіття (Рис. 2).

Середня кількість бутонів у суцвітті становить  $26,71 \pm 2,69$  шт., поява синього

забарвлення нижніх бутонів спостерігалася 27 травня, цвітіння першої квітки – через три доби, а остання квітка суцвіття відцвіла через дев'ять діб. Встановлено, що оцвітіння кожної наступної квітки починає забарвлюватися у різні відтинки синього кольору лише після того, як починає цвісти попередня квітка. 77 % бутонів розпустилися, відсоток плодоцвітіння склав 80 %. Тривалість цвітіння однієї квітки становила 1 добу, а суцвіття – близько 12 діб.

### Висновки

При інтродукції *B. australis* у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України цвітіння рослин починається з третього року вегетації. Частка плодоцвітіння склала 80%. Тривалість цвітіння окремої квітки – доба, а суцвіття – 12 діб. Встановлено, що існує залежність між співвідношенням частин суцвіття. Виявлені особливості фенології цвітіння, а також розвитку суцвіття та співвідношення між його частинами можуть бути успішно використанні при інтродукції даного виду. Завдяки декоративності суцвіття та тривалим періодом цвітіння рослини *B. australis* можна рекомендувати для використання в озелененні населених пунктів України.



**Рис. 2.** Динаміка морфометричних показників суцвіття *Baptisia australis* протягом цвітіння.

**Fig. 2.** The dynamics of morphometric parameters *Baptisia australis* inflorescence during the blooming.

**Використані джерела**

- Вульф Е.В., Малеева О.Ф. 1969.** Мировые ресурсы полезных растений. Справочник. Наука, Ленинград.
- Кондратюк Е.Н., Бурда Р.И., Чуприна Т.Т. и др. 1990.** Декоративные растения природной флоры Донбасса (рекомендации). Донецк.
- Рахметов Д.Б., Стадничук Н.О., Корабльова О.А. та ін. 2004.** Нові кормові, пряносмакові та овочеві інтродуценти в Лісостепу і Поліссі. Фітосоціоцентр, Київ.
- BASKIN C.C., BASKIN J.M. 2002.** Propagation protocol for production of container *Baptisia australis* (L.) R.Br. ex Ait. f. plants; University of Kentucky, Lexington, Kentucky. Native Plant Network. <http://www.nativeplantnetwork.org>

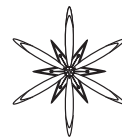
**MORPHOLOGY OF INFLORESCENCE AND BLUMING PECULIARITIES OF  
BAPTISIA AUSTRALIS (L.) R.BR. (FABACEAE) INTRODUCED IN M.M. GRISHKO NATIONAL  
BOTANICAL GARDEN NAS OF UKRAINE**

VIRA G. MIKOLAJCHUK

**Abstract.** The structure of inflorescence in *Baptisia australis* introduced in conditions of M.M. Grishko National Botanical Garden in Kyiv has been studied. The dynamics of blooming and inflorescence development were analyzed.

**Key words:** *Baptisia australis*, morphology, inflorescence, flower

*Mykolayiv National Agrarian University, Paryzka Komuna str. 9, 54031 Mykolayiv, Ukraine; mikolajcuk07@mail.ru*



УДК 582.929.4:581.5 (477.42)

## БИОМОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *LOPHANTHUS ANISATUS* ADANS ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ В УМОВАХ БОТАНІЧНОГО САДУ ЖНАЕУ

Людмила А. Котюк<sup>1</sup> та Джамал Б. Рахметов<sup>2</sup>

**Анотація.** Встановлено особливості росту, розвитку та морфології *Lophanthus anisatus* Adans при інтродукції в умовах ботанічного саду ЖНАЕУ. Рослини при розмноженні насіннєвим способом цвітуть і плодоносять, формують повноцінне насіння, починаючи з першого року життя. На епідермі стебла, абаксіальній поверхні листка та чашечки *L. anisatus* виявлено велику кількість екзогенних ефіроолійних вмістилищ – трихом і ефіроолійних залоз.

**Ключові слова:** *Lophanthus anisatus*, морфологічні особливості, інтродукція, ефіроолійні рослини

<sup>1</sup> Житомирський національний агроєкологічний університет, Старий бульвар, 7, м. Житомир, 10008, Україна; kotyukl@mail.ru

<sup>2</sup> Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна; jamal\_r@bigmir.net

### Вступ

Лофант ганусовий (*Lophanthus anisatus* Adans) належить до родини Губоцвіті (Lamiaceae Lindl.). Батьківщина цієї рослини – Північна та Центральна Америка. У дикому стані лофант ганусовий росте у Середній Азії та на Далекому Сході, на заході США і Канади. Невеликі плантації лофанта з'явилися останнім часом у Молдові та Криму (Свиденко 1998).

Лофант – чудова декоративна й пряно-ароматична рослина. Квітки виділяють велику кількість нектару, тому лофант – чудовий медонос. Під час вегетації у наземній частині лофанту накопичується ефірна олія, яка у своєму складі містить метилхавікол, завдяки чому рослина набуває сильного ганусового запаху. Ефірна олія лофанту має сильну бактерицидну дію, чим обумовлено її використання у лікувальних цілях, у харчовій і парфумерно-косметичній галузі (Абделлаал и Фурсов 2009; Великородов и др. 2010; Рахметов та ін. 2003).

За цілющі властивості лофант ганусовий здобув славу «північного женьшеню». Діапазон його використання різноманітний. У медицині з лофанту виготовляють препарати для зміцнення імунної системи, лікування бронхів, респіраторно-вірусних захворювань, грибкових інфекцій. Щоденне вживання настою лофанта у вигляді чаю сприяє поповненню хрому в організмі людини, сповільнює старіння, омолоджує і оздоровлює, сприяє виведенню з організму шкідливих речовин – радіонуклідів, важких металів, шлаків. Лофант ганусовий успішно застосовують у лікуванні атеросклерозу, стенокардії, він знижує артеріальний тиск при гіпертонії. Листки лофанту використовують для інгаляцій, лікувально-оздоровчих ванн (Капелєв 1980; Прошаків 2002; Лобусь и др. 2004).

Вивчення біолого-морфологічних особливостей інтродуцента лофанту ганусового дасть можливість в умовах Полісся впровадити у культуру нову нетрадиційну рослину з метою подальшого її використання у фармації, харчовій,

парфумерній та інших галузях народного господарства.

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження здійснювали у ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету (м. Житомир), використовували два сорти рослин: білоkwітковий – *L. anisatus* cv. 'Leleka' та синьокwітковий – *L. anisatus* cv. 'Siniy veleten'.

Насіння висівали 22-29 kwітня на глибину 1 см, після чого ґрунт ущільнювали. Схема розміщення рослин – 50×30 см. Догляд за рослинами полягав у прорідженні рослин, розпушуванні ґрунту, видаленні бур'янів.

Для проведення роботи з вивчення морфо-біологічних особливостей і господарсько-цінних ознак лофанту ганусового були застосовані польові досліді у комплексі з лабораторними дослідженнями. Особливості проходження фенологічних фаз розвитку рослин вивчались згідно з загальноприйнятими методиками (Бейдеман 1974; Рахметов та ін. 2003; Порада 2007).

Для мікроскопічного аналізу органів використовували мікроскопи: МБС-10 зі збільшенням у 14, 30, 60 і 100 раз, Біолам-70 зі збільшенням у 56 і 120 раз. Фотофіксацію результатів проводили з використанням цифрової фотокамери DSC-W 40.

### Результати та їх обговорення

Лофант ганусовий – багаторічна полікарпічна трав'яна рослина. Надземна частина лофанту утворена системою монокарпічних пагонів, які відмирають при завершенні вегетації та відновлюються весною наступного року з зимуючих бруньок, які знаходяться на рівні ґрунту.

При посіві насіння у третій декаді kwітня сходи *L. anisatus* появлялись через 18-23 доби. Проростання насіння надземне. Спочатку на поверхні ґрунту з'являлись дві сім'ядолі, через 5-7 діб – перша пара справжніх листків (Рис. 1 А, Б). Після появи третьої пари

справжніх листків сім'ядолі опадали, ріст лофанту прискорювався, при появі 7-8 пар листків (через 18-25 діб з моменту появи сходів) на основному пагоні спостерігали розвиток пагонів другого порядку.

Фаза бутонізації розпочиналась через 83-93 доби з моменту появи сходів, фаза цвітіння – через 98-107 діб. Суцвіття лофанту формувались спочатку на головному пагоні, згодом – на бічних (Рис. 1 В, Г; Рис. 2 А, Б).

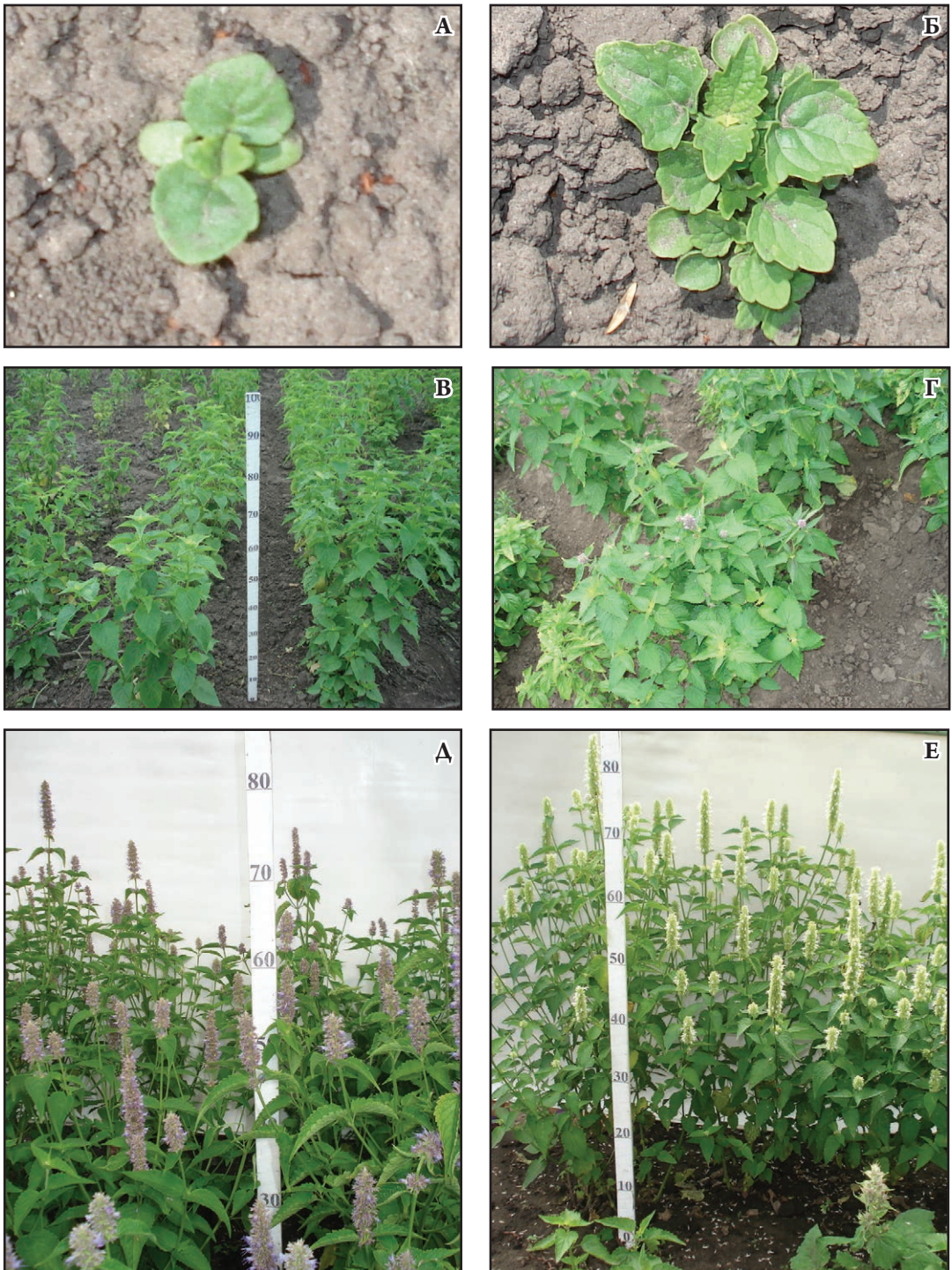
Цвітіння рослин лофанту ганусового довготривале – від 30 до 41 доби. У рослин першого року життя спостерігали початок цвітіння з останньої декади серпня до жовтня. Фазу плодоношення спостерігали через 133-153 доби з моменту появи сходів *L. anisatus* Насіння достигало у жовтні. Повне відмирання рослин спостерігали у листопаді, при зниженні температури навколишнього середовища.

У цілому, період від посіву насіння до відмирання надземної частини рослин лофанту ганусового першого року життя складав від 187 (2010 рік) до 200 (2012 рік) діб, у середньому – 193 доби.

Відростання рослин лофанту другого-третього років життя після перезимівлі спостерігали у kwітні, коли уже був відсутній сніговий покрив і температура повітря перевищувала +10°C. Слід відмітити, що взимку 2013 року загинуло 5% рослин лофанту третього року життя.

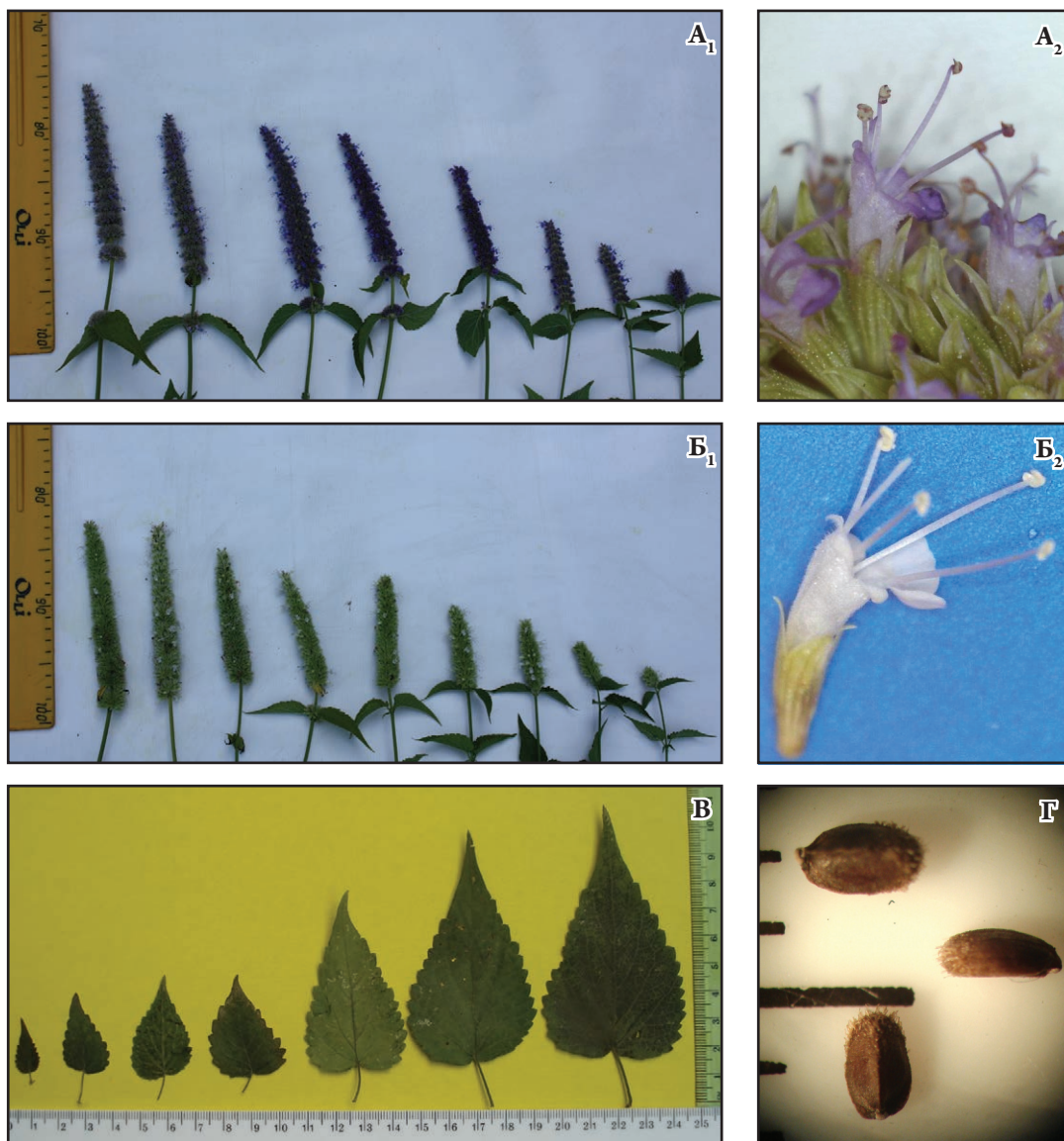
Темпи росту і розвитку рослин 2-4 років життя були більш інтенсивними у порівнянні з першим роком. Так, фазу бутонізації у рослин другого-третього років життя спостерігали через 70-73 доби з моменту початку відростання, цвітіння – через 84-91 добу, плодоношення – через 129-137 діб. Насіння дозрівало у серпні - першій декаді вересня. Загальна тривалість вегетаційного періоду рослин другого року життя становила 165 діб, третього – 166 діб, четвертого – 159 діб.

Слід відмітити, що у перший рік росту рослини досягали висоти 0,6-0,8 м і мали один головний розлогий пагін, а в подальшому щорічно кількість головних і бічних пагонів та суцвіть збільшувалась, тоді куш виростав



**Рис. 1.** Фази розвитку *Lophanthus anisatus*: А, Б – сходи та формування перших пар листків (перший рік життя); В – стеблування; Г – бутонізація (другий рік життя); Д, Е – цвітіння (третій рік життя).

**Fig. 1.** The phases of *Lophanthus anisatus* development: А, Б – sprouts and formation of pairs of the first leaves (the first year of life); В – formation of a stem; Г – budding (the second year of life); Д, Е – blossoming (the third year of life).



**Рис. 2.** Морфологічні особливості органів рослин: **А** – суцвіття і квітці *Lophanthus anisatus* cv. 'Siniy veleten'; **Б** – суцвіття і квітці *L. anisatus* cv. 'Leleka'; **В** – листки; **Г** – ереми.

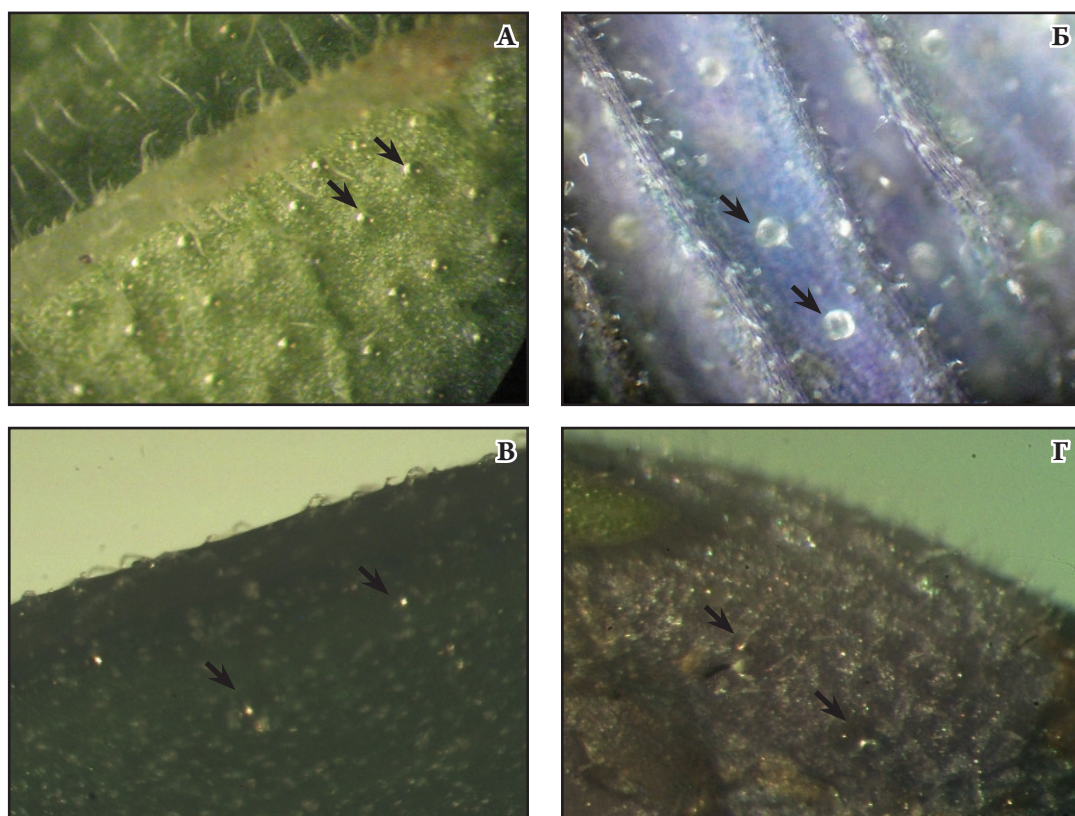
**Fig. 2.** Morphological features of different plants' organs: **A** – inflorescence and flower of *Lophanthus anisatus* cv. 'Siniy veleten'; **Б** – inflorescence and flower of *L. anisatus* cv. 'Leleka'; **В** – leaves; **Г** – seeds.

висотою до 0,8-1,7 м і діаметром 0,8-1,0 м. На кожному пагоні утворювалось 8-18 колосоподібних суцвіть, довжиною від 8-15 см (перший рік росту) до 16-20 см (другий-четвертий рік росту) (Рис. 1 В-Е).

Квітці *L. anisatus* двостатеві, чашечка трубчато-дзвоникоподібна, зсередини з волосистим кільцем. Розмір квіток варіював

від 0,9 до 1,2 см. Віночок синьо-бузковий або білий. У квітці 4 тичинки, дві з яких довші, дві – коротші, маточка одна. Квітці зібрані у багатоквіткові несправжні кільця, які утворюють суцвіття тирс (Рис. 3 А, Б).

Стеблові листки лофанту у нижній частині пагона довгочерешкові, у верхній – короточерешкові, основа листка



**Рис. 3.** Екзогенні ефіроолійні вмістилища епідерми *Lophanthus anisatus*: А – листок (абаксіальна поверхня,  $\times 98$ ); Б – чашечка (абаксіальна поверхня,  $\times 120$ ); В – стебло ( $\times 98$ ); Г – віночок ( $\times 98$ ).

**Fig. 3.** Exogenous essential oil conceptacles on epidermis of *Lophanthus anisatus*: А – leaf (abaxial surface,  $\times 98$ ); Б – calyx (abaxial surface,  $\times 120$ ); В – stem ( $\times 98$ ); Г – corolla ( $\times 98$ ).

серцеподібна, верхівка загострена, край листової пластинки городчастий. Розміри листків: від  $2,2 \times 0,8$  до  $9,2 \times 5,2$  см (Рис. 2 В). Адаксіальна поверхня листка яскраво-зеленого кольору, абаксіальна – сіро-зеленого (Рис. 2 В). На поверхні стебла, абаксіальній епідермі листка та чашечки виявлено велику кількість екзогенних ефіроолійних вмістилищ – залозистих трихом і пельтатних ефіроолійних залоз (Рис. 3).

Плід лофанту ганусового – гладенький, довгасто-овальний, темно-коричневий горішок. Форма ерема овальна, тригранна. Спинна грань овальна, злегка опукла, у верхній частині розширена, вздовж ерема тягнуться чотири вузькі опуклі ребра. Черевна грань у верхній частині закруглена і густо вкрита волосками, що займають 1/3

поверхні грані. Бічні грані у верхній частині опушені волосками приблизно на 1/4 їх довжини. (Рис. 2 Г). Насіння лофанту дуже дрібне, маса 1000 штук насінин складала 0,439 г (*L. anisatus* cv. 'Leleka') і 0,402 г (*L. anisatus* cv. 'Siniy veleten').

### Висновки

Рослини *L. anisatus* в умовах ботанічного саду ЖНАЕУ розвивались нормально, розмножувались насіннєвим способом та вегетативно, формували повноцінне насіння, що є свідченням їх успішної інтродукції. Між *L. anisatus* cv. 'Siniy veleten' та *L. anisatus* cv. 'Leleka' особливих відмінностей росту та розвитку не виявлено.

Тривалість періоду від посіву до

відмирання надземної частини рослин *L. anisatus* першого року життя склала 193 доби. Загальна тривалість вегетаційного періоду рослин другого року життя становила 165 діб, третього – 166, четвертого – 159 діб.

На епідермальній поверхні вегетативних та генеративних органів рослин виявлено велику кількість залозистих трихом та пельтатних ефіроолійних залоз.

### Використані джерела

- АБДЕЛААЛ Х.А.А., ФУРСОВ В. Н. 2009.** Употребление нового чайного напитка из лопанта анисового в лечебных целях. *Естественные науки* **4 (29)**: 61–65.
- БЕЙДЕМАН И.Н. 1974.** Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Наука, Новосибирск.
- ВЕЛИКОРОДОВ А.В. КОВАЛЕВ В.Б., ТЫРКОВ А.Г., ДЕХТЯРОВ О.В. 2010.** Изучение химического состава и противогрибковой активности эфирного масла *Lophyanthus anisatum* Benth. *Химия растительного сырья* **2**: 143–146.
- КАПЕЛЕВ И.Г. 1980.** Интродукция и введение в культуру лопанта. *Пищевая и эфиромасличная промышленность* **2**: 10–13.
- РАХМЕТОВ Д.Б., КОРАБЛЕВА О.А., СТАДНИЧУК Н.О. та ін. 2003.** Каталог завершених наукових розробок відділу нових культур. Нора, Київ.
- ЛОБУСЬ О.К., РАБОТЯГОВ О.Д., КУТЬКО С.П., ХЛЫПЕНКО Л.А. 2004.** Эфирномасличные и пряноароматические растения: 139–143 Айлант, Херсон.
- ПОРАДА О.А. 2007.** Методика формування та ведення колекції лікарських рослин. Березоточа, Полтава.
- ПРОШАКОВ Ю.И. 2002.** Лопант анисовый – двойник женьшеня. *Картофель и овощи* **1**: 16–17.
- СВИДЕНКО Л.В. 1998.** К изучению биологии развития лопанта анисового, иссопа обыкновенного, чабера душистого. *Бюлл. Никит. ботан. сада* **80**: 95–97.

### BIOMORPHOLOGICAL FEATURES OF *LOPHANTHUS ANISATUS* ADANS INTRODUCED IN CONDITIONS OF ZHNAEU'S BOTANICAL GARDEN

LYUDMYLA A. KOTYUK<sup>1</sup> & DZAMAL B. RAKHMETOV<sup>2</sup>

**Abstract.** The paper establishes some special features of *Lophanthus anisatus* Adans growth, development and morphology which being introduced in the ZhNAEU's Botanical Gardens. After seed propagation the plants are blossoming, they produce fruits and seeds of full value starting from the first year of life. A great number of trichomes and essential oil glands have been found on the stem epidermis, abaxial surface of the leaf, and calyx.

**Key words:** *Lophanthus anisatus*, morphological features, introduction, essential oils

<sup>1</sup> Zhytomyr National Agroecological University, Stary Boulevard 7, 10008 Zhytomyr, Ukraine; kotyukl@mail.ru

<sup>2</sup> M.M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine; Timiryazevskaya str. 1, 01014 Kyiv, Ukraine; jamal\_r@bigmir.net





УДК 582.573.21:581.4

## БУДОВА ПАГОНОВОЇ СИСТЕМИ *OXALIS TETRAPHYLLA* SAV.

Алла Жила \* та Ольга Тимченко \*\*

**Анотація.** Показано, що *Oxalis tetraphylla* Cav. має чітку спеціалізацію пазушних меристем, 3 типи лусок, сидячі латеральні бруньки.

**Ключові слова:** *Oxalis tetraphylla*, пагоноутворення, тип лусок

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна;  
\* allazhila@yandex.ru, \*\* olgaalex1@ukr.net

### Вступ

Космополітичний рід квасениця (*Oxalis* L.) складний у таксономічному відношенні. До його складу, за оцінками різних авторів, входить від 500 видів (KUNTH 1930; DENTON 1973; LOURTEIG 2000) до 800-950 (LOURTEIG 1980). Життєві форми рослин роду *Oxalis* надзвичайно різноманітні – однорічні і багаторічні трави, виткі рослини, листкові і стеблові сукуленти, альпійські подушкоподібні форми, зрідка напівкущі та дерева. Рід *Oxalis* єдиний серед дводольних рослин, представники якого мають справжні цибулини.

Цибулинним квасеницям характерна надзвичайна морфологічна і географічна диверсифікація з двома центрами різноманіття – одним у Південній Африці, другим – у Південній і Центральній Америці. Всі південноафриканські цибулинні квасениці (більше 200 видів) сконцентровані у Капському флористичному регіоні і мають тунікатні цибулини (SALTER 1944). У той же час, американські цибулинні квасениці (секція *Ionoxalis*) мають цибулини імбрикатні (GARDNER *et al.* 2012).

Молекулярно-філогенетичні дослідження квасениць показали необхідність порівняння отриманих даних з морфологічними та онтогенетичними дослідженнями

представників роду (EMSHWILLER *et al.* 2009). Не вирішеною залишається також низка питань щодо органографії їх цибулинних представників (ESTELITA-TEIXEIRA 1982).

За даними різних авторів до складу секції *Ionoxalis* входить від 25 (DENTON 1973) до 40 (KUNTH 1930; LOURTEIG 1994, 2000) та до 60 видів (GARDNER *et al.* 2012).

За результатами молекулярно-філогенетичного аналізу (OBERLANDER *et al.* 2009; HEIBL & RENNER 2012) найбільш спорідненими до квасениці чотирьохлистої (*O. tetraphylla* Cav., *syn. O. deppei* Lodd.) і на сьогодні найбільш вивченими, як інвазивні трансконтинентальні бур'яни (LOURTEIG 2000), є *O. latifolia* Kunth та *O. debilis* Kunth. Квасениця чотирьохлиста добре відома як садова і оранжерейна декоративно-листяна рослина (YOUNG 1958; GARDNER *et al.* 2012).

Досить часто в квітництві вважається, що *O. tetraphylla* та *O. deppei* – це два різні таксони (SAN MARCOS GROWERS 2013). Зокрема, YOUNG (1958) зазначає, що *O. deppei* відрізняється від *O. tetraphylla* наявністю сидячих цибулинок і деякими відмінностями у будові листка, а DENTON (1973) поділяє *O. tetraphylla* на 3 різновиди.

*O. tetraphylla* походить з високих плато у Мексиці, Панамі, Гватемалі, Коста-Риці, Карибських островах (TROPICOS 2013).

*O. tetraphylla* віднесена до групи квасениць з місцезростанням лісового типу – вологі соснові ліси на схилах вулканів, змішані ліси (HEIBL & RENNER 2012), з висотами зростання 800-2400 м (TROPICOS 2013; PÉREZ-CALIX 2009). Для цих місць характерний тропічний вологий клімат з сезоном дощів з травня по вересень-жовтень і сухим сезоном з листопада до квітня з відносно постійною температурою протягом року (CHINCI WORLD ATLAS 2013).

### Матеріали і методи досліджень

Річний цикл розвитку *O. tetraphylla* вивчали протягом 2011-2013 років у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. Протягом вегетаційного періоду (березень-листопад) один раз на місяць вибирали по 3 рослини для встановлення морфоструктури цибулини. Рослини аналізували під біноклярною лупою, послідовно видаляючи луски. Луски називали згідно ФЕДОРОВ *и др.* (1962): м'ясисті – товсті, соковиті; шкірясті – щільні, жорсткі, міцні; перетинчасті – тонкі, не прозорі.

Метою роботи був аналіз наступного комплексу структур і динамічних ознак: тип пагону і особливості пагоноутворення, тип лусок, їх число і функціональне призначення, активність пазушних меристем.

### Результати та їх обговорення

ESTELITA-TEIXEIRA (1982) зазначає, що цибулинні *Oxalis* відрізняються стебловою частиною (довжиною пагонової осі, столонів) та типами цибулинних лусок. У представників секції *Iopoxalis* існує 2 типи підземних пагонів, а саме – стиснена головна вісь і нормальної довжини пазушні, сезонні (ефемерні) столони, які продукують нові цибулини (OBERLANDER *et al.* 2009) і відповідають за клональне поновлення цибулин (DENTON 1973; ESTELITA-TEIXEIRA 1982).

Зазначається, що *O. tetraphylla* має тонкі подовжені підземні пагони завдовжки

декілька сантиметрів (YOUNG 1958; LOURTEIG 1980), але у дослідного *O. tetraphylla* ми не спостерігали формування підземних столонів, у нього всі латеральні бруньки сидячі.

Цибулина *O. tetraphylla* досягає 3 см (LOURTEIG 1980) або навіть 4 см (YOUNG 1958) у діаметрі, її форма сферична або яйцеподібна, сформована редукованим стеблом конічної або дископодібної форми (LOURTEIG 1980). Наші дослідження показали, що розмір і форма цибулини залежать від її віку. Дорослі цибулини мають сферичну, дещо сплюснуту форму (до 3 см завширшки і 2,5 заввишки), а більш молоді – витягнуту, загострену (до 1,5 см завширшки і 2,5 см заввишки).

Щодо питання наростання головної осі у представників роду *Oxalis*, то на його моноподіальний характер у кореневищній (столонно-цибулинній) *O. acetosella* L. вказує ШОРИНА (1983), у бульбоцибулин *O. floribunda* Lehm. – JEANNODA-ROBINSON (1977), а у цибулинних представників – ЧУБ (2008).

При дослідженні будови південноамериканської імбрикатної цибулини *O. latifolia* було показано, що її дочірні цибулини послідовно галузяться до 3-4-го порядку і кожна цибулина певного порядку галуження відповідає певному вегетативному циклу, найстарша-материнська (1-го порядку галуження) з яких часто перебуває у стані деструкції (РОВВ 1962; ESTELITA-TEIXEIRA 1982). У природних умовах ці підпорядковані цибулинки відділяються шляхом скидання їх з пагонів і надалі вони здатні до самостійного існування.

Таким чином, з початком вегетативного циклу в пазухах цибулин певного порядку галуження починають диференціюватися «дітки» – цибулинки наступного порядку галуження. Наші дослідження показали, що цибулини як *O. tetraphylla*, так і *O. latifolia*, галузяться максимально до 4-го порядку.

У цибулинних *Oxalis* запасні речовини відкладаються в основному в листках, а стебло має обмежені функції зберігання

(OBERLANDER *et al.* 2009). Цибулина у представників секції *Ionoxalis* утворює вертикальну стеблову вісь, на якій спіралью розташовані наступні типи листків: м'ясисті луски; липкі захисні плівчасті зовнішні луски (DENTON 1973), які нещільно прилягають до цибулини; лускоподібні основи фотосинтезуючих листків (LOURTEIG 2000). Такі цибулини, окрім функції зберігання поживних речовин у м'ясистих лусках, виконують функції точок прикріплення фотосинтезуючих листків на стебловій осі, і рослини вважають «безстебловими» (LOURTEIG 2000) на відміну від південноафриканських «стеблових» цибулинних квасениць, у яких утворюється надземний пагін зі справжніми листками, які не входять до складу цибулини.

Щодо послідовності формування лусок, як відмічає DENTON (1973), зовнішні захисні луски формуються першими після поновлення росту після періоду спокою і швидко втрачаються з ростом цибулини. Після ряду захисних зовнішніх плівчастих формуються справжні (м'ясисті), більш вузькі луски. Захисні зовнішні луски відрізняються від м'ясистих тим, що вони тонші у поперечному перерізі, більш жорсткі і швидко стають змертвілими (PLANTWISE 2013).

Щодо характеру закладання латеральних бруньок, то у південноафриканської *O. pes-caprae* L. латеральні бруньки присутні в пазухах усіх листків цибулини (PÜTZ 1994). У *O. latifolia* квітконоси утворюються в пазухах як справжніх листків (ROVВ 1962), так і плівчастих лусок, столони ростуть як з пазух старих соковитих лусок (PLANTWISE 2013), так і справжніх листків (ROVВ 1962).

Нами встановлено, що у *O. tetraphylla* у пазухах указаних листків закладаються інші структури, а справжні листки у кінці вегетативного сезону повністю деформуються, не беручи участі у формуванні захисного шару цибулини. Саме у їх пазухах формуються квітконоси. У пазухах перших справжніх листків квітконоси закладаються, але не розвиваються. Це ж явище спостерігається і з останніми справжніми

листочками – навіть якщо розглядати їх на початковій стадії розвитку, то у їх пазухах закладені, але вже засохли, зачатки квітконосів. Добре розвинені і проходять всі стадії розвитку лише квітконоси, закладені в пазухах справжніх листків, розташованих посередині серії. У пазухах плівчастих лусок закладаються бруньки поновлення, а у пазухах соковитих лусок бруньки взагалі не закладаються.

Отже, у *O. tetraphylla* відбулася певна спеціалізація, кожна серія лусок (або справжніх листків) має певне функціональне призначення – кожній послідовно розташованій зоні пагону відповідають певні морфоструктури, строго закладені (або не закладені) у пазухах листків (або лусок) даної зони.

ESTELITA-TEIXEIRA (1982) відмічає, що структура лусок у цибулинних квасениць видоспецифічна. *O. tetraphylla* має вузькі ланцетоподібні, смугасті луски, зовнішні сухі, коричневого кольору (YOUNG 1958), зі зрослими з прилистками лусками і черешками (LOURTEIG 1980). Листкорозташування у представників роду *Oxalis* супротивне, іноді несправжньо-мутовчасте (EMSHWILLER 1999).

За нашими даними, кожна серія лусок має характерну будову. **Шкірясті луски** – овано-трикутні, 7-14-нервові, широкі (найбільша до 18 мм заввишки, до 12 мм завширшки), гострокінцеві, з гіаліновим краєм (до 2,2 мм завширшки), волокнисті, мають дуже опушений адаксиальний бік, нечисленні, швидко засихають (до кінця вегетації восени спостерігаються лише їх залишки). Саме у пазухах цих лусок закладаються бруньки поновлення (цибулинки-дітки). Максимальне число таких лусок (з бруньками поновлення різного ступеню сформованості в їх пазухах) зафіксовано 13 шт. **М'ясисті луски** – плоско-випуклі, 3-5(-7)-нервові, вузькі (найменша до 7 мм заввишки, до 2 мм завширшки), соковиті, мають майже не опушений адаксиальний бік, до осені не засихають. Всього зафіксовано таких лусок близько 65 шт.

Нами визначено, що між зоною шкірястих

лусок і зоною справжніх листків розташована єдина **перетинчаста луска**, нижча і ширша за останні соковиті луски, які їй передують. Її ширина становить 3,5 мм, а висота – 9 мм (для порівняння – остання м'ясиста луска має такі параметри – ширина 2 мм, висота 7 мм). Тобто, вона значно відрізняється від м'ясистих лусок як за розмірами, так і за консистенцією і чітко відмежовує зону шкірястих лусок від зони справжніх листків.

Для *O. tetraphylla*, як типового геофіта, характерна стійкість до перегріву і пересихання, що значною мірою забезпечується трихомами, розташованими на поверхні її органів. Густе повстисте опушення, що формується на поверхні її лусок, створює зону підвищеної вологості, що, як зазначають ГАМАЛЕЙ (1984) та ZHENG-YING (1995), знижує втрату вологи рослинами, зменшує їх нагрівання, практично не впливаючи на інтенсивність фотосинтезу.

Наші дослідження показали, що луски *O. tetraphylla* покриті 2 типами трихом на адаксиальному їх боці – помаранчево-коричневого кольору щетинистими до 7 мм завдовжки та залозистими з одноклітинною голівкою.

Відмічається, що у *O. tetraphylla* в одній розетці від 3 до 6 справжніх листків (Википедія 2013). За нашими даними у захищеному ґрунті протягом сезону з однієї цибулини послідовно утворюється до 9 справжніх листків, але одночасно на рослині їх може бути 4-5 шт. У відкритому ґрунті довжина черешків становить близько 55 см (у захищеному – до 35 см), листки пальчасто-складні, розділені на чотири більш-менш однакові листочки. Довжина окремих листочків у відкритому ґрунті – до 6 см (у захищеному – до 4 см). Листочки мають обернено-серцеподібну форму, з неглибоким поглибленням на верхівці, по краю – з рідкими зубчиками.

Нами встановлено, що основи справжніх листків 15-жилчасті і не мають гіалінового краю, а найбільша кількість справжніх листків, закладених однією цибулиною протягом вегетаційного періоду, становила 15 шт.

У *O. tetraphylla* основи надземних асимілюючих листків ніколи не розростаються і не стають вмістилищем поживних речовин, що суперечить твердженню ЧУВ (2008), який відмічає, що у *O. tetraphylla* основи фотосинтезуючих листків і катафіли, чергуючись в листових серіях, грають роль запасаючих органів. Адаже коли відмирає надземна частина асимілюючого листка, то починає відмирати і його основа, яка входить до складу цибулини, не виконуючи надалі захисної функції. Потреби в цьому нема, бо у пазухах справжніх листків закладаються квітконоси, які відцвітають у поточному році і необхідність захисту уже реалізованої меристеми відпадає.

Для цибулин *O. tetraphylla* не характерне стає число лусок, ємність цибулини може становити від 109 до 174 листків (справжніх листків та відозмінених – лусок). Цей показник залежить від сезону вибірки та віку цибулин. Відмічається, що більші за розмірами цибулини *O. tetraphylla* продукують більше цибулин-діток, аніж цибулини меншого розміру (STARTEK & WRAGA 1998). Нами це пояснюється тим, що у більшої за розміром цибулини (відповідно, старішої) цибулини-дітки розвивається не лише з бруньок поновлення безпосередньо материнської цибулини, але також уже і з бруньок її дочірніх цибулинок.

## Висновки

Отже, нашими дослідженнями показано наступне:

1) чітку спеціалізацію пазушних меристем у *O. tetraphylla*: бруньки, з яких розвиваються дочірні цибулини, закладаються лише в пазухах шкірястих лусок, з яких починається річний приріст; запасаючі луски взагалі не несуть бруньок у своїх пазухах; в пазухах справжніх листків закладаються квітконоси;

2) характер закладання латеральних бруньок у *O. tetraphylla* та у *O. latifolia* (РОВВ 1962) (дочірні цибулини закладаються в пазухах справжніх листків) свідчить про надзвичайну

диверсифікацію морфологічних ознак навіть у близькоспоріднених видів;

3) у дослідної *O. tetraphylla* відсутні вегетативно-рухливі столони, а її пагонова система складається з елементарних пагонів двох типів: моноподіальних вкорочених вегетативних і моноподіальних подовжених репродуктивних (квітконосів);

4) *O. tetraphylla* має 3 типи низових листків (лусок) – численні шкірясті і соковиті та одну перетинчасту, а основи надземних асимілюючих листків ніколи не розростаються і не стають вмістилищем поживних речовин.

### Використані джерела

- ВИКІПЕДИЯ** 2013. Кислица четырёхлистная. Wikimedia Foundation, San Francisco, USA. <http://ru.wikipedia.org>
- ГАМАЛЕЙ Ю.В.** 1984. Анатомия листа у растений пустыни Гоби. *Ботан. журн.* **69**: 569–584.
- ФЕДОРОВ А.А., КИРПИЧНИКОВ М.Э., АРТЮШЕНКО З.Т.** 1962. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель, корень. Изд-во АН СССР, Москва – Ленинград.
- ЧУБ В.В.** 2008. Роль позиционной информации в регуляции развития органов цветка и листовых серий побегов. Дисс. на соискание ученой степени докт. биол. наук. Москва.
- ШОРИНА И.И.** 1983. Особенности побегообразования *Oxalis acetosella* (Oxalidaceae) в онтогенезе. *Ботан. журн.* **68**: 896–907.
- CHINCI WORLD ATLAS** 2013. The travel location guide. <http://www.chinci.com/>
- DENTON M.F.** 1973. A monograph of *Oxalis*, section *Ionoxalis* (Oxalidaceae) in North America. *Publ. Mus. Mich. State Univ.* **4**: 459–615.
- EMSHWILLER E.A.** 1999. Origins of domestication and polyploidy in the Andean tuber crop *Oxalis tuberosa* Molina (Oxalidaceae). Cornele University, Ithaca.
- EMSHWILLER E., GARDNER A., OBERLANDER K.C., VAIO M., HEIBL C., DRYER L.** 2009. Phylogeny and biogeography of *Oxalis*: preliminary results based on plastid loci. *Botany & Mycology (Proc. of meeting, Snowbird, Utah, July 25 – 29, 2009)*. Slideshare presentation.
- ESTELITA-TEIXEIRA M.E.** 1982. Shoot anatomy of three bulbous species of *Oxalis*. *Ann. Bot.* **49**: 805–813.
- GARDNER A.G., VAIO M., GUERRA M., EMSHWILLER E.** 2012. Diversification of the American bulb-bearing *Oxalis* (Oxalidaceae): Dispersal to North America and modification of the tristylous breeding system. *Am. J. Bot.* **99**: P. 152–164.
- HEIBL C., RENNER S.S.** 2012. Distribution models and dated phylogeny for Chilean *Oxalis* species reveal occupation of new habitats by different lineages, not rapid adaptive radiation. *Syst. Biol.* **61**: 823–834.
- KNUTH K.** 1930. Oxalidaceae. In: ENGLER A. (ed.), Das Pflanzenreich. H. **95**. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- LOURTEIG A.** 1980. Flora of Panama. Part IV. Family 84. Oxalidaceae. *Ann. Mo. Bot. Gard.* **67**: 823–850.
- LOURTEIG A.** 1994. *Oxalis* L. subgénero *Thamnoxys* (Endl.) Reiche emend. Lourteig. *Bradea* **7**: 1–199.
- LOURTEIG A.** 2000. *Oxalis* L. subgénero *Monoxalis* (Small) Lourteig, *Oxalis* y *Trifidus* Lourteig. *Bradea* **7**: 201–629.
- OBERLANDER K.C., EMSHWILLER E., BELLSTEDT D.U., DREYER L.L.** 2009. A model of bulb evolution in the eudicot genus *Oxalis* (Oxalidaceae). *Mol. Phylog. Evol.* **51**: 54–63.
- PÉREZ-CALIX E.** 2009. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. *Fascículo* **164**: 1–47.
- PLANTWISE** 2013. A global programme, led by CABI, to improve food security and improve rural livelihoods by reducing crop losses. CABI, Wallingford, UK. <http://www.plantwise.org/>
- PÜTZ N.** 1994. Vegetative spreading of *Oxalis pes-caprae* (Oxalidaceae). *Pl. Syst. Evol.* **191**: 57–67.
- ROBB S.M.** 1962. *Oxalis latifolia* Kunth. *New Phytol.* **62**: 75–79.
- JEANNODA-ROBINSON V.** 1977. Contribution a l'etude de l'architecture des herbes. Docteur de Spécialité de Sciences Biologiques. Université des Scieces et Techniques du Languedoc. Montpellier, France.
- SALTER T.M.** 1944. The genus *Oxalis* in South Africa: a taxonomic revision. *S. Afr. J. Bot. Suppl.* **1**: 1–355.
- SAN MARCOS GROWERS** 2013. Wholesale plant nursery from the Goleta Valley. Santa Barbara, USA. <http://www.smgrowers.com>
- STARTEK L., WRAGA K.** 1998. Possibilities of producing bulbs of some species of *Oxalis* in the open field. *Agricult.* **69**: 85–90.
- TROPICOS** 2013. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Saint Louis, USA. <http://www.tropicos.org>
- YOUNG D.P.** 1958. *Oxalis* in the British Isles. *Watsonia* **4**: 51–69.
- ZHENG-YING H.** 1995. Anatomical study on xeromorphisms of ten psammophytes in Xinjiang. *Acta Bot. Boreal. Occident. J. Sin.* **15**: 56–61.

---

**THE SHOOT SYSTEM STRUCTURE IN *OXALIS TETRAPHYLLA* CAV.**

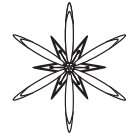
ALLA ZHILA \* &amp; OLGA TIMCHENKO \*\*

**Abstract.** It was shown that *Oxalis tetraphylla* has a clear specialization of lateral meristemas, as well as 3 types of scales and sessile lateral buds.

**Key words:** *Oxalis tetraphylla*, shooting, scales

*M.M. Gryshko National Botanical Gardens NAS of Ukraine, Timiryazevska str. 1, 01014 Kyiv, Ukraine; \* allazhila@yandex.ru,*

*\*\* olgaalex1@ukr.net*



УДК 582.573.21:581.4

## АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ АДАПТАЦІЇ ЛИСТКІВ *ERAGROSTIS MINOR* HOST (POACEAE) ЗА РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ

НАТАЛІЯ А. ПАШКЕВИЧ

**Анотація.** Проведено дослідження варіабельності анатомічних ознак листка *Eragrostis minor* Host у модельних ценопопуляціях, що відрізняються за ценотичною приуроченістю, екологічними характеристиками та ступенем рекреаційного впливу. Встановлено істотний кореляційний зв'язок між ознаками листка, а також проведено оцінку подібності досліджених ценопопуляцій за анатомічними ознаками.

**Ключові слова:** *Eragrostis minor*, Кранц-структура, листок, ценопопуляція

Інститут еволюційної екології НАН України, вул. акад. Лебедева, 37, м. Київ, 03143, Україна; pashkew@mail.ru

### Вступ

Анатомічна будова листкових пластинок як систематична ознака злаків має значну цінність, і зазвичай є характерною для підродин і триб (PETERSON & GIRALDO-CANAS 2008; СЕРЕГІН 2012). Для *Eragrostis* Wolf характерний хлоридоїдний (ерагростоїдний) тип анатомічної будови листкових пластинок. Для цього типу (переважно тропічних підродин Eragrostideae та Panicoideae) характерне радіальне (або короновидне) розташування паренхіми навколо провідних пучків, при цьому внутрішня (склеренхімна) обкладка пучків добре розвинена (INGRAM 2010).

З радіальним розташуванням паренхіми і добре відокремленою від неї зовнішньою паренхімною обкладкою провідних пучків (Кранц-структура) пов'язано багато інших фізіологічних і біохімічних особливостей, насамперед особливий спосіб фотосинтезу –  $C_4$ -шлях фіксації  $CO_2$ , або кооперативний фотосинтез, оснований на кооперації клітин паренхіми і паренхімною обкладки, що виконують різні функції. Переваги Кранц-структури можна оцінити на прикладі *Eragrostis minor* Host, пік розвитку якого

припадає на саму посушливу пору року – липень-серпень, коли більшість злаків закінчує вегетацію.

*E. minor* – це один з найпоширеніший на території України видів роду *Eragrostis* і один з найагресивніших інвазійних видів за останні десятиліття. Це кенофіт південно-європейського походження, епекофіт, космополіт, однорічник, мезофіт, сциогеліофіт, антропохор, бур'ян. Росте на надрічкових пісках, гальці, кам'яних схилах та насипах, біля доріг, на полях, у населених пунктах, у тріщинах тротуарів, підніжжях стін, на кам'янистих і піщаних ділянках (ЛАВРЕНКО 1940; ПРОКУДИН *и др.* 1977; ПРОТОПОПОВА 1991; GALERA & SUDNIK-WÓJCIKOWSKA 2010).

Проведений еколого-ценотичний аналіз (ПАШКЕВИЧ 2012; ПАШКЕВИЧ 2013) показав, що вид має широку екологічну амплітуду і освоює антропогенно трансформовані місцевості, при цьому *E. minor* відіграє значну ценотичну роль і, як домінуючий та діагностичний вид, формує угруповання двох класів синантропної рослинності: *Plantaginetea majoris* R.Tx. et Prsg. in R.Tx. 1950 та *Stellarietea media* Tx., Lohmeyer et Preising ex von Rochow 1951.

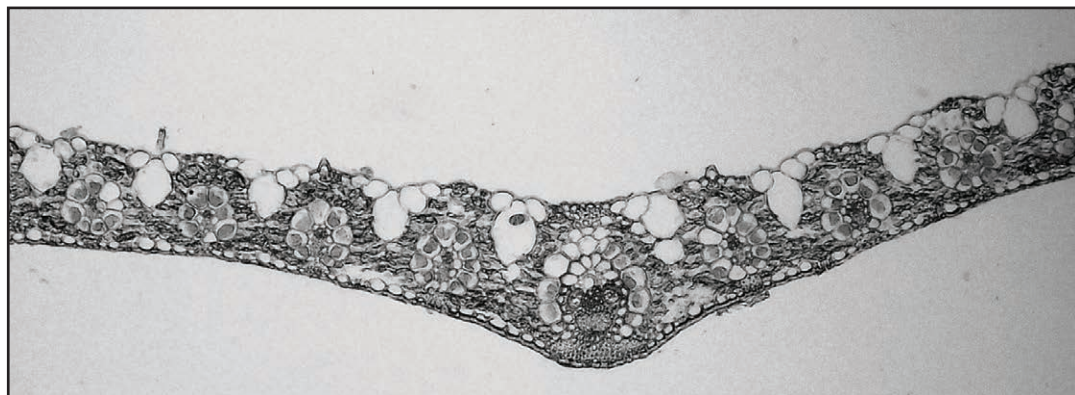


Рис. 1. Поперечний зріз листкової пластинки *Eragrostis minor*.

Fig. 1. Cross-section through the leaf blade of *Eragrostis minor*.

Для вирішення питань стійкості та адаптаційних можливостей під дією стресових факторів розробляється низка підходів до вивчення структурних та функціональних особливостей рослин, особливо синантропних таксонів, що необхідні для моделювання напрямків розвитку популяцій в умовах змін екологічних чинників навколишнього середовища (Злобин 1989; Жилияєв 2003; Бурда та Ігнатюк 2011).

Досліджені ценопопуляції (далі – ЦП) відрізняються за ценотичною приуроченістю та екологічними характеристиками. *E. minor* розвивається на місці інших угруповань, часто сформованих однорічними злаками, що не витримують впливу лімітуючих едафічних факторів, інсоляції та рекреації. Угруповання за участю *E. minor* розподіляються за градієнтом едафічних факторів, таких як вологість, трофність, вміст нітрогену у ґрунті, та приурочені до добре освітлених постдемутаційних екотопів з легкими, піщаними, щербенистими, з низьким вмістом органічних речовин ґрунтів (Пашкевич 2012, 2013).

#### Матеріали і методи досліджень

Модельним об'єктом слугував *E. minor*, місцезростання якого розподілені на градієнті антропогенного впливу від міських забудов до гранітних відслонень берегами

рік. Метою роботи було дослідження варіабельності анатомічних ознак листка даного виду з ценопопуляцій, розташованих у різних екологічних умовах антропогенно трансформованих біотопів, які забезпечують стійкість до екстремальних умов. Для цього було проведено дослідження ценопопуляцій за анатомо-морфологічними ознаками на градієнті едафічних екологічних факторів.

Для встановлення адаптаційного комплексу ознак було підбрано п'ять ценопопуляцій, де модельний вид є домінантом або співдомінантом, у відмінних екологічних умовах. ЦП I та III представлені асоціаціями *Digitario sanguinalis-Eragrostietum minoris* Tx. ex von Rochow 1951; ЦП II – *Portulacetum oleraceae* Felföldy 1942; ЦП IV – *Eragrostio-Amarantheum albi* Morariu 1943; ЦП V – *Eragrostio minoris-Polygonetum arenastris* Oberd. 1954 corr. Mucina 1993. ЦП I розташована у Донецькій області, м. Святогірську, сформувалася в щілинах бруківки на піщаному ґрунті. ЦП II розташована у Київській обл., Бориспільського районі, в околицях с. Старе розвинулася на піщаному березі ставка (заплави Дніпра). ЦП III (описана в місті Києві) сформувалася у прибережній зоні озера Глина. З околиць с. Олександрівка Миколаївської області, Вознесенського р-ну досліджено ЦП IV, що розвинулася вздовж ґрунтової доріжки біля гранітного кар'єру. На ґрунтовій доріжці вздовж поля з просапними



Табл. 1. Анатомо-морфологічні показники листка *Eragrostis minor* залежно від типу оселища.  
 Table 1. Anatomical and morphological traits of *Eragrostis minor* leaf depending on habitat type.

Ознаки	Умовне позначення	Середні значення					Статистичні показники				
		Ценопопуляції					Загальне середнє значення	Стандартне відхилення	min	max	Cv (%)
		I	II	III	IV	V					
Товщина поперечного перерізу листка, мкм	Ll	127,5	125,0	117,2	127,5	121,9	124,8	16,6	87,5	162,5	13,3
Ширина листка, мкм	Wl	2070,7	3747,5	4847,0	4977,5	4059,4	3817,0	1230,7	1200,0	5750,0	32,2
Число провідних пучків	Nvb	16	28	35	33	32	27	8	11	40	28,8
Ширина провідного пучка, мкм	Wvb	25,1	25,5	29,1	29,1	26,1	26,8	4,4	16,3	40,6	16,2
Ширина центрального провідного пучка, мкм	Wcvb	50,2	69,2	79,8	96,1	66,0	72,1	19,8	30,0	115,0	27,4
Висота клітин обкладки, мкм	Lo	22,4	26,7	27,3	28,7	25,4	26,1	3,1	17,0	31,8	12,0
Ширина клітин обкладки, мкм	Wo	22,2	24,6	25,5	26,4	24,4	24,5	2,6	16,3	30,5	10,4
Висота клітин епідерми, мкм	Le	13,7	14,6	11,7	11,5	9,5	11,9	2,3	7,5	20,0	19,4
Ширина клітин епідерми, мкм	We	39,1	35,8	36,2	35,3	40,8	37,1	4,5	28,5	50,0	12,1
Відстань між провідними пучками, мкм	Dvb	57,0	63,8	63,3	68,4	55,5	62,2	7,2	44,4	79,5	11,5

культурами сформувалася ЦП V, досліджена у Кіровоградській області, Світловодському районі, с. Велика Андрусівка.

Збір матеріалу та його камеральна обробка проводилися за загальноприйнятими методиками на генеративній стадії рослин. З кожної ценопопуляції відбирали по 20 особин, з кожної особини робили постійні препарати анатомічних зрізів другого верхнього листка у 10-кратній повторності. Анатомічну будову листка вивчали на фіксованому в фіксаторі ФУС (формалін : оцтова : кислота : етиловий спирт = 3 : 1 : 2) матеріалі за загальноприйнятою методикою (Гранковский 1979). Статистична обробка кількісних даних проведена (Зайцев 1991) за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 97-2003 та Statistica 6.1.

### Результати та їх обговорення

Розташування листів *E. minor* почергове. Листок вузький, лінійний з загостреною верхівкою (Рис. 1). Довжина листової пластинки варіює від 1 см у рослин з ксерофітних умов, до 17 см – у рослин з більш мезофітних оселищ на вологих пісках. Ширина листової пластинки також варіює від 0,1 до 0,6 см відповідно, тобто листки в посушливих умовах порівняно дрібніші. Форма листової пластинки на поперечному зрізі смужковидно-ребриста, краї слабко скручуються досередини.

Рівномірна ребристість більш виражена на адаксіальному боці. Епідерма однорядна. Висота клітин епідерми від 7,5 до 20 мкм (Табл. 1). Моторні клітини (3-5) розташовані у міжпучкових перемичках адаксіальної епідерми. Велику роль у процесі адаптації злаків і виділенні типів мезофіла відіграє обкладка провідних пучків. Мезофіл ерагостоїдного типу. Палісадна паренхіма розташована радіально навколо провідних пучків і представлена одним рядом невеликих клітин. Обкладки провідних пучків складаються з Кранц-клітин і одного ряду паренхімних клітин. Висота Кранц-клітин обкладки для різних ценопопуляцій становить від 17 до 31 мкм.

Палісадні клітини перериваються склеренхімою на абаксіальному боці, іноді і на адаксіальному. Число провідних пучків на поперечному зрізі – від 11 до 40. Пучки майже рівні за розміром з обох сторін. Склеренхіма представлена тяжами з дрібних клітин, розташованих з обох сторін провідного пучка і по краях листової пластинки. Внутрішня обкладка виражена у вигляді одного ряду ізодіаметральних клітин. У міжпучкових перемичках палісадна паренхіма одного пучка стикається з палісадною паренхімою іншого пучка.

Проведений кореляційний аналіз між дослідженими анатомо-морфологічними критеріями показав наявність істотних позитивних кореляційних зв'язків для

Табл. 2. Кореляційні зв'язки анатомо-морфологічних ознак листка *Eragrostis minor* (за середніми значеннями).

Table 2. Correlation matrix for anatomical and morphological traits of the leaf of *Eragrostis minor* (by average values).

Wl	0,17								
Nvb	0,03	<b>0,95</b>							
Wvb	0,57	0,56	0,41						
Wcvb	0,2	<b>0,84</b>	<b>0,73</b>	0,62					
Lo	0,32	<b>0,78</b>	0,67	0,59	<b>0,76</b>				
Wo	0,3	0,64	0,57	0,46	0,61	<b>0,78</b>			
Le	0,28	-0,25	-0,34	0,15	-0,17	-0,07	-0,01		
We	-0,42	-0,33	-0,2	-0,5	-0,39	-0,56	-0,43	-0,3	
Dvb	0,39	0,56	0,37	0,59	0,68	<b>0,73</b>	0,54	0,11	-0,62
	Ll	Wl	Nvb	Wvb	Wcvb	Lo	Wo	Le	We

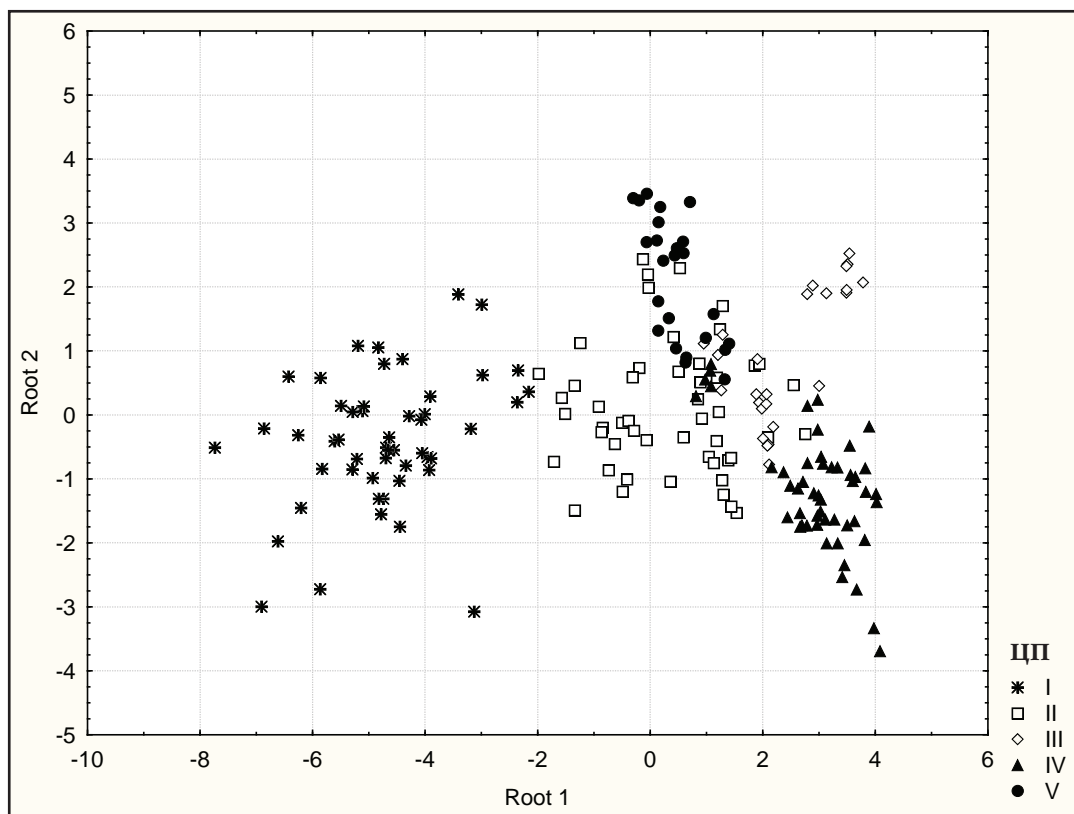


Рис. 2. Диференціація ценопопуляцій *Eragrostis minor* за анатомо-морфологічними ознаками листка.

Fig. 2. Differentiation of *Eragrostis minor* cenopopulations by anatomical and morphological traits of the leaf.

ширини листка, промірів провідних пучків та клітин обкладки (Кранц-клітин) (Табл. 2).

Для оцінки подібності досліджених ценопопуляцій за анатомо-морфологічними ознаками було застосовано дискримінантний аналіз (Рис. 2). Отриманий розподіл вказує на найбільшу відмінність ЦП I від інших за першою канонічною змінною (Root 1), найбільший вплив на яку чинять взаємопов'язані ознаки ширини листка і кількості провідних пучків, що може пояснюватись засушливими едафічними умовами при одночасно високому рівні витоптування. Значення анатомо-морфологічних ознак чотирьох інших ценопопуляцій на цій вісі сильно перекриваються. За другою змінною (Root 2), вплив на яку чинять ознаки провідних пучків, найбільш дифенційовані одна від одної

виявилися ЦП IV з гранітного кар'єру та ЦП V з поля з просапними культурами, у той час як для трьох інших Root 2 не має значного диференціального значення.

### Висновки

Для оцінки адаптаційних змін *E. minor* проведено анатомо-морфологічні дослідження міналивості структури листка модельних ценопопуляцій виду, що відрізняються за ценотичною приуроченістю, екологічними характеристиками та ступенем рекреаційного впливу. Встановлено істотний кореляційний зв'язок між ознаками ширини листка, провідних пучків та клітин обкладки (Кранц-клітин). Оцінка подібності досліджених ценопопуляцій за анатомічними ознаками рослин *E. minor*, проведена на

основі дискримінантного аналізу, вказує, що у різних умовах гідрологічного режиму та за різної поживності ґрунту найбільш чутливими до змін середовища виявилися ознаки провідних пучків та ширини листкової пластинки. Основний склад і топографія тканин листка *E. minor* слабо відрізняються, незалежно від впливу едафічних факторів, а відрізняються лише метричні показники – в умовах ксерофітизації листки коротші і вужчі (в 2-5 разів), а клітини Кранц-обкладки дрібніші.

### Використані джерела

- Бурда Р.І., Ігнатюк О.А. 2011.** Методика дослідження адаптивної стратегії чужорідних видів рослин в урбанізованому середовищі. НЦЕБМ НАН України, ЗАТ «Віпол», Київ.
- Зайцев Г.Н. 1991.** Математика в експериментальній ботаниці. Наука, Москва.
- Злобин Ю.А. 1989.** Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Изд-во Казан. ун-та, Казань.
- Жиляєв Г.Г. 2003.** Насіннева продуктивність як ознака життєздатності популяцій трав'яних рослин Карпат. *Укр. ботан. журн.* **60** (6): 705–712.
- Лавренко Е.М. 1940.** Родина Злаки: Флора УРСР. Т. 2. Вид-во АН УРСР, Київ.
- Пашкевич Н.А. 2012.** Екологічні особливості розподілу рудеральних угруповань однорічних злаків Києва і Київської області. *Синантропізація рослинного покриву України (тези наук. доп.):* 71–73. Київ – Переяслав-Хмельницький.
- Пашкевич Н.А. 2013.** Особливості адаптаційних змін ценопопуляцій *Eragrostis minor* Host (Poaceae) за умов рекреації різного рівня. *Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні і збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій (матер. міжн. наук. конф.):* 125–127. «Віпол», Київ.
- Прокудин Ю.Н., Вовк А.Г., Петрова О.А. 1977.** Злаки України. Наук. Думка, Київ.
- Протопопова В.В. 1991.** Синантропная флора Украины и пути ее развития. Наук. думка, Киев.
- Серегин А. 2012.** Флористические заметки по некоторым видам *Eragrostis* (Gramineae) в России. *Бюл. Моск. об-ва испыт. пр-ды, Отд. биол.* **117** (6): 73–75.
- Транковский Д.А. 1979.** Практикум по анатомии растений. Высш. шк., Москва.
- Galera H., Sudnik-Wójcikowska B. 2010.** Central European botanic gardens as centres of dispersal of alien plants. *Acta Soc. Bot. Polon.* **79** (2): 147–156.
- Ingram A.L. 2010.** Evolution of leaf blade anatomy in *Eragrostis* (Poaceae). *Syst. Bot.* **35** (4): 755–765.
- Pashkevich N. 2013.** Ecological assessment ruderal communities annual cereals Kyiv region (Ukraine). *Fifth Inter. Symp. Ecologists of the Republic of Montenegro:* 82. Centre for Biodiversity of Montenegro, Tivat.
- Peterson P.M., Giraldo-Canas D. 2008.** *Eragrostis* (Poaceae & Chloridoideae: Eragrostideae) in Colombia. *J. Bot. Res. Inst. Texas.* **2** (2): 875–916.

### ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL ADAPTATION OF THE LEAVES OF *ERAGROSTIS MINOR* HOST (POACEAE) IN DIFFERENT ECOLOGICAL CONDITIONS

NATALIYA A. PASHKEVYCH

**Abstract.** A study of the variability of the anatomical features of the leaf of *Eragrostis minor* Host from model cenopopulations, different by their affinity coenotic, environmental features and the degree of influence of the recreation has been carried out. The significant correlation between leaf characteristics was established, and estimated similarity of cenopopulations was analyzed on the base of leaf anatomical features.

**Key words:** *Eragrostis minor*, Kranz structure, leaf, coenopopulation

*Institute for Evolutionary Ecology of NAS Ukraine, Acad. Lebedev str. 37, 03143 Kyiv, Ukraine; pashkew@mail.ru*



УДК 615.322: 582.751.2: 581.4

## АНАТОМІЯ ЛИСТКА *GERANIUM SANGUINEUM* L. (GERANIACEAE)

НАТАЛІЯ В. НУЖИНА<sup>1\*</sup>, ЛЮБОВ М. РИБАК<sup>2\*</sup>, ОЛЕНА Ю. КОНОВАЛОВА<sup>2\*\*</sup>,  
ВАЛЕНТИНА О. МЕНЬШОВА<sup>1\*\*</sup>

**Анотація.** Наведено результати анатомічних досліджень листкової пластинки та черешка *Geranium sanguineum* L. Встановлено анатомічні ознаки, які характеризують *G. sanguineum* як ксеромезофітний вид.

**Ключові слова:** *Geranium sanguineum*, анатомія, листкова пластинка, черешок

<sup>1</sup> Ботанічний сад ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Симона Петлюри, 1, Київ, 01032, Україна; \* [nfursa@mail.ru](mailto:nfursa@mail.ru), \*\* [pova@list.ru](mailto:pova@list.ru)

<sup>2</sup> Київський медичний Університет Української асоціації народної медицини, кафедра фармацевтичної хімії та фармакогнозії, вул. А. Толстого, 9, м. Київ, 01004, Україна; \* [lubow.rybak@yandex.ru](mailto:lubow.rybak@yandex.ru), \*\* [hypericum@rambler.ru](mailto:hypericum@rambler.ru)

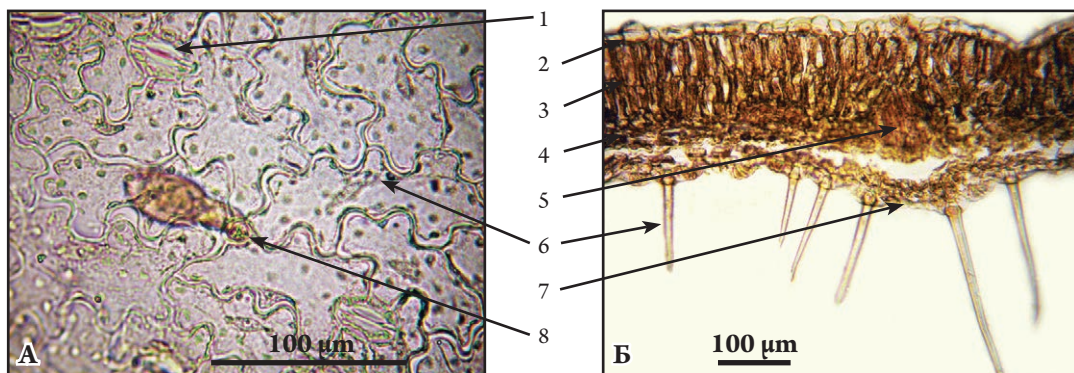
### Вступ

За даними літератури, рослини роду *Geranium* L. містять значну кількість біологічно активних речовин різних класів (таніни, флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, антоціани, вуглеводні, азотовмісні сполуки тощо), і в експериментах *in vivo* та *in vitro* виявляють антибактеріальну, протівірусну, протизапальну, знеболюючу, антиоксидантну та гіпотензивну активність (FODOREA 2006; РИБАК 2011; МЕНЬШОВА та ін. 2012), а отже мають потенційне лікувальне значення. Тому рід *Geranium* останнім часом привертає увагу багатьох дослідників, зокрема описані дослідження анатомічної будови у зв'язку з вивченням філогенетичних зв'язків та уточненням питань систематики (CARLQUIST & BISSING 1976; ЦЫРЕНОВА 2007), виявленням пристосувальних адаптацій до існування у різних екологічних умовах (FODOREA & TAMAŞ 2005; ONSORI et al. 2010). У доступній нам літературі дані, що стосуються анатомічних характеристик видів роду *Geranium* флори України, зокрема *G. sanguineum* L., відсутні. Таким чином, дослідження у цьому напрямку є актуальними.

### Матеріали і методи досліджень

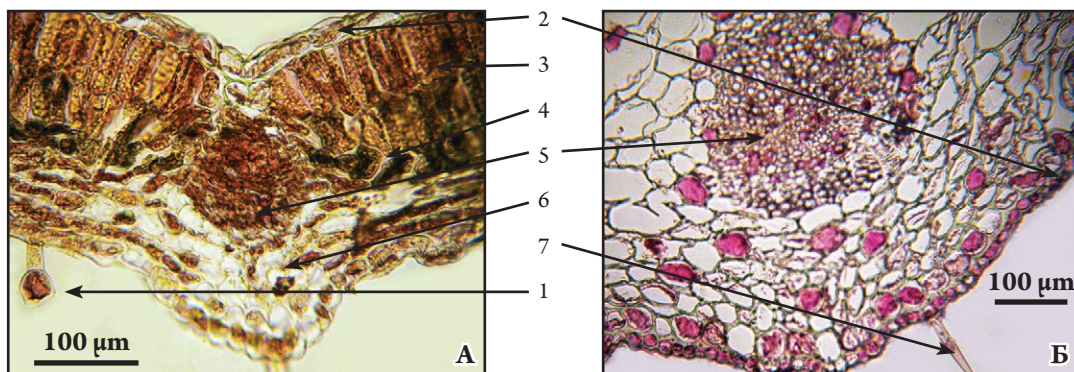
Об'єктом наших досліджень було обрано *G. sanguineum* – трав'яну багаторічну рослину, поширену у помірній зоні Північної півкулі, зокрема у Скандинавії, Середній і Атлантичній Європі, на Західному Середземномор'ї, Балканах, Росії та у лісових районах Лісостепу, яка зрідка також трапляється у Степу України і Кримських горах (Соколов 1988).

Для вивчення анатомічної будови *G. sanguineum* матеріал заготовляли у фенофазу масового цвітіння на дослідних ділянках Київського ботанічного саду ім. академіка О.В. Фоміна, а також у дикорослому стані на околицях м. Києва. Для досліджень брали серединну частину між центральною жилою та краєм листкової пластинки та середню частину черешка *G. sanguineum*. Зразки фіксували за Чемберленом (ПАУШЕВА 1988). Заливали у желатин за стандартною методикою (РОМЕЙС 1954) та за допомогою заморожуючого мікротома виготовляли поперечні зрізи листка та черешка товщиною 10-15 мкм. Зрізи забарвлювали сафраніном. Також проводили мацерацію листків з метою вивчення структур епідермісу з обох



**Рис. 1.** Епідерміс абаксiальної поверхні (А) та поперечний зріз листка (Б) *Geranium sanguineum*: 1 – продих; 2 – верхній епідерміс; 3 – палисадний мезофіл; 4 – губчастий мезофіл; 5 – провідний пучок; 6 – проста трихома; 7 – нижній епідерміс; 8 – залозиста трихома.

**Fig. 1.** Abaxial epidermis (A) and cross section through the leaf (Б) of *Geranium sanguineum*: 1 – stoma; 2 – upper epidermis; 3 – palisade mesophyll; 4 – spongy mesophyll; 5 – vascular bundle; 6 – trichome; 7 – lower epidermis; 8 – glandular trichome.



**Рис. 2.** Поперечний переріз листкової пластинки (А) і черешка (Б) *Geranium sanguineum*: 1 – залозиста трихома; 2 – епідерміс; 3 – палисадний мезофіл; 4 – губчастий мезофіл; 5 – провідний пучок; 6 – коленхіма; 7 – проста трихома.

**Fig. 2.** Cross section through the leaf blade (A) and petiole (Б) of *Geranium sanguineum*: 1 – glandular trichome; 2 – epidermis; 3 – palisade mesophyll; 4 – spongy mesophyll; 5 – vascular bundle; 6 – collenchyme; 7 – simple trichome.

поверхонь листка. Під час опису епідермісу листкової пластинки використовували методики Захаревича (1954) і Баранової (1985). Продиховий індекс (ПІ) обраховували за формулою  $ПІ = \frac{КП}{(КП + КЕ)}$ , де КП – кількість продихів на 1 мм<sup>2</sup> поверхні епідермісу, КЕ – кількість епідермоцитів на 1 мм<sup>2</sup> поверхні епідермісу. Мікроскопічні виміри проводили за допомогою окуляр-мікрометра на мікроскопі ХSP-146TR. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми Statistica 6. Фотографії виготовлено за допомогою цифрової камери Canon Power Shot A630.

### Результати та їх обговорення

Листки *G. sanguineum* амфістоматичні з дорзовентральним мезофілом. Мають продиховий апарат аномоцитного типу видовжено-овальної форми (Рис. 1 А). Продихи на адаксіальній поверхні більшого розміру та зустрічаються в значно меншій кількості з розрахунку на 1 мм<sup>2</sup>, порівняно з абаксіальною поверхнею. Епідермоцити адаксіальної поверхні мають звивисті обриси, проєкції площі епідермальних клітин витягнуті. З абаксіальної сторони клітини епідермісу є крупно-хвилясті, а

Табл. 1. Морфометричні параметри листків *Geranium sanguineum*.Table 1. Morphometric parameters of *Geranium sanguineum* leaf.

ЛИСТОК	
Довжина продохів на адаксіальній пов., мкм	30,72±2,9
Ширина продохів на адаксіальній пов., мкм	22,45±1,4
К-сть продохів на адаксіальній пов., шт./ 1 мм <sup>2</sup>	37,67±14,8
К-сть кл. епідермісу на адакс. пов., шт./ 1 мм <sup>2</sup>	1038,67±64
Продиховий індекс адаксіальної пов. листка	0,035
К-сть залоз. трихом на адакс. пов., шт./ 1 мм <sup>2</sup>	20,33±9,7
Довжина продохів на абаксіальній пов., мкм	26,13±2,6
Ширина продохів на абаксіальній пов., мкм	19,41±2
К-сть продохів на абаксіальній пов., шт./ 1 мм <sup>2</sup>	212,33±37,2
К-сть кл. епідермісу на абакс. пов., шт./ 1 мм <sup>2</sup>	802,67±89,3
Продиховий індекс абаксіальної пов. листка	0,209
К-сть залоз. трихом на абакс. пов., шт./ 1 мм <sup>2</sup>	46±13
Товщина верхнього епідермісу, мкм	20,33±3,2
Товщина нижнього епідермісу, мкм	14,58±2,5
Товщина стовбчастого мезофілу, мкм	106,84±13,2
Товщина губчастого мезофілу, мкм	65,42±13,3
Товщина листкової пластинки, мкм	198,93±20,7
Довжина простих нитчастих трихом, мкм	313,35 ±218
Довжина залоз. трихом з двока. ніжкою, мкм	48,71±6,5
черешок	
Довжина залозистих трихом, мкм	52,33±8,7
Довжина простих одноклітинних трихом, мкм	159,06±47
Довжина простих багатокл. трихом, мкм	515±130,6
Товщина епідермісу, мкм	21,28±1,9

також їх кількість на 1 мм<sup>2</sup> менша, ніж на адаксіальній поверхні епідермісу (Табл. 1). Верхній і нижній епідерміси одношарові, вкриті кутикулою. Товщина верхнього епідермісу є більшою, ніж нижнього. На листкових пластинках містяться залозисті (з двоклітинною ніжкою та одноклітинною голівкою) і прості одноклітинні трихоми. Щільність розміщення залозистих трихом на нижній поверхні має тенденцію до збільшення, відносно верхньої поверхні. Прості незалозисті трихоми у *G. sanguineum* дуже густо вкривають усю листкову пластинку, при цьому спостерігається велика дисперсія показників розмірів простих трихом, зокрема їх довжина коливається від

76,8 до 664 мкм (Рис. 1 Б).

Вид характеризується досить товстою листковою пластинкою. Палісадний мезофіл складається з двох шарів клітин і займає більший відсоток у структурі листка, порівняно з губчастим мезофілом (Рис. 1 Б; Рис. 2 А). Останній містить невеликі міжклітинники. Провідні пучки колатерального типу. Механічна тканина представлена склеренхімними волокнами первинної флоєми, а також коленхімною обкладкою провідного пучка з абаксіальної сторони листка (Рис. 2 А). Такі ознаки, як потовщена листкова пластинка, великий відсоток палісадної паренхіми та велика щільність розташування трихом на обох

поверхнях листка, характеризують даний вид, як більш ксероморфний, порівняно з більшістю видів даного роду, описаних у літературі (CARLQUIST & BISSING 1976).

Черешки досліджуваного виду мають характерну будову для роду: під одношаровим епідермісом з товстим шаром кутикули розміщено один ряд пластинчастої коленхіми, нижче міститься паренхімна тканина (Рис. 2 Б). Присутні чотири провідні пучки колатерального типу. Характерною ознакою черешків *G. sanguineum* є присутність простих багатоклітинних трихом, хоч і у незначній кількості. Прості одноклітинні трихоми присутні на черешках *G. sanguineum* у дуже великій кількості.

### Висновки

Характерною особливістю *G. sanguineum* є щільна опушеність листків та черешків простими одноклітинними трихомами, а також наявність незалозистих багатоклітинних трихом на черешку. За сукупністю анатомічних ознак досліджуваний вид можна характеризувати як ксеромезофіт. Присутність у невеликих кількостях залозистих трихом свідчить про можливість використання рослин виду *G. sanguineum* як продуцентів ефіро-олійних речовин. Також, виявлені анатомічні відмінності можуть використовуватись для ідентифікації видів у сировинному матеріалі.

### Використані джерела

- БАРАНОВА М.А.** 1985. Классификация морфологических типов устьиц. *Ботан. журн.* **70** (12): 1585–1595.
- ЗАХАРЕВИЧ С.Ф.** 1954. К методике описания листа. *Вестник ЛГУ* **4**: 65–75.
- МЕНШОВА В.О., РИБАК Л.М., КОНОВАЛОВА О.Ю.** 2012. Рід *Geranium* L. – перспективні рослини для медицини. *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Сер. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття в природі та культурі* **30**: 29–32.
- ПАУШЕВА З.П.** 1988. Практикум по цитологии растений. Агропромиздат, Москва.
- РИБАК Л.М.** 2011. Дослідження гострої токсичності, протизапальної та анагетичної активності екстрактів трави різних видів роду *Geranium* L. *Фармакологія та лікарська токсикологія* **6** (25): 61–65.
- РОМЕЙС Б.** 1954. Микроскопическая техника. Иностранная литература, Москва.
- СОКОЛОВ П.Д.** 1988. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Rutaceae – Elaeagnaceae: 37–44. Наука, Ленинград.
- ЦЫРЕНОВА Д.Ю.** 2007. Герани (*Geranium*, Geraniaceae) в бассейне Амура: систематика, распространение, филогения. Изд-во ДВГГУ, Хабаровск.
- CARLQUIST S., BISSING D.R.** 1976. Leaf anatomy of Hawaiian Geraniums in relation to ecology and taxonomy. *Biotropica* **8** (4): 248–259.
- FODOREA C.S., TĂMAȘ M.** 2005. Root, stem and leaf anatomy of *Geranium palustre* Torner Cent. (Geraniaceae). *Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Iasi.* **109** (2): 419–421.
- FODOREA C.Ș.** 2006. Pharmaco-botanical studies on some indigenous *Geranium* species: abstract of the doctoral thesis. University of medicine and pharmacy “Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca.
- ONSORI S., SALIMPOUR F., MAZOOJI A.** 2010. The new record of *Geranium linearilobum* DC. based on anatomy and micromorphological study of pollen and seed in Iran. *J. Plant Sci. Res.* **19** (3): 21–30.

### LEAF ANATOMY OF *GERANIUM SANGUINEUM* L. (GERANIACEAE)

NATALIYA V. NUZHYNIA<sup>1\*</sup>, LYUBOV M. RYBAK<sup>2\*</sup>, ELENA Y. KONOVALOVA<sup>2\*\*</sup>, VALENTINA O. MENSHOVA<sup>1\*\*</sup>

**Abstract.** The results of anatomical investigation of lamina and petiole of *Geranium sanguineum* L. are presented. Here were established anatomical features that characterize *G. sanguineum* as mesoxerophytic plant.

**Key words:** *Geranium sanguineum*, anatomy, lamina, petiole

<sup>1</sup> O.V. Fomin Botanical Garden of “Educational and Scientific Centre “Institute of Biology” of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Symona Petlury str. 1, 01032 Kyiv, Ukraine; \* nforusa@mail.ru, \*\* pova@list.ru

<sup>2</sup> Kyiv Medical University of the Ukrainian Association of Folk Medicine, L. Tolstogo str. 9, 01004 Kyiv, Ukraine; \* lubow.rybak@yandex.ru, \*\* hypericum@rambler.ru





УДК 615.322: 582.751.2: 581.4

## ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ЛИСТКА ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДУ *GRINDELIA* WILLD. (ASTERACEAE)

Ольга Содель \*, Олена Паламарчук, Тетяна Вакуленко

**Анотація.** Наведено анатомо-морфологічний опис листка 3 видів роду *Grindelia* Willd. (Asteraceae).

**Ключові слова:** *Grindelia*, листок, тип продихового апарату, провідний пучок, палісадна паренхіма, губчаста паренхіма

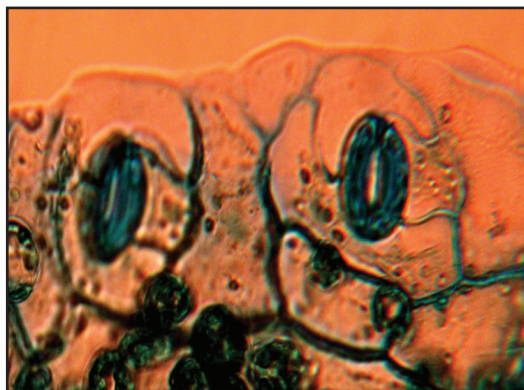
Ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна; \* [Lena\\_pastin@mail.ru](mailto:Lena_pastin@mail.ru)

Рід *Grindelia* Willd. нараховує близько 50 видів, поширених переважно у Північній Америці. Усі частини рослини виділяють ароматичну смолу, до складу якої входять гіркий алкалоїд grindelin, а також сапоніни, цукри, ефірні олії. Завдяки їх наявності види grindelій культивуються на батьківщині як лікарські рослини та здавна застосовуються у народній та традиційній медицині, парфумерії (Вульф и Малеева 1969). В Україні застосування grindelій поки що обмежене, тому у контексті досліджень потенційної лікарської сировини нами вивчались анатомо-морфологічні особливості будови листка трьох видів роду *Grindelia*, інтродукованих в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка – *G. integrifolia* Nutt., *G. robusta* Nutt. та *G. squarrosa* (Pursh.) Dun.

Листки у досліджених видів дорзовентрального типу, продовгасті, ланцетоподібні чи лопатеподібні, з зазубреним (*G. integrifolia*, *G. robusta*) чи дрібно-гостропильчастим (*G. squarrosa*) краєм, завдовжки 10-80 мм, завширшки 15-25 мм. Епідерміс листка вкритий кутикулою, що має дрібнозморшковату скульптуру, тяжі якої орієнтовані вздовж морфологічної осі. Продихи розташовані по обидві сторони листка, але на абаксіальній поверхні їх більше. Тип продихового апарату у досліджених видів анізоцитний та

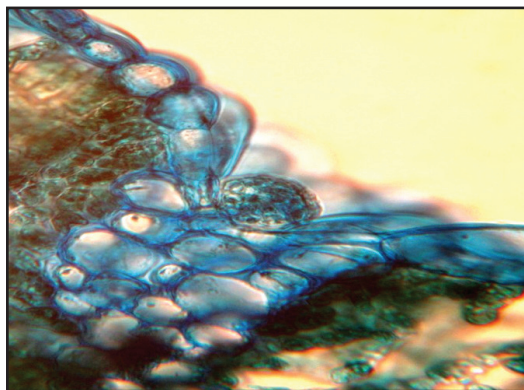
аномотетрацитний (Рис. 1). Під епідермісом знаходиться мезофіл, що складається з палісадної та губчастої паренхіми. Палісадна паренхіма розташована з обох боків листка. На адаксіальній поверхні вона представлена 2-3 рядами видовжених клітин з численними хлоропластами. На абаксіальній поверхні листка палісадні клітини розміщені переважно в один ряд. Видовжені клітини палісадної паренхіми прилягають до внутрішнього боку верхнього та нижнього епідермісу, щільно розміщені та дуже збагачені хлоропластами. Між палісадними клітинами знаходиться губчаста паренхіма, округлі клітини якої розміщені пухко та мають велику площу міжклітинників.

Провідна система представлена сіткою судинних пучків та їх відгалужень (Никитин и Панкова 1982). Провідні пучки закриті колатеральні. У центральній жилці розміщені головні судинно-волокнисті пучки, що складаються з флоєми та ксилеми, біля яких розміщені механічні тканини – склеренхіма та коленхіма. З боку флоєми пролягає ефіромасляний канал. Головні судинні пучки оточені клітинами паренхіми. Дрібніші судини розташовані безпосередньо у мезофілі, де вони оточені коленхімою, що пронизує товщу листової пластини та досягає покривної тканини (епідермісу). Ближче до краю листка кількість флоємних елементів



**Рис. 1.** Аномотетрацитний та анізоцитний тип продишового апарату у *Grindelia integrifolia*.

**Fig. 1.** Anomotetracytic and anisocytic stomatal apparatus of *Grindelia integrifolia*.



**Рис. 2.** Багатоклітинні ефіромасляні залозки у *Grindelia squarrosa*.

**Fig. 2.** Multicellular glands with essential oil in *Grindelia squarrosa*.

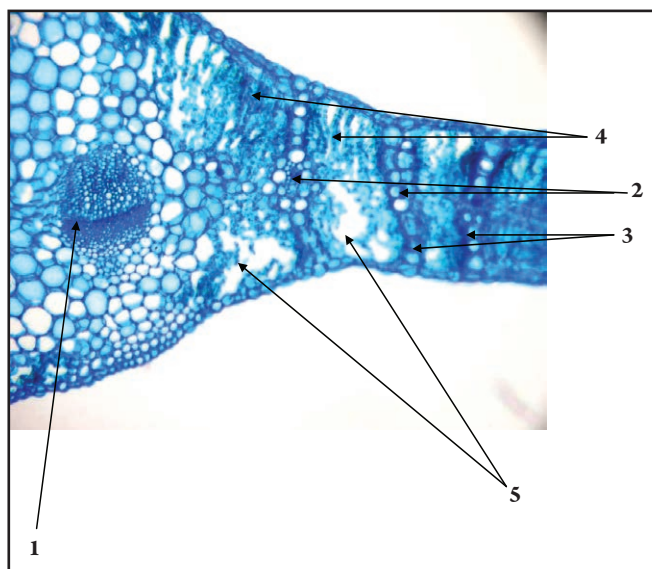
у провідних пучках зменшується. Дистальні провідні пучки часто представлені лише елементами ксилеми – трахеїдами. По ходу судин на листовій пластині з обох сторін розташовані 3-4 шарові округлі ефіромасляні залози (Рис. 2). Вони занурені у мезофіл та заповнені темним вмістом. Не дивлячись на загальний план анатомічної будови листка досліджених видів, кожному з них притаманні певні індивідуальні особливості, що наводяться нижче.

У *G. integrifolia* центральна жилка однопучкова, на поперечному зрізі еліптично видовжена, злегка випукла з нижньої та верхньої сторони листової пластинки, ззовні зрідка опушена багатоклітинними прозорими волосками (Рис. 3) Латеральні пучки слабвиражені, з поодиноких судин. Епідерма представлена 4-6-кутніми паренхімними клітинами з майже прямими антиклінальними стінками. На зрізі епідермальні клітини розміщені в один ряд, рівномірно потовщені, округлі, над центральною жилкою дрібніші, радіально видовжені. Краї листків увінчані 4-5 клітинними прозорими трихомами з потовщеними стінками, верхня з яких дуже видовжена та загострена.

Центральна жилка у *G. robusta* на поперечному зрізі лінзоподібна, з нижнього боку випукла, з верхнього більш пряма, супроводжується поодиноким опушенням у

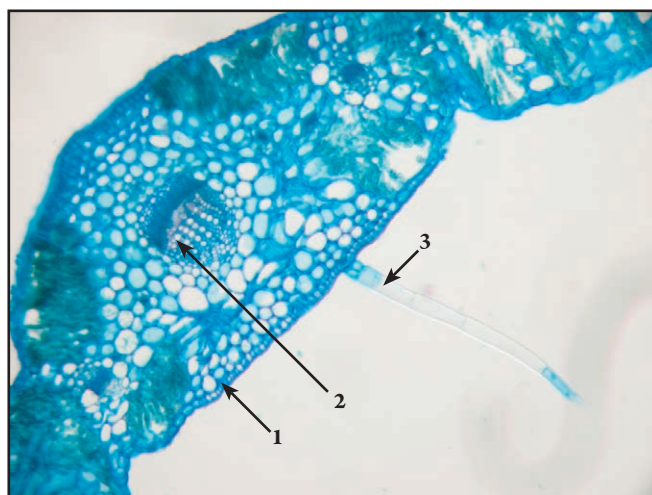
видгалі багатоклітинних прозорих волосків (Рис. 4). Центральний пучок виражений найкраще, оточений 5-6 рядами механічної тканини. Латеральні пучки невеликі, оточені в основному паренхімою та поодинокими механічними клітинами. Клітини епідерми з поверхні ізодіаметричні, з хвилястими, рідше зигзагоподібними антиклінальними стінками. На поперечному зрізі вони дещо тангентально видовжені, над центральною жилкою радіальні. Зовнішня стінка потовщена, бічні та внутрішні – тонші. По краю листків розташовані одно-двоклітинні шипуваті прозорі трихоми з потовщеною стінкою.

У *G. squarrosa* центральна жилка на поперечному зрізі округла, дуже випукла з нижнього боку, без опушення, трипучкова, середній провідний пучок найбільший (Рис. 5). Усі три пучки добре розвинені, складаються з ксилеми та флоєми, навколо яких розміщені 10-15 рядів механічних клітин. Клітини епідермісу з поверхні ізодіаметричні, з хвилястими стінками. На поперечному зрізі вони тангентально видовжені, зовнішня та внутрішні стінки потовщені, остання часто вдавнена в порожнину клітини. Бічні стінки тонкі. Над центральною жилкою епідермальні клітини дещо дрібніші, округлі. Крайові трихоми багатоклітинні, прозорі, з хвилястими контурами.



**Рис. 3.** Поперечний зріз листка *Grindelia integrifolia*: 1 – центральний провідний пучок; 2 – бічні провідні пучки; 3 – коленхіма; 4 – палисадна паренхіма; 5 – губчаста паренхіма.

**Fig. 3.** Transverse section through the leaf blade of *Grindelia integrifolia*: 1 – central vascular bundle; 2 – side vascular bundles; 3 – collenchyma; 4 – palisade parenchyma; 5 – spongy parenchyma.

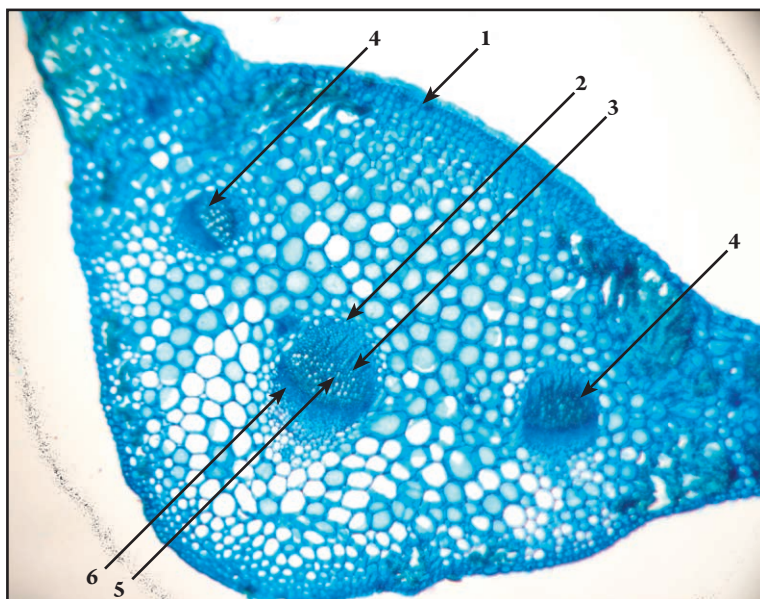


**Рис. 4.** Поперечний зріз листка *Grindelia robusta*: 1 – епідерма; 2 – центральний провідний пучок; 3 – багатоклітинний волосок.

**Fig. 4.** Transverse section through the leaf blade of *Grindelia robusta*: 1 – epidermis; 2 – central vascular bundle; 3 – multicellular hair.

Виявлені анатомо-морфологічні відмінності у будові листової пластинки видоспецифічні та можуть бути використані як додаткові діагностичні ознаки. До таких

слід віднести: форму центральної жилки на поперечному зрізі та кількість у ній провідних пучків; форму клітин епідерми та характер їх потовщень; форму крайових



**Рис. 5.** Поперечний зріз листка *Grindelia squarrosa*: 1 – епідерміс; 2 – механічні клітини; 3 – центральний провідний пучок; 4 – бічні провідні пучки; 5 – ксилема; 6 – флоема.

**Fig. 5.** Transverse section through the leaf blade of *Grindelia squarrosa*: 1 – epidermis; 2 – mechanical cells; 3 – central vascular bundle; 4 – side vascular bundles; 5 – xylem; 6 – phloem.

трихом; кількість шарів механічної тканини навколо провідного пучка. Оскільки основою для лікарської заготівлі є в основному трава гринделій (стебла, листки, квіти), виділені анатомо-морфологічні особливості будови листка рекомендовано застосовувати для більш точної ідентифікації подрібненої рослинної сировини.

#### Використані джерела

**БульФ Е.М., Малеева О.Ф. 1969.** Мировые ресурсы полезных растений. Справочник. Наука, Ленинград.

**Никитин А.А., Панкова И.А. 1982.** Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений. Наука, Ленинград.

#### PECULIARITIES OF LEAF STRUCTURE OF SOME SPECIES OF *GRINDELIA* WILLD. (ASTERACEAE)

OLHA SODEL \*, OLENA PALAMARCHUK, TETIANA VAKULENKO

**Abstract.** The descriptions of anatomical and morphological structure of the leaf for 3 *Grindelia* species (*G. integrifolia*, *G. robusta* and *G. squarrosa*) is given.

**Key words:** *Grindelia*, leaf, stomata, vascular bundle, palisade parenchyma, spongy parenchyma

National Botanical Garden National Academy of Sciences of Ukraine, Timiryazevska str. 1, 01014 Kyiv, Ukraine;

\* [Lena\\_pastin@mail.ru](mailto:Lena_pastin@mail.ru)



УДК 581.4

## АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛИСТКА *SCHISANDRA CHINENSIS* ЗА УМОВ ІНТРОДУКЦІЇ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Надія Скрипченко \*, Тетяна Вакуленко, Оксана Дзюба

**Анотація.** Проведено анатомо-морфологічні дослідження листка лимонника китайського (*Schisandra chinensis*) за умов інтродукції у Лісостепу України. Були виявлені його видоспецифічні особливості, зокрема присутність міжклітинних вмістичил у тканинах листкової пластинки і черешка, заповнених ефірною олією.

**Ключові слова:** *Schisandra chinensis*, інтродукція, анатомо-морфологічна будова, поверхня листка, прорихи

Національний ботанічний сад ім. М.М.Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна;  
\* [pandarija@gmail.com](mailto:pandarija@gmail.com)

### Вступ

Поповнення асортименту лікарських засобів новими препаратами рослинного походження та пошук додаткових джерел природних біологічно активних речовин з метою розширення сировинної бази були і залишаються однією з важливих проблем сучасної фармацевтичної індустрії. Лимонник китайський (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.) з давніх часів відомий як лікарська рослина, плоди і насіння якої застосовуються для виготовлення препаратів адаптогенної, стимулюючої, тонізуючої та загальнозміцнюючої дії (Лебеда *и др.* 2006; Колбасина *и др.* 2007). Ареал виду охоплює центральну частину Китаю, більшу територію Японії, майже весь півострів Корея, Приморський і Хабаровський краї, Амурську область, південну частину о. Сахалін та Курильські острови Росії. Вже понад півстоліття він успішно інтродукований у НБС ім. М.М. Гришка як плодова рослина. Дослідження листя лимонника на вміст біологічно активних речовин та ефірної олії вказує на перспективність його використання у якості лікарської сировини для фармацевтичної

індустрії (Турищев 2002; Орлин 2009). З метою можливого використання як джерела лікарської сировини було проведено вивчення анатомо-морфологічної будови листків лимонника китайського за умов інтродукції у правобережному лісостепу України.

### Матеріали і методи досліджень

Морфолого-анатомічні дослідження проводили з використанням мікроскопів STEMI 2000-S та МБІ-3, а також програми AxioVision. Матеріалом для вивчення слугувала жива колекція *S. chinensis* НБС ім. М.М. Гришка. Для аналізу відбирали листки із середнього ярусу крони рослин. Препарати готували за загальноприйнятими методиками.

### Результати та їх обговорення

Листкова пластинка лимонника китайського від овальної до видовжено-овальної, з клиноподібною основою та загостреною верхівкою. Листок амфістоматичний дорзовентрального типу. Адаксіальна та абаксіальна поверхні листка

вкриті тонкою епідермою і шаром воску. Характерним є значно більші розміри клітин адаксіальної епідерми порівняно з клітинами абаксіальної поверхні. Епідерма адаксіальної поверхні представлена щільно розміщеними п'яти-, шести- та чотирикутними клітинами, завдовжки 50-80 мкм, завширшки 45-55 мкм. Їх бічні стінки здебільшого прямі чи вигнуті, з потовщеною оболонкою, яка пронизана плазмодесмами. Клітини абаксіальної епідерми дрібніші (50-70 мкм завдовжки, 26-45 мкм завширшки), вирізняються тоншою оболонкою й більш звивистими бічними стінками, які здебільшого плавно заокруглені. На периклінальних стінках добре помітні тяжі складчастої кутикули у вигляді паралельних штрихів. На обох поверхнях листка добре помітно численні міжклітинні схизогенні вмістилища округлої чи кутастої форми з напівпрозорим вмістом ефірної олії.

Продиховий апарат листка представлений двома типами – парацитним та аномоцитним. Продихи довжиною 50-80 мкм та шириною 25-45 мкм в основному сконцентровані на абаксіальній поверхні листка і розміщені досить хаотично, кількість продихів коливається від 60 до 80 на 1 мм<sup>2</sup>. Водночас була відмічена наявність поодиноких продихів на адаксіальній поверхні листка. Продихові щілини замикаючих клітин зорієнтовані у різних напрямках.

Мезофіл листової пластинки добре розвинений, диференційований на палісадну та губчасту паренхіму. Палісадний мезофіл утворений одним шаром клітин, губчастий складається з 5-7 рядів клітин. Клітини палісадної паренхіми відрізняються від клітин губчастої паренхіми за формою і розміром. Міжклітинні утворення у мезофілі мають схизогенне походження. Слід зазначити що ефіроолійні вмістилища здебільшого зосереджені у нижній губчастій паренхімі, хоч зустрічаються і у товщі стовпчастої паренхіми. Кристали оксалату кальцію крупних призматичних утворень локалізуються у крупних клітинах мезофілу (ідіобластах). Ці клітини розсіяні серед паренхімних клітин губчастої тканини

вздовж провідних пучків.

Периферійні провідні пучки представлені в основному ксилемними трахеїдами зі спіральним потовщенням стінок. Вздовж жилок судинно-волокнистих пучків (різних порядків) з нижньої сторони листка та по краю листової пластинки виявлені прості одно-, дво- та багатоклітинні трихоми. Волоски різні за розміром, формою і структурою: прості одноклітинні волоски мають кулясто-розширену основу, видовжені багатоклітинні – складаються з клітин циліндричної форми, їх базальна клітина розширена при основі.

Дослідження поверхні листового черешка показало, що епідерма черешка складається з радіально видовжених п'ятикутних, рідше прямокутних клітин з тонкими майже прямими антиклінальними стінками. Зовнішня периклінальна стінка потовщена й шатроподібно вигнута. У тканинах черешка досить густо розсіяні міжклітинні вмістилища округлої чи кутастої форми, заповнені ефірною олією.

## Висновки

В результаті проведеної роботи були виявлені видоспецифічні анатомо-морфологічні ознаки листової пластинки лимонника китайського, які можуть слугувати систематичними ознаками. Схизогенні міжклітинні вмістилища, заповнені ефірною олією були виявлені не лише у тканинах листової пластинки, а й листового черешка, що важливо при заготівлі лікарської сировини.

## Використані джерела

- КОЛБАСИНА Э.И., СОЛОВЬЕВА А.В., ТУЛЬНОВА Н.Н., КОЗАК Н.В., СКРИПЧЕНКО Н.В., МОРОЗ П.А., КОРЧЕМНАЯ Н.А., ГВОЗДЕЦКАЯ А.И. 2007. Культурная флора России: Актинидия. Лимонник. Россельхозакадемия, Москва.
- ЛЕБЕДА А.Ф., ДЖУРЕНКО Н.И., ИСАЙКИНА А.П., СОБКО В.Г. 2006. Лекарственные растения. Самая полная энциклопедия. АСТ, Москва.

- Орлин Н.А. 2009.** О биологически активных веществах лимонника китайского. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* **4**: 110–115.
- Турищев С.Н. 2002.** Растительные адаптогены. *Фармация* **50 (6)**: 44–45.

## MORPHO-ANATOMICAL FEATURES OF SCHISANDRA CHINENSIS LEAF UNDER CONDITIONS OF INTRODUCTION IN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

NADIYA SKRYPCHENKO \*, TATIANA VAKULENKO, OKSANA DZUBA

**Abstract.** The results of the morpho-anatomical study of the leaves of *Schisandra chinensis* under conditions of forest-steppe of Ukraine are given. Since the specific features were found, in particular the presence of intercellular spaces with essential oils in leaf blade and petioles.

**Key words:** *Schisandra chinensis*, introduction, morpho-anatomical features, leaf surface, stomata

N. Grishko National Botanical Garden NAS of Ukraine, Tymiriazevskaia str. 1, 01014 Kyiv, Ukraine; \* pandarija@gmail.com







УДК 581.4:615.322

## АНАТОМІЯ ПЛАВАЮЧИХ ТА ПІДВОДНИХ ЛИСТКІВ ГЕТЕРОФІЛЬНОЇ РОСЛИНИ *NYMPHAEA CANDIDA* L.

ОЛЕНА М. КЛИМЕНКО

**Анотація.** Досліджена анатомічна будова плаваючих та підводних листків гетерофільної рослини *Nymphaea candida* L. Показана відмінність анатомічної будови плаваючих та підводних листків, яка проявляється у відсутності продохів, диференційованої паренхіми, астеросклерей, зміні орієнтації хлоропластів, значному зменшенні товщини листка (у 8 разів) та об'єму міжклітинників (у 2 рази). На підставі отриманих даних та попередніх досліджень водних гетерофільних рослин зроблено висновок щодо спільної моделі адаптації водних гетерофільних рослин до існування за умов знаходження частин однієї рослини в різних фізичних середовищах.

**Ключові слова:** *Nymphaea candida*, листок, анатомічна будова, гетерофілія

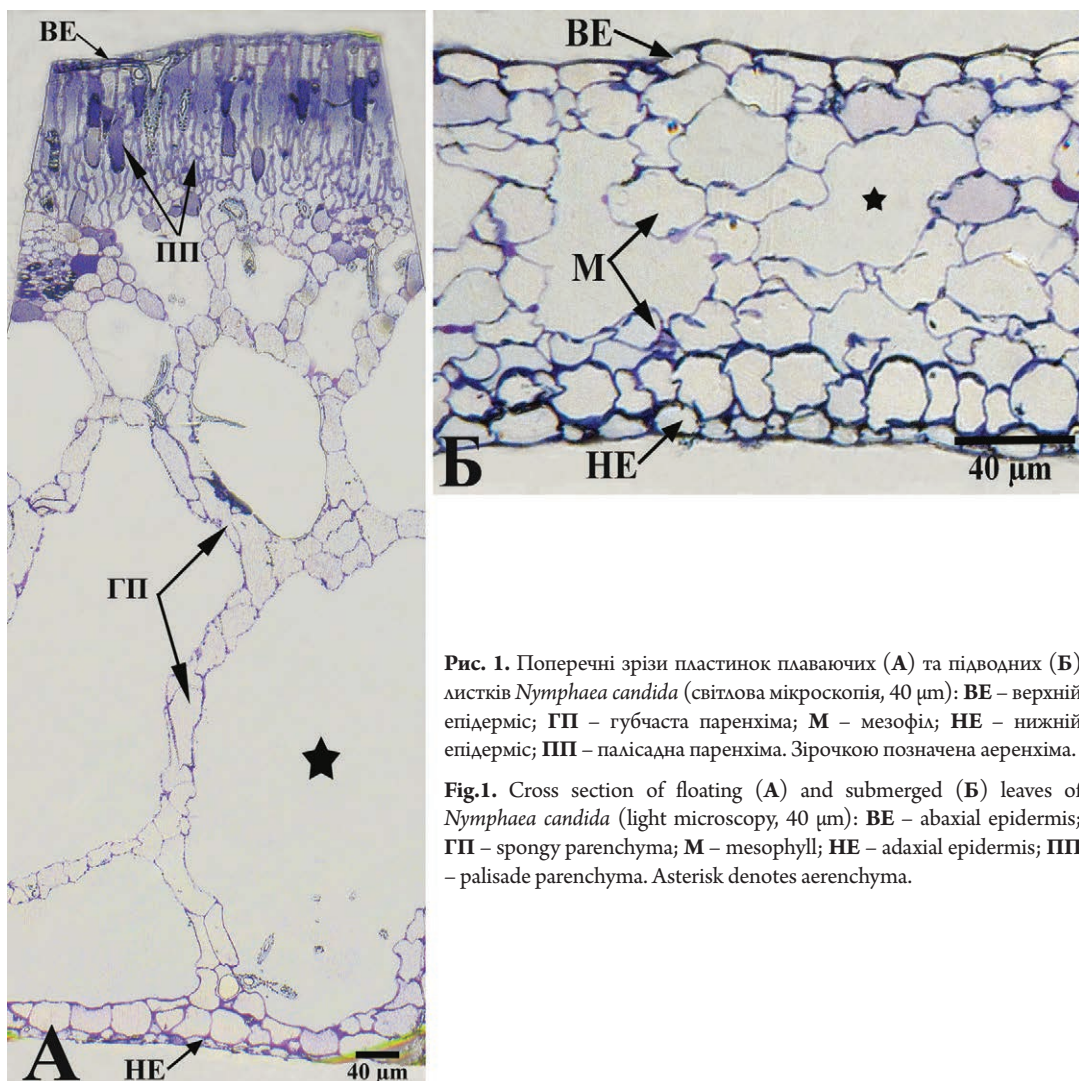
Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; li\_grey@mail.ru

### Вступ

Гетерофілія – це існування двох або більше типів листків на одній рослині (SCULTHORPE 1967). Це явище відоме серед всіх головних груп рослин: мохоподібних, папоротей, водних і наземних покритонасінних рослин (НЕДУХА 2011). Справжні водні вищі рослини є цікавими об'єктами для вивчення гетерофілії через їх здатність утворювати на одній рослині різні типи листків: плаваючі на поверхні води, повністю занурені в воду та, у деяких випадках, повітряні листки (наприклад, при зниженні рівня води) (COOK & JOHNSON 1967; KANE & ALBERT 1982; DESCHAMP & COOKE 1985; WELLS & PIGLIUCCI 2000). Гетерофілія надає водним рослинам перевагу в пристосуванні до умов зовнішнього середовища. Для дослідження була обрана гетерофільна водна рослина *Nymphaea candida* L. (латаття сніжно-біле), яка має плаваючі та підводні листки. Метою дослідження було вивчення анатомічної будови різних типів листків *N. candida*.

### Матеріали і методи досліджень

Матеріал для дослідження збирали в липні та серпні 2013 року. Для аналізу анатомічної будови брали зрілі листки, що плавають на поверхні води та листки, що формують розетку на дні водойми на глибині 1 метр. З середньої третини листової пластинки між краєм листка та центральною жилкою вирізали ділянки мезофілу розміром 0,5×1 см. Фіксацію 2,5% глютаровим альдегідом та 1% OsO<sub>4</sub>, зневоднення у серії спиртів та заливку зразків у суміш епоксидних смол (епон-аралдит) проводили за загальноприйнятим методом. Для світлової мікроскопії робили напівтонкі зрізи (0,5-1 мкм) на ультрамікротомі RMC MT-XL (США), які забарвлювали 0,12% толуїдиновим синім. Зразки вивчали під мікроскопом NF (Carl Zeiss, Germany). На знімках отриманих за допомогою мікроскопу Carl Zeiss з фотонасадкою Contax 160 MT за допомогою програми Image Tool розраховували кількість гідропот, вимірювали товщину листової пластинки, висоту клітин верхнього та нижнього епідермісу, висоту клітин палісадної та губчастої паренхіми, визначали коефіцієнт палісадності та



**Рис. 1.** Поперечні зрізи пластинок плаваючих (А) та підводних (Б) листків *Nymphaea candida* (світлова мікроскопія, 40 µm): **BE** – верхній епідерміс; **ГП** – губчаста паренхіма; **М** – мезофіл; **HE** – нижній епідерміс; **ПП** – палісадна паренхіма. Зірочкою позначена аеренхіма.

**Fig.1.** Cross section of floating (A) and submerged (Б) leaves of *Nymphaea candida* (light microscopy, 40 µm): **BE** – abaxial epidermis; **ГП** – spongy parenchyma; **М** – mesophyll; **HE** – adaxial epidermis; **ПП** – palisade parenchyma. Asterisk denotes aerenchyma.

парціальний об'єм міжклітинників. Одержані дані статистично оброблені за програмою Microsoft Excel.

### Результати та їх обговорення

Було встановлено, що плаваючі листки *N. candida* прості, цілокраї, з півчастими прилистками, черешок циліндричний. Листкова пластинка епістоматична: продихи розташовуються лише на верхньому (абаксимальному) боці листка. На нижньому (адаксіальному) боці знаходяться численні гідропоти, які мають дифузне розташування,

їх кількість становить  $583,3 \pm 27,3$  на  $1 \text{ мм}^2$ . Діаметр гідропот становить  $15,68 \pm 0,25$  мкм. Верхній епідерміс плаваючих листків складається з одного шару клітин овальної форми, які вкриті тонкою кутикулою (Рис. 1 А). Нижній епідерміс також одношаровий. Його клітини витягнуті в тангентальному напрямі, проте за розміром не відрізняються від клітин верхнього епідермісу (Табл. 1). Плаваючі листки мають дорзовентральний тип будови мезофіду, диференційований на палісадну та губчасту паренхіму. Палісадна паренхіма має 5-8 шарів циліндричних клітин, які різняться між

**Табл. 1.** Анатомічні ознаки плаваючих і підводних листків *Nymphaea candida*, n=100, P=0,05.**Table 1.** Anatomical features of *Nymphaea candida* floating and submerged leaves, n=100, P=0.05.

Листки	Товщина листка, мкм, M±m	Висота клітин верхнього епідермісу, мкм, M±m	Висота клітин нижнього епідермісу, мкм, M±m	Парціальний об'єм міжклітинників, %, M±m	Кількість гідропот на 1 мм <sup>2</sup>
Плаваючі	1557,12±149,28	15,98±0,36	16,53±0,29	69±1,03	583,3±27,3
Підводні	184,26±6,74	14,99±0,56	13,65±0,28	31,88±0,80	365±40,7

собою за висотою (середня висота клітин палисадної паренхіми  $42,4 \pm 1,15$  мкм, ширина  $13,53 \pm 0,30$  мкм), та невеликі міжклітинники. Хлоропласти розташовуються вздовж антиклінальних стінок клітин. Губчаста паренхіма складається з тонкостінних овальних клітин та великих міжклітинників. В паренхімі зустрічаються астеросклерейди. Пластинка плаваючих листків має товщину  $1557,12 \pm 149,28$  мкм, парціальний об'єм міжклітинників становить  $69 \pm 1,03\%$ .

Підводні листки розташовуються на глибині 1 м. Вони зелені, прості, хвилясті, цілокраї, з пливчастими прилистками, з коротким циліндричним черешком, формують розетку на дні водойми. Продихи відсутні, листок викриває тонкий шар кутикули. На нижньому боці листка знаходяться гідропоти ( $365 \pm 40,7$  на  $1 \text{ мм}^2$ ), які мають дифузне розташування. Діаметр гідропот становить  $15,52 \pm 0,24$  мкм. Підводний листок має гомогенний тип будови мезофілу (Рожнина и Пьянков 2001): складається з верхнього та нижнього епідермісу, 6-8 шарів недиференційованого мезофілу з невеликими міжклітинниками (Рис. 1 Б). Клітини епідермісу овальні, витягнуті у тангентальному напрямку, майже однакові за розміром (висота клітин верхнього епідермісу складає  $14,99 \pm 0,56$  мкм, нижнього –  $13,65 \pm 0,28$  мкм). Клітини мезофілу неправильної форми, хлоропласти розташовуються вздовж тангентальних стінок. Висота клітин мезофілу коливається від  $5,55$  до  $53,93$  мкм. Пластинка підводних листків має товщину  $184,26 \pm 6,74$  мкм, парціальний об'єм міжклітинників становить  $31,88 \pm 0,80\%$ .

Таким чином, показано, що підводні листки *N. candida*, які утворюють розетку

на дні водойми, значно відрізняються за анатомічною будовою від плаваючих – у них відсутні продихи, диференційована паренхіма, астеросклерейди; змінюється орієнтація хлоропластів (антиклінальна у плаваючих листків та тангентальна у підводних); значно зменшується товщина листка (у 8 разів) та об'єм міжклітинників (у 2 рази). В попередніх дослідженнях на прикладі справжньої водної гетерофільної рослини *Nuphar lutea* (L.) Smith., були показані подібні зміни в анатомічній будові плаваючих та підводних листків (КЛИМЕНКО 2013). Різниця у товщині пластинок листків, які знаходяться у різних фізичних середовищах (повітряному та водному) притаманна значній кількості видів справжніх водних рослин. Наприклад, плаваючі листки *Potamogeton natans* L., *P. polygonifolius* Pourg. майже у три рази товщі ніж справжні занурені листки *P. gramineus* L., *P. perfoliatus* L., та *P. zizii* Mert. et Koch. (FROST-CHRISTENSEN & SAND-JENSEN 1995).

Пристаювання рослин до існування у водному середовищі пов'язане зі зміною морфології та анатомічної будови листка. За класифікацією Рожніної (Рожнина и Пьянков 2001) виділяються два основні типи будови мезофілу: дорзовентральний, який переважає серед плаваючих листків водних рослин (*Nuphar lutea*, *N. pumila* (Timm) DC, *Polygonum amphibium* L., *Potamogeton natans*, *Sagittaria natans* Pall.), та гомогенний тип, характерною ознакою якого є відсутність диференціації на палисадну та губчасту паренхіми. Останній тип притаманний повністю зануреним у воду листкам. Рожніною (Рожнина и Пьянков 2001) занурені листки були розділені на дві

структурні групи: 1) листки з тришаровою пластинкою, яка складається з двох шарів епідермісу та одного шару мезофілу (*Potamogeton compressus* L., *Callitriche verna* L., *Hippuris vulgaris* L.); 2) циліндричні (*Batrachium dichotomum* (Schrank) Bercht. & J. Presl, *Myriophyllum verticillatum* L.) та пласкі листки з 5-6 шарами мезофілу (*Batrachium eradatum* (Laest) Fries, *Nuphar lutea*, *N. pumila*). Підводні листки *N. candida* можна віднести до останнього типу. Зі збільшенням ступеню контакту рослин з водою (плаваючі – занурені) наявна зміна типів мезофілу листка (дорзовентральний – гомогенний), що супроводжується зміною показників структури фотосинтетичного апарату (товщини листка, кількості клітин та хлоропластів в мезофілі, розмірів та розташування хлоропластів) (SCMIDT & MILLINGTON 1968; ЗАУРАЛОВА 1980; DESCHAMP & COOKE 1985; YOUNG *et al.* 1987; РОЖНИНА И ПЬЯНКОВ 2001).

### Висновки

За результатами наших досліджень анатомічної будови листків справжніх водних рослин *Nymphaea candida* та *Nuphar lutea*, а також даних літератури, можна зробити висновок про спільну модель адаптації водних гетерофільних рослин до існування за умов знаходження частин однієї рослини в різних фізичних середовищах.

### Використані джерела

ЗАУРАЛОВА Н.О. 1980. Ассимиляционный аппарат некоторых видов пресноводных растений. *Бот. журн.* **65**: 1439–1446.

- НЕДУХА О.М. 2011. Гетерофілія у рослин. Альтерпрес, Київ.
- РОЖНИНА Д.А., ПЬЯНКОВ В.И. 2001. Структура фотосинтетического аппарата листа пресноводных гидрофитов. II. Количественная характеристика мезофила листа и функциональная активность листьев с разной степенью погружения. *Физиология растений* **48**: 836–845.
- COOK S., JOHNSON M. 1967. Adaptation to heterogeneous environments. I. Variation in heterophylly in *Ranunculus flammula* L. *Evolution* **22**: 496–516.
- DESCHAMP P., COOKE T. 1985. Leaf dimorphism in the aquatic angiosperm *Callitriche heterophylla*. *Am. J. Bot.* **72**: 1377–1387.
- FROST-CHRISTENSEN H., SAND-JENSEN K. 1995. Comparative kinetics of photosynthesis in floating and submerged *Potamogeton* leaves. *Aquat. Bot.* **51**: 121–134.
- KANE M., ALBERT L. 1982. Environmental and growth regulator effects on heterophylly and growth of *Proserpinaca intermedia* (Haloragaceae). *Aquat. Bot.* **13**: 73–85.
- KLIMENKO E. 2013. Morphology, anatomy and surface ultrastructure of *Nuphar lutea* (L.) Smith. terrestrial, floating and submerged leaves. In: GRZESIAK M.T., RZEPKA A., HURA T., GRZESIAK S. (eds), Plant functioning under environmental stress. *Cracow–Plant–Stress Conference Series* **9**: 223–232.
- SCMIDT B., MILLINGTON W. 1968. Regulation of leaf shape in *Proserpinaca palustris*. *Bull. Torrey Bot. Club.* **95**: 264–286.
- SCULTHORPE C. 1967. The biology of aquatic vascular plants. London.
- WELLS C., PIGLIUCCI M. 2000. Adaptive phenotypic plasticity: the case of heterophylly in aquatic plants. *Aquat. Bot.* **3**: 1–18.
- YOUNG J., HORTON R. 1987. Heterophylly in *Ranunculus flabellaris*: the effect of abscisic acid on leaf anatomy. *Ann. Bot.* **60**: 117–125.

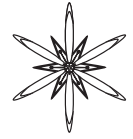
### ANATOMY OF FLOATING AND SUBMERGED LEAVES OF HETEROPHYLLOUS PLANT OF NYMPHAEA CANDIDA L.

E.N. KLIMENKO

**Abstract.** The data on anatomy of floating and submerged leaves of heterophyllous aquatic plant *Nymphaea candida* L. are presented. Anatomy of floating leaves is shown to be different from that of submerged leaves: the absence of stomata, asterosclereids, and differentiated parenchyma, as well as by reduce intercellular volume and leaf width. Common patterns of leaf structure plasticity of aquatic heterophyllous plants in dependence on the environment are discussed.

**Key words:** *Nymphaea candida*, leaf, anatomy, heterophylly

*Institute of Botany, NAS of Ukraine, 2 Tereshchenkivska str., Kyiv 01601, Ukraine; li\_grey@mail.ru*



УДК 576.31:582.536

## ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КАЛОЗИ У ПІДВОДНИХ ТА ПОВІТРЯНИХ ЛИСТКАХ *SAGITTARIA SAGITTIFOLIA* L.

ОЛЕНА М. НЕДУХА

**Анотація.** Методом лазерної скануючої мікроскопії досліджена локалізація та відносний вміст калози у клітинних оболонках епідерми, мезофілу та судин провідних пучків підводних та повітряних листків *Sagittaria sagittifolia* L. (стрілолиста звичайного) у фазі вегетативного росту. Встановлено, що ріст листків під водою супроводжується достовірним збільшенням вмісту калози в оболонках клітин епідерми, судин провідних пучків та фотосинтезуючої паренхіми у порівнянні із відповідними клітинами повітряних листків. Виявлені особливості розподілу калози в клітинних оболонках обумовлені фізико-екологічними характеристиками навколишнього середовища.

**Ключові слова:** *Sagittaria sagittifolia*, калоза, повітряні та підводні листки

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; onedukha@hotmail.com

### Вступ

Затоплення – один із найважливіших факторів навколишнього середовища, яке за тривалої дії призводить до значних змін росту та розвитку вищих рослин, а іноді й до їхньої загибелі (CLARKE & STONE 1963; CHEN & КІМ 2009). В природних умовах гідрофіти, підводні листки яких ростуть і розвиваються постійно під водою, виробили захисні пристосування й адаптаційні механізми на рівні тканин і клітин до фізичних умов водного оточення, яке відрізняється вмістом та швидкістю транспортування газів, а також інтенсивністю та спектральним складом освітлення у порівнянні з наземними умовами (у повітрі) (Недуха 2011). У клітинних механізмах адаптації рослини до затоплення важлива роль відводиться полісахаридам клітинних оболонок, зокрема калозі, яка бере участь у регуляції водного транспорту по апопласту. Калоза – лінійний аморфний полісахарид клітинної оболонки, утворений кількома сотнями залишків глюкози, з'єднаних в основному  $\beta$ -1–3-глюкозидними зв'язками та 1–6-зв'язками, що можуть формувати незначні галуження

(CLARKE & STONE 1963). 1,3- $\beta$ -глюкан клітинних оболонок рослин відіграє ключову роль у міжклітинному транспорті води, рості та диференціюванні клітин, осмотичному розтязі клітин, захисті рослин при біотичних та абіотичних стресах (HONG *et al.* 2001; ДМИТРИЕВ 2003).

Ми припустили, що листки рослин, що постійно ростуть у воді, характеризуються підвищеним синтезом калози у порівнянні із надводними листками тих же особин, що допомагає зануреним у воду листкам, ефективно функціонувати у постійному водному середовищі. Метою нашої роботи було порівняльне вивчення локалізації та відносного вмісту калози у клітинних оболонках підводних та повітряних листків *Sagittaria sagittifolia* L. (стрілолист звичайний) у фазі вегетативного росту.

### Матеріали і методи досліджень

Об'єктами дослідження були повітряні (надводні) та підводні листки рослини стрілолиста звичайного (*S. sagittifolia*), які зростали на глибині від 80 до 120 см на березі Русанівського каналу (лівий берег р. Дніпро)

у Києві. Матеріал збирали у середині червня. Середня освітленість (опівдні) на час забору матеріалу на верхній поверхні надводних листків становила 1550 мкмоль квантів·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup>, над підводними листками – від 13 до 20 мкмоль квантів·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup>. Визначення локалізації та відносного вмісту калози у клітинних оболонках тканин середньої частини листових пластинок здійснювали цитохімічним методом відповідно протоколу Х. Сабінян та М. Сака (SUBVAIAN & SACHS 2001) із використанням 0,1% анілінового синього. Дослідження проводили за допомогою лазерного скануючого мікроскопа LSM 5 Pascal (Німеччина). Для ідентифікації калози та автофлюоресценції хлоропластів використовували по чергово два лазерних канали: канал за довжини хвилі збудження 405 нм і хвилі емісії – 461 нм (для люмінесценції калози); та канал за довжини хвилі збудження 520 нм і хвилі емісії – 662 нм (для автолюмінесценції хлорофілів). Відносний вміст калози за інтенсивністю флюоресценції комплексу калоза+аніліновий синій визначали із використанням програмного забезпечення "Pascal". Вимірювання проводили на трьох рослинах кожного виду, із кожної рослини брали по три надводних і три підводних листки, із кожного листка аналізували по 30-40 клітин епідермісу, 40 клітин мезофілу та 15-17 клітин судин провідних пучків, відповідно.

### Результати та їх обговорення

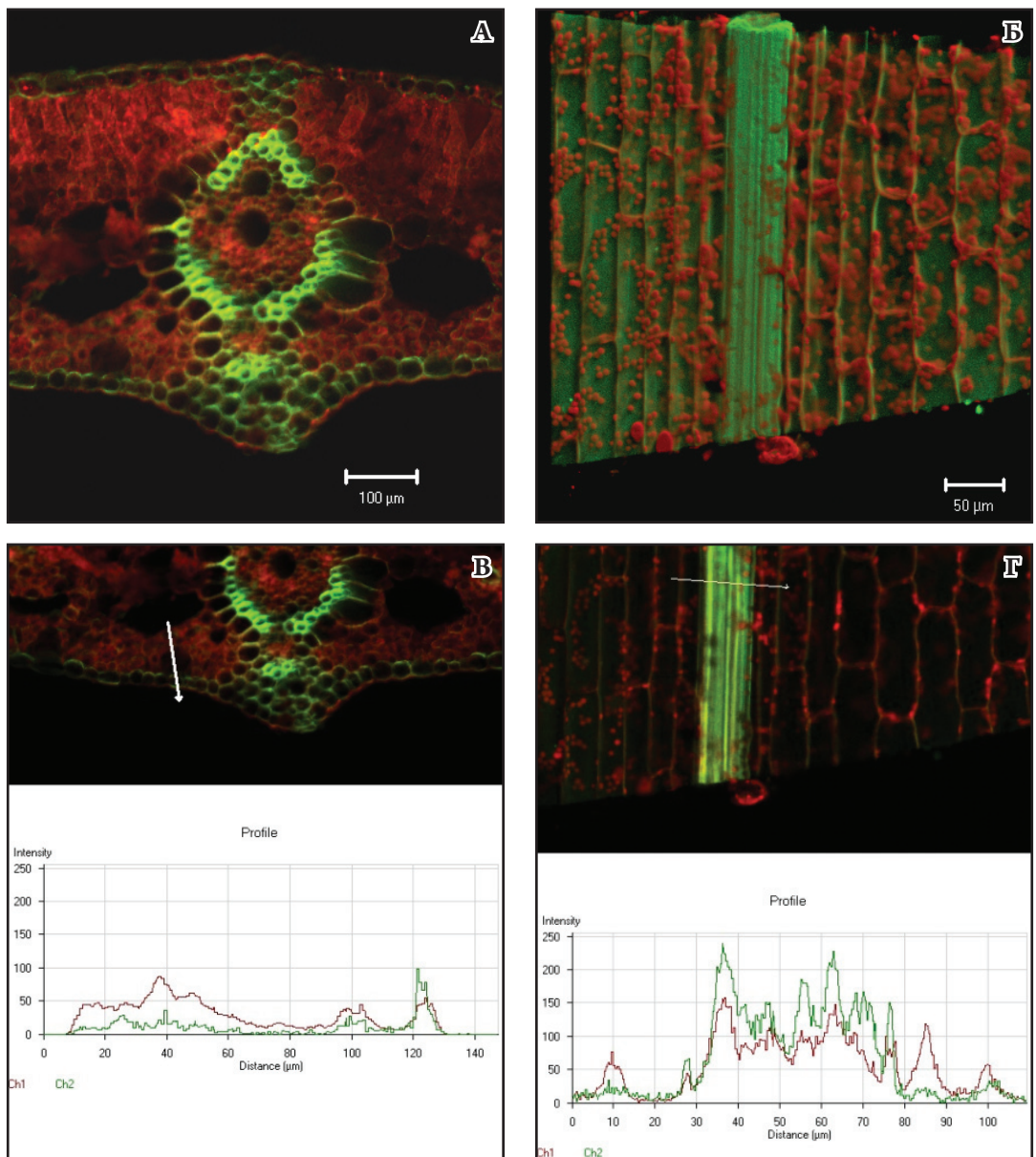
**Повітряні листки.** Цитохімічним методом із використанням лазерно конфокальної мікроскопії показано, що калоза локалізована у клітинних оболонках епідерми, мезофілу та судин провідних пучків стрілоподібних повітряних листків (Рис. 1 А). Комплекс аніліновий синій – калоза у досліджуваних тканинах флюоресціював яскраво-зеленим кольором. За допомогою програми "Pascal" визначили вміст калози у оболонках досліджуваних тканин (Табл. 1; Рис. 1 В). Встановлена наступна послідовність інтенсивності флюоресценції

калози: клітинні оболонки судин > антиклінальні оболонки нижньої і верхньої епідерми > палісадна паренхіма > губчаста паренхіма.

У надводних листках стрілолиста у антиклінальних оболонках верхньої та нижньої епідерм, а також замикаючих клітин продихів інтенсивність флюоресценції калози була достовірно вища, ніж у периклінальних оболонках цих клітин (Табл. 1). Вміст калози у периклінальних оболонках нижньої епідерми у шість разів вищий, ніж у відповідних оболонках верхньої епідерми. В оболонках клітин палісадної паренхіми вміст калози також був більшим, ніж у клітинах губчастого мезофілу.

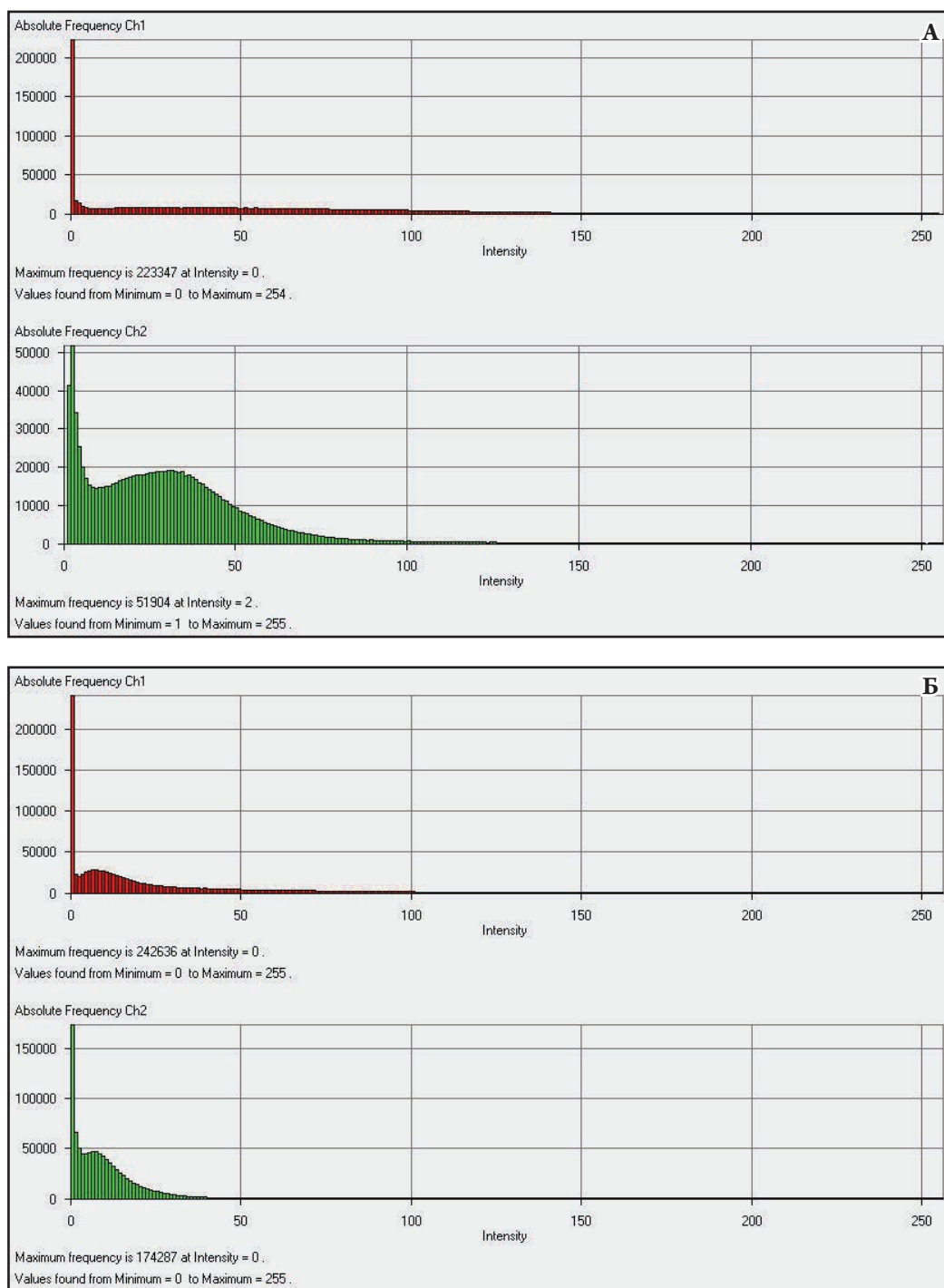
Встановлено, що максимальна інтенсивність флюоресценції калози в епідермі та провідних пучках становила 51804 пікселів (Рис. 2 А; зелена, нижня частина графіка), максимальна інтенсивність флюоресценції хлорофілів в клітинах мезофілу була досить високою і становила 223347 пікселів (верхня, червона частина графіка).

**Підводні листки.** Флюоресценція калози виявлена в клітинних оболонках епідермісу, фотосинтезуючої паренхіми та судин провідних пучків (Рис. 1 Б). Встановлено, що умови занурення листків у воду спричиняли достовірне підвищення вмісту калози у периклінальних та антиклінальних оболонках епідерми, в оболонках судин провідних пучків, а також в оболонках фотосинтезуючої паренхіми підводних листків досліджуваних видів рослин у порівнянні із аналогічними клітинними оболонками надводних листків. Відмінності в інтенсивності флюоресценції комплексу аніліновий синій – калоза показані у Табл. 1 та на Рис. 1 Г (діаграма). Необхідно відмітити, що максимальна інтенсивність флюоресценції калози у клітинних оболонках провідних пучках та епідермісу була втричі вища (див. Рис. 2 Б), ніж у надводних листках, і становила 174287 пікселів (Рис. 2 Б; зелена нижня частина графіка). Максимальна інтенсивність хлорофілів у клітинах паренхіми та епідермісу становила 242056



**Рис. 1.** Зрізи надводних (повітряних) (А, В) та підводних листків (Б, Г) *Sagittaria sagittifolia* після інкубації у розчині анілінового синього (комплекс калоза + аніліновий синій флюоресцює зеленим кольором); автофлюоресценція хлорофілу має червоний колір. На В та Г – діаграми інтенсивності флюоресценції калози (зелена нижня лінія) та автофлюоресценції хлорофілу (червона верхня лінія) в надводних (В) та підводних (Г) листках. Ордината – інтенсивність флюоресценції, (відносні одиниці). Абсциса – віддаль (мкм), що була просканована на зрізі клітини.

**Fig. 1.** The sections of *Sagittaria sagittifolia* aerial (A, B) and submerged leaves (B, Γ) after incubation with aniline blue (complex of callose + aniline blue is fluorescing with green color); chlorophyll auto fluorescence is red. The diagrams of callose fluorescence intensity (green lower line) and chlorophyll auto fluorescence (red upper line) are presented on B (air leaf) and Γ (submerged leaf). Ordinate – fluorescence intensity, relative units. Abscissa – distance (μm), which was scanned on B and Γ.



**Рис. 2.** Діаграми максимальної частоти (у пікселях) флуоресценції калози (зелена нижня зона) та автофлуоресценції хлорофілу (верхня червона зона) в оболонках провідного пучка надводного листка (**A**) та в судинах провідного пучка підводного листка (**Б**), відповідно.

**Fig. 2.** The diagrams of maximal frequency (in pixels) for callose fluorescence (green lower part) and for auto fluorescence of chlorophyll (red upper part) are presented on **A** (for air leaves) and on **B** (for submerged leaves) correspondingly.



Табл. 1. Інтенсивність флюоресценції калози у листках *Sagittaria sagittifolia*.Table 1. The intensity of callose fluorescence in *Sagittaria sagittifolia* leaves.

Тканина/клітинна оболонка	Інтенсивність флюоресценції калози, відн. од.	
	У повітряних листках	У підводних листках
Адаксіальний епідерміс (або епідерміс підводного листка)		
– периклінальна оболонка	5±0,09	76±5,3*
– антиклінальна оболонка	102±9,3	133±7,7*
Продихи		
– оболонка пори	Не виявлено	Відсутні продихи
– периклінальна оболонка замикаючих клітин	Сліди	-
– антиклінальна оболонка замикаючих клітин	10±0,7	-
Абаксіальний епідерміс		
– периклінальна оболонка	30±3,7	80±5,9*
– антиклінальна оболонка	111±6,1	130±8,7*
Продихи		
– оболонка пори	49±3,8	Відсутні продихи
– периклінальна оболонка замикаючих клітин	36±3,1	-
– антиклінальна оболонка замикаючих клітин	107±17	-
Палісадний мезофіл (чи 1-ий шар фотосинтезуючої паренхіми підводного листка)	106±11	117±10
Губчастий мезофіл (чи 2-3-ій шари фотосинтезуючої паренхіми підводного листка)	23±2,5	37±2,9*
Судини провідного пучка	177±11	225±12*

\*  $p \leq 0.05$ 

пікселів (Рис. 2 Б; верхня червона частина графіка).

Таким чином, встановлено, що природне занурення листків у воді, за умов якого підводні листки ростуть і функціонують, викликає достовірне підвищення відносного вмісту калози у клітинах епідерми та судин провідних пучків *S. sagittifolia*. Одержані дані щодо підвищення вмісту калози в епідермісі підводних листків добре узгоджуються з даними про підвищення синтезу калози у ситовидних трубках флоєми під час диференціації та дії спеки, коли клітинні оболонки знижують чи тимчасово припиняють апопластний водний транспорт (McNAIRN 1972; СНЕН & КІМ 2009; ХІЕ & НОНГ 2011). Це відбувається завдяки здатності цього полісахариду перешкоджати транспорту водних розчинів по апопласту, змінювати еластичність та швидкість розтягу

клітинних оболонок, а також завдяки швидкій взаємодії калозо-синтетази із вільними іонами кальцію, що змінюють конформацію білка та сприяють його активації (KAUSS & JEWICK 1991).

Ми вважаємо, що наявність великої кількості калози в епідермісі підводних листків є структурно-функціональною ознакою як для збереження оптимального тургору підводних клітин, так й інгібування апопластного водного транспорту по епідермісу, що оберігає підводні листки від проникнення води із оточуючого водного середовища всередину клітини, так і з клітин у водне середовище. Крім цього, відомо, що калоза епідермальних клітин захищає поверхню органів від проникнення металів та дії патогенів, що було встановлено на клітинах коренів суходольних рослин (НОФМАНН *et al.* 2010; KRZESŁOWSKA 2011),

а також збільшує еластичність та гнучкість листків і стебел (PARRE & GEITMANN 2005).

Враховуючи вищезазначені дані літератури та результати наших експериментів можна припустити, що підвищений вміст калози у епідермісі підводних листків збільшує їх еластичність у воді та сприяє оптимальній життєздатності підводних органів під дією сильних течій води та її тиску. Питання про клітинні та молекулярні механізми посиленого синтезу калози в епідермісі та судинах провідних пучків підводних листків гідрофітів лишається відкритим.

### Використані джерела

- ДМИТРИЕВ А.П. 2003. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс. *Физиология растений* 50: 465–474.
- НЕДУХА О.М. 2011. Гетерофілія у рослин. Альтерпрес, Київ.
- CHEN X.Y., KIM J.Y. 2009. Callose synthesis in higher plants. *Plant Signal Behav.* 4: 489–492.
- CLARKE A.E., STONE B.A. 1963. Chemistry and biochemistry of  $\beta$ -1,3-glucans. *Rev. Pure Appl. Chem.* 13: 134–156.
- HOFMANN J., YOUSSEF-BANORA M., DE ALMEIDA-ENGLER J., GRUNDLER F.M.W. 2010. The role of callose deposition along plasmodesmata in nematode feeding sites. *Mol. Plant Microbe Interact.* 23: 549–557.
- HONG Z., DELAUNEY A., VERMA D. 2001. A cell plate specific callose synthase and its interaction with phragmoplastin. *Plant Cell* 13: 755–768.
- KAUSS H., JEBLICK W. 1991. Induced  $\text{Ca}^{2+}$  uptake and callose synthesis in suspension-cultured cells of *Catharanthus roseus* are decreased by the protein phosphatase inhibitor okadaic acid. *Physiol. Plant.* 81: 309–312.
- KRZESŁOWSKA M. 2011. The cell wall in plant cell response to trace metals: polysaccharide remodeling and its role in defense strategy. *Acta Physiol. Plant.* 33: 35–51.
- McNAIRN R.B. 1972. Phloem translocation and heat-induced callose formation in field-grown *Gossypium hirsutum* L. *Plant Physiol.* 50: 366–370.
- PARRE E., GEITMANN A. 2005. More than a leak sealant. The mechanical properties of callose in pollen tubes. *Plant Physiol.* 137: 274–286.
- SUBBAIAH CH.C., SACHS M. 2001. Altered patterns of sucrose synthase phosphorylation and localization precede callose induction and root tip death in anoxic maize seedlings. *Plant Physiol.* 125: 585–594.
- XIE B., HONG Z. 2011. Unplugging the callose plug from sieve pores. *Plant Signal. Behav.* 6: 491–493.

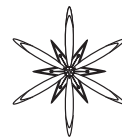
### COMPARATIVE STUDY OF CALLOSE IN *SAGITTARIA SAGITTIFOLIA* L. SUBMERGED AND AERIAL LEAVES

OLENA M. NEDUKHA

**Abstract.** The localization and relative content of callose in *Sagittaria sagittifolia* L. cell walls of epidermis, mesophyll and vessels of submerged and air leaves in vegetative phase of growth have been investigated with laser confocal microscopy. The reliable increase of callose content in cell walls of epidermis and vessels of submerged leaves was confirmed in comparison with those in aerial leaves. The revealed peculiarities in callose distribution in cell walls are caused by physico-ecological peculiarities of environment.

**Key words:** *Sagittaria sagittifolia*, callose, air and submerged leaves

M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS Ukraine, 2 Tereshchenkivska str., Kiev 01601, Ukraine; onedukha@hotmail.com



УДК 576.31:582.536

## УЧАСТЬ МОНОЛІГНІВ У ПРИРОДНІЙ АДАПТАЦІЇ TRAPA NATANS L. ДО ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

ОЛЕНА М. НЕДУХА

**Анотація.** Цитохімічним методом вивчена локалізація та розподіл монолігнів (сирингілу та гваяцилу) у клітинних оболонках епідермісу, фотосинтезуючої паренхіми та судин провідних пучків плаваючих та підводних листків *Trapa natans* L. (водяного горіха) у фазі вегетативного росту. Встановлені відмінності у розподілі та вмісті складових лігніну у клітинних оболонках досліджуваних тканин вказують на диференціальний синтез сирингілу та гваяцилу, який обумовлений диференціацією клітин, водним середовищем та виходом листків із води на повітря. Показана позитивна кореляція між вмістом сирингілу у клітинних оболонках, співвідношенням сирингіл/гваяцил та місцем зростання листків (у воді чи над водою).

**Ключові слова:** *Trapa natans*, лігнін, сирингіл, гваяцил, плаваючі та підводні листки

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; onedukha@hotmail.com

### Вступ

Лігнін – розгалужений полімер ароматичних спиртів, який разом із геміцелюлозами та пектином діє як клейстерний матрикс для мікрофібрил целюлози. Лігнін забезпечує механічну міцність тканин та органів, непроникність води та водних розчинів через клітинні оболонки судин провідних пучків, що робить трахеїди здатними транспортувати воду та водні розчини на великі відстані. Крім того, лігнін захищає протопласт клітини від вторгнення патогенів. Лігнін є похідним амінокислоти фенілаланіну, і представляє собою комплекс монолігнолів (фенілпропаноїдів), які утворюються із р-гідроксифенілових (hydroxyphenyl, H), гваяцилових (guaiacyl, G) та сирингілових (syringyl, S) складових (FREUDENBERG & NEISH 1968; ADLER 1977), що включаються у полімеризацію лігніну і різняться ступенем метоксилювання (LEISOLA *et al.* 2012). Склад, вміст та молекулярна маса лігніну залежать від виду, положення стебел чи листків на пагоні, та від положення клітини у тканині. З'єднання між мезомерними радикальними мономерами відбувається двома типами

зв'язків: аріл-алкіл- $\beta$ -O-4 ефірних та C-C зв'язків (JOSELEAU & RUEL 1997). Точний механізм, який контролює утворення монолігнів у біополімері (лігніні) рослин невідомий (КУККОЛА *et al.* 2003).

Сирингіловий монолігнін в основному входить до складу лігніну квіткових рослин та трав'янистих спорових рослин (із родини селазинелові), тоді як гідроксифеніловий (H) та гваяциловий (G) монолігніни входять до складу лігніну багатьох судинних рослин (WENG *et al.* 2010). У голонасінних лігнін деревини збагачений G та H одиницями. У покритонасінних склад лігніну міняється в залежності від виду, тканини та клітини. Так у клітинах фібрил і паренхіми стебла лігнін в основному містить сирингіловий монолігнін, тоді як клітинні оболонки трахеальних елементів та ксилеми – гваяциловий монолігнін (WENG *et al.* 2008, 2010). Лігнін дводольних рослин частіше складається із G та S складових, і дуже мало містить H фенілпропаноїдів. У більшості однодольних у лігніні є G та S одиниці, вміст яких майже однаковий, вони також можуть містити й H одиниці (BAUSNER *et al.* 1998). Питання щодо наявності, співвідношення та ролі фенілпропаноїдів у клітинних оболонках

листіків гідрофітів лишається відкритим. Метою роботи було дослідження вмісту і розподілу складових лігніну у клітинних оболонках плаваючих і підводних листків водяного горіха.

### Матеріали і методи досліджень

Об'єктом дослідження були плаваючі та підводні листки *Trapa natans* L., які закінчили ріст розтягом та росли на однаковій глибині (до 1 метра). Листки рослин збирали у червні на березі Русанівського каналу (лівий берег Дніпра в Києві). Для аналізу брали придонні (підводні) та периферійні плаваючі листки, що формували розетку. Для досліджень вирізали серединну частину пластинки розміром  $\approx 10 \times 15$  мм (на віддалі 4-5 мм від краю) у плаваючих листків; у розсічених підводних листків брали відрізки 10-15 мм довжиною по середині голковидної частки (в основі листка). Для виявлення складових лігніну (сирингілу та гваяцилу) застосовували цитохімічний метод фарбування живих тканин 0,25% розчином 2-аміноетилефіру дифеніл карбонової кислоти (DPBA, diphenilboric acid-2 feniethyl ester, Sigma) згідно стандартного протоколу (Wuyts et al. 2006). Пофарбовані відрізки листкових пластинок ретельно промивали фосфатним буфером (pH 7,2), дофіксували 1% ПФА на ідентичному буфері й вивчали за допомогою лазерного скануючого мікроскопа (LSM 5 Pascal, Carl Zeiss, Germany).

Виявлення сирингілу проводили з використанням лазерного каналу, при збудженні світла 340-380 нм та пропусканні – 430 нм; виявлення гваяцилу – при збудженні 450-490 нм та пропусканні 520 нм, відповідно. Для дослідження автолюмінесценції хлорофілів використовували лазер з довжини хвилі збудження 520 нм і хвилі емісії – 662 нм. Комплекс DPBA + сирингіл флуоресціював синім кольором, комплекс DPBA + гваяцил – зеленим, автолюмінесценція хлорофілу – червоним кольором, відповідно.

За допомогою програми "Pascal" проводили визначення відносного вмісту сирингілу та гваяцилу в клітинних оболонках листків. Для статистичної обробки даних брали три рослини, з кожної рослини брали по три плаваючих і три придонних листки;

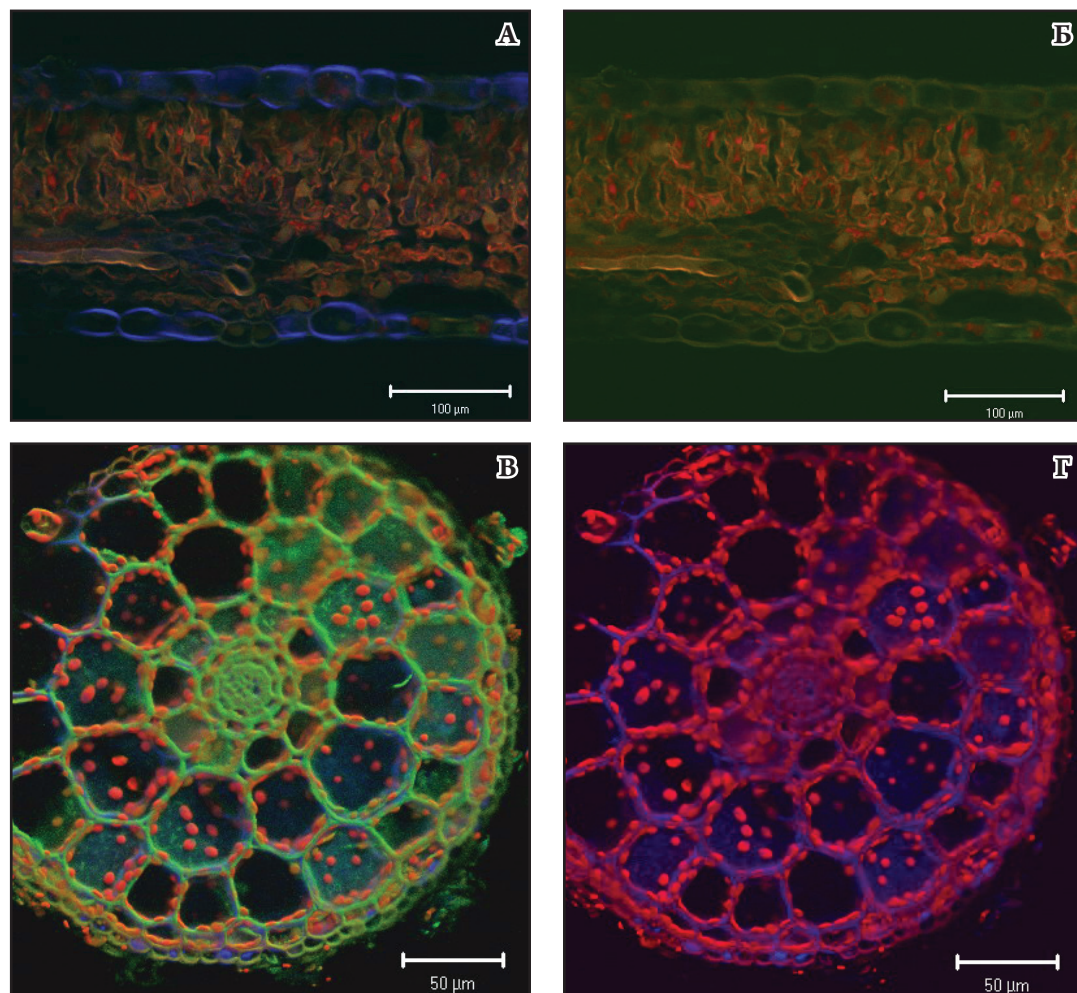
у кожному листку досліджували по 30-40 клітин епідермісу, стільки ж клітин мезофілу, та по 7-15 клітин судин із провідного пучка. Біологічна повторність трьохкратна.

### Результати та їх обговорення

**Плаваючі листки.** Цитохімічний аналіз локалізації сирингілу та гваяцилу у тканинах плаваючих листків водяного горіха показав, що досліджувані монолігніли виявлялись у периклінальних оболонках верхньої та нижньої епідерми, в оболонках палісадної та губчастої паренхіми, а також в оболонках судин провідних пучків (Рис. 1 А, Б). Комплекс сирингіл + DPBA флуоресціював синім кольором, що добре видно в периклінальних оболонках обох епідерм, тоді як комплекс гваяцил + DPBA – флуоресціював яскраво зеленим кольором, що можна бачити в оболонках мезофілу. Необхідно відмітити, що досліджувані монолігніли в антиклінальних оболонках верхньої епідерми більшості клітин були відсутні або ж містили лише слідові кількості, це стосується і гваяцилу в антиклінальних оболонках нижньої епідерми. Використання програми "Pascal" для кількісного виміру вмісту монолігнінів показало, що відносний вміст сирингілу та гваяцилу відрізнявся в оболонках досліджуваних тканин (Табл. 1): найвищі значення були у периклінальних оболонках верхньої епідерми та у судинах. По величині відношення сирингілу до гваяцилу (S/G) клітини розміщуються в наступному порядку: периклінальні оболонки адаксіального епідермісу > периклінальні оболонки абаксіального епідермісу > паренхіма > судини.

Встановлено, що максимальна інтенсивність флуоресценції сирингілу в епідермі та провідних пучках становила 250000 пікселів (Рис. 2 А; синя, верхня частина діаграми), максимальна інтенсивність флуоресценції гваяцилу становила 300000 пікселів (Рис. 2 А; зелена, нижня частина діаграми), максимальна інтенсивність автофлуоресценції хлорофілів в клітинах мезофілу становила 400000 пікселів (червона, середня частина діаграми, Рис. 2 А).

**Підводні листки.** Цитохімічне дослідження складових лігніну у клітинних оболонках підводних листків водяного



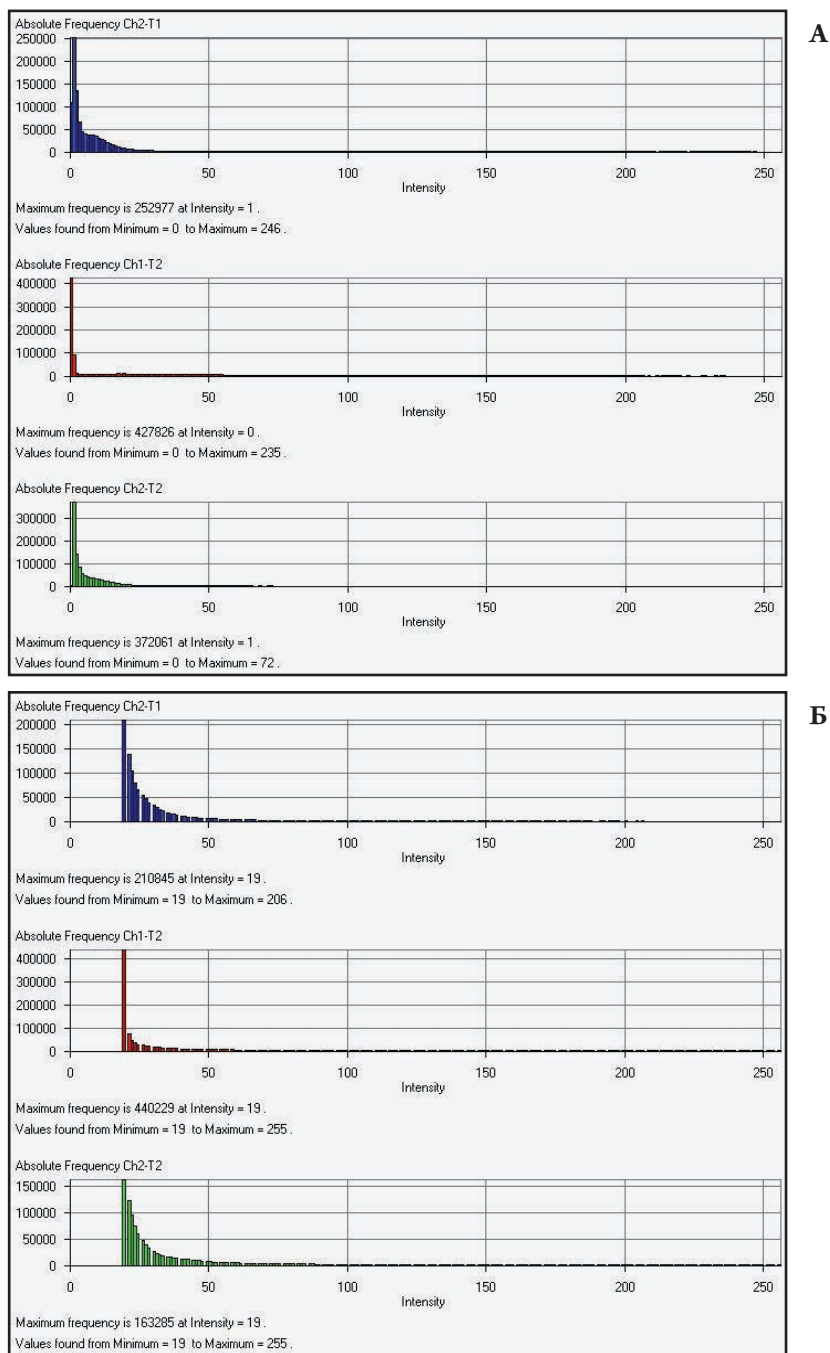
**Рис. 1.** Зрізи плаваючих (А, Б) та підводних листків (В, Г) *Trapa natans* після інкубації у розчині 2-аміноетилефіру дифеніл карбонової кислоти (DPBA). Комплекс DPBA + сирингіл у клітинних оболонках флуоресцює синім кольором (А, В); комплекс DPBA + гваяцил флуоресцює зеленим кольором (А, Б, В); автофлуоресценція хлорофілу має червоний колір.

**Fig. 1.** The sections of *Trapa natans* swimming (A, B) and submerged (B, Г) leaves after incubation with diphenilboric acid-2 feniethyl ester, DPBA. Complex of DPBA + syringyl in cell walls is fluoresced by blue color (A, B); complex of DPBA + quaiacyl is fluoresced by green color (A, B, B); chlorophyll auto fluorescence is red.

горіха показало, що клітини епідермісу всіх шарів фотосинтезуючої паренхіми та судин провідних пучків містили сирингіл та гваяцил, які флуоресціювали відповідно синім та зеленим кольором (Рис. 1 В, Г). Встановлено, що вміст гваяцилу у досліджуваних клітинах був вищим, ніж сирингілу (Табл. 1). По величині відношення S/G клітини розміщуються в наступному порядку: периклінальні оболонки епідермісу > фотосинтезуюча паренхіма > судини >

антиклінальні оболонки епідермісу.

Встановлено, що максимальна інтенсивність флуоресценції сирингілу в епідермі та провідних пучках становила 200000 пікселів (Рис. 2 Б: синя, верхня частина діаграми), максимальна інтенсивність флуоресценції гваяцилу становила 150000 пікселів (Рис. 2 Б: зелена, нижня частина діаграми), максимальна інтенсивність автофлуоресценції хлорофілів у клітинах мезофілу становила 400000 пікселів (червона,



**Рис. 2.** Діаграми максимальної частоти (у пікселях) флуоресценції сирингілу (верхня синя частина діаграми), гваяцилу (нижня зелена частина діаграми) та автофлуоресценції хлорофілу (середня червона частина діаграми) в оболонках епідерми та мезофілу плаваючого листка **(А)** та в епідермі й клітинах фотосинтезуючої паренхіми підводного листка **(Б)**, відповідно.

**Fig. 2.** The diagrams of maximal frequency (in pixels) for syringyl fluorescence (blue upper part), for quaiacyl fluorescence (green lower upper part) and for autofluorescence of chlorophyll (red middle part) are presented for swimming leaf on and on **A** and for submerged leaf on **Б**, correspondingly.

**Табл. 1.** Інтенсивність флуоресценції сирингілу та гваяцилу в листках *Trapa natans*.**Table 1.** The intensity of syringyl and quaiacyl fluorescence in *Trapa natans* leaves.

Листок/тканина/оболонка	Інтенсивність флуоресценції складової лігніну, відн. од.		Відношення сирингіл/гваяцил
	сирингілу	гваяцилу	
<b>Плаваючий листок</b>			
Епідерма, верхня:			
- периклінальна об-ка	225±21	230±17	0,98
- антиклінальна об-ка	0	0	0
Палісада	40±1,9	73±4,7	0,54
Губчастий мезофіл	30±2,1	69±3,5	0,43
Епідерма, нижня:			
- периклінальна об-ка	53±3,2	96±7,9	0,55
- антиклінальна об-ка	20±0,9	0	0
Судини провідних пучків	100±4,7	241±17	0,41
<b>Підводний листок</b>			
Епідерма:			
- периклінальна об-ка	118±12	155±14	0,76
- антиклінальна об-ка	46±3,8	183±19	0,25
Перший шар фотосинтезуючої паренхіми	80±8,8	110±17	0,72
2-4 шари паренхіми	87±7,1	130±11	0,67
Судини провідних пучків	117±10	233±15	0,51

середня частина діаграми, Рис. 2 Б).

Таким чином, цитохімічне вивчення складових лігніну, їх локалізація та вміст у листках водяного горіха показало як спільні, так і відмінні ознаки. Спільними ознаками були: 1) наявність сирингілу та гваяцилу у плаваючих та підводних листках, тобто у всіх листках незалежно від умов їхнього зростання; 2) майже однакові (невисокі) значення відношення S/G у клітинах судин надводних та підводних листків водяного горіха; 3) найвищі значення S/G для двох типів листків були в периклінальних оболонках епідермісу; 4) певна полярність S/G, що характерна для кожного типу листків.

Відмінними ознаками були: 1) відсутність досліджуваних монолігнінів в антиклінальних оболонках верхньої епідерми плаваючих листків; 2) високе відношення S/G в периклінальних оболонках плаваючих листків у порівнянні із такими у підводних листках водяного горіха.

Вважають, що із збільшенням величини

відношення S/G посилюється хімічний бар'єр для захисту клітини від проникнення води та інвазії патогенів (MENDEN *et al.* 2007). Крім цього, відомо, що ця ознака (S/G) відповідає за підвищення механічної міцності клітинних оболонок (CHRISTIERNIN 2006). Враховуючи, що листки, занурені у воду, постійно знаходяться у контакті з оточуючою водною мікрофлорою та численними водоростями, а також те, що такі листки витримують постійний тиск води та дію хвиль (НЕДУХА 2011), можна припустити, що як периклінальні так і антиклінальні оболонки епідермісу підводних листків водяного горіха захищають поверхню клітин від екзогенного впливу водного оточення саме регуляцією синтезу складових лігніну. Тобто, постійне водне оточення є одним з основних екзогенних факторів підвищеного синтезу сирингілу та гваяцилу у досліджуваних гідрофітів.

Крім того, ми бачимо, що наявність сирингілу та гваяцилу, а також їх відношення у клітинних оболонках епідермісу, мезофілу

та судинах провідних пучків подібне до таких, як це описано для дводольних покритонасінних (BAUCHER *et al.* 1998; WENG *et al.* 2008). Ми не виключаємо, що клітинні оболонки водяного горіха містять і третій фенілпропаноїд (*p*-гідроксифеніл), що необхідно буде дослідити іншими методами.

### Використані джерела

- НЕДУХА О.М. 2011. Гетерофілія у рослин. Альтерпрес, Київ.
- ADLER E. 1977. Lignin chemistry – past, present and future. *Wood Sci. Technol.* **11**: 169–218.
- BAUCHER M., MONTIES B., VAN MONTAGU M., BOERJAN W. 1998. Biosynthesis and genetic engineering of lignin. *Crit. Rev. Plant Sci.* **17**: 125–197.
- CHRISTIERNIN M. 2006. Composition of lignin in outer cell-wall layers. Doctoral thesis: 1–53. Royal Institute of Technology Department of Fibre and Polymer Technology Division of Wood Chemistry and Pulp Technology, Stockholm.
- FREUDENBERG K., NEISH A. 1968. Constitution and biosynthesis of lignin. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York.
- JOSELEAU J.-P., RUEL K. 1997. Study of lignification by noninvasive techniques in growing maize internodes. An investigation by Fourier transforms Infrared, CP/MAS <sup>13</sup>C NMR spectroscopy and immunocytochemical transmission electron microscopy. *Plant Physiol.* **114**: 1123–1133.
- KUKKOLA E.M., KOUTANIEMI S., GUSTAFSSON M., KARHUNEN P., RUEL K., LUNDELL T.K., SARANPÄÄ P., BRUNOW G., TEERI T.H., FAGERSTEDT K.V. 2003. Localization of dibenzodioxocin substructures in lignifying Norway spruce xylem by transmission electron microscopy–immunogold labeling. *Planta* **217**: 229–237.
- LEISOLA M., PASTINEN O., AXE D.D. 2012. Lignin-designed. *Bio-complexity.org* **3**: 1–11.
- MENDEN B., KOHLHOFF M., MOERSCHBACHER B.M. 2007. Wheat cell accumulate a syringyl-rich lignin during the hypersensitive resistance response. *Phytochem.* **68**: 513–529.
- WENG J.K., LI X., BONAWITZ N., CHAPPLE C. 2008. Emerging strategies of lignin engineering and degradation for cellulosic biofuel production. *Curr. Opin. Biotechnol.* **19**: 166–172.
- WENG J.K., AKIYAMA T., BONAWITZ N.D., LI X., RALPH J., CHAPPLE C. 2010. Convergent evolution of syringyl lignin biosynthesis via distinct pathways in the lycophyte *Selaginella* and flowering plants. *Plant Cell* **22**: 1033–1045.
- WUYTS N., LOGNAY G., SWENNEN R., DE WAELE D. 2006. Secondary metabolites in roots and implications for nematode resistance in banana (*Musca* sp.). *J. Exp. Bot.* **57**: 2825–2835.

## MONOLIGNINS PARTICIPATION IN NATURE ADAPTATION OF *TRAPA NATANS* L. TO WATER ENVIRONMENT

OLENA M. NEDUKHA

**Abstract.** Localization and distribution of monolignins (syringyl and quaiacyl) in *Trapa natans* L. cell walls of epidermis, photosynthesizing parenchyma and vessels of swimming and submerged leaves at vegetative phase of growth have been investigated with laser confocal microscopy. The established differences in lignin ingredients allocation and their content are indicated on differential synthesis of syringyl and quaiacyl, that possible are connected with cell differentiation, water environment and leaf passing from water on water surface. Positive correlation between syringyl content in cell walls, the ratio of syringyl to quaiacyl (S/G) and environment of leaf growth are revealed.

**Key words:** *Trapa natans*, lignin, syringyl, quaiacyl, swimming and submerged leaves





УДК 58.04:581.174:582.661.15

## ЗМІНИ МЕМБРАННОЇ СИСТЕМИ ХЛОРОПЛАСТІВ ЛИСТКІВ ГОРОХУ ПІД ДІЄЮ ІНГІБІТОРІВ КАРБОНГІДРАЗИ (ІОНІВ МІДІ ТА ЦИНКУ)

М.В. ВОДКА \* і Н.О. БІЛЯВСЬКА

**Анотація.** Визначали вплив інгібіторів карбонгідрази, а саме іонів  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{Zn}^{2+}$  на мембранну систему хлоропластів листків гороху. Після обробки листків гороху 250 мкМ  $\text{Cu}^{2+}$  або 400 мкМ  $\text{Zn}^{2+}$  спостерігалися зміни будови гран, неоднорідність упаковки тилакоїдів в гранах, що проявлялося у збільшенні межтилакоїдних проміжків і товщини гранальних тилакоїдів у порівнянні з контролем. Зміна розмірів тилакоїдів і гран, в оброблених іонами  $\text{Me}^{2+}$  листках, може бути пов'язана з накопиченням  $\text{CO}_2$  у мембрані. Дані роботи дозволяють припустити, що карбонгідраза відіграє структурну роль.

**Ключові слова:** *Pisum sativum*, грани, тилакоїди, хлоропласти, фотосинтетичний апарат, інгібітори, карбонгідраза, бікарбонат

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; \* [marinavodka@yandex.ru](mailto:marinavodka@yandex.ru)

### Вступ

Тилакоїди містять карбонгідразу (КА) – фермент, який каталізує реакцію утворення бікарбонату та обернену реакцію його дегідратації. Серед рослинних КА найменш вивченими залишаються стромальні і тилакоїдні форми ферменту, локалізовані на внутрішніх мембранах хлоропластів клітин мезофілу листка (RUDENKO *et al.* 2007). Відомо, що активність КА пригнічується іонами ТМ (LIONETTO *et al.* 2012), їх вплив на КА рослин до теперішнього часу систематично не досліджувався. У зв'язку з цим, однією з цілей даної роботи було вивчення дії іонів міді і цинку на ультраструктуру хлоропластів гороху.

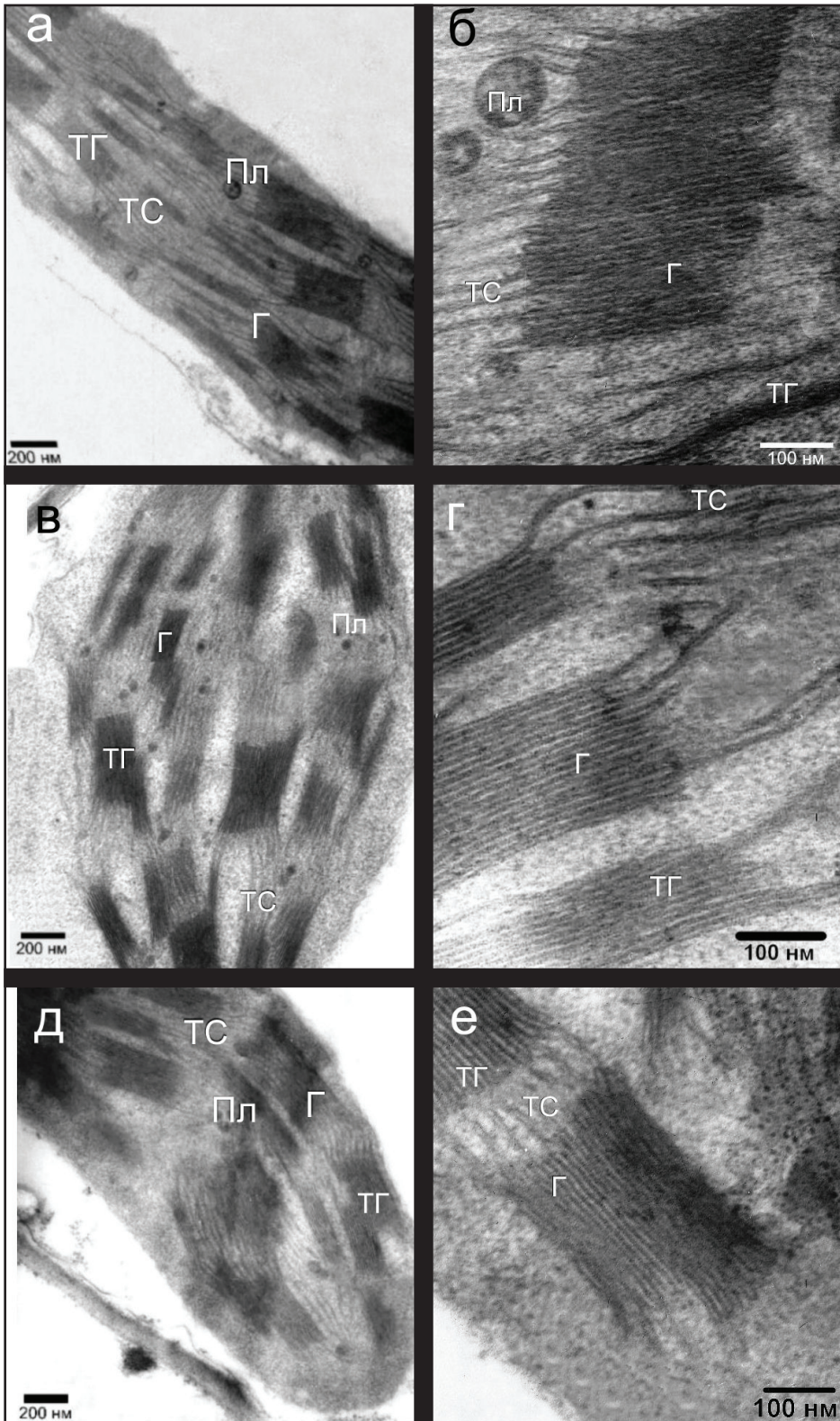
### Матеріали і методи досліджень

У досліджах використовували листя 14-добових проростків *Pisum sativum* L. (сорт 'Уладовський 10'). Зрізані листові пластинки гороху поміщали у чашки Петрі, наповнені дистильованою водою, 250 мкМ  $\text{CuSO}_4$  або

400 мкМ  $\text{ZnCl}_2$ , на 2,5 доби при температурі 22°C і освітленості 15 мкмоль квантів/м<sup>2</sup>·с. Ультратонкі зрізи клітин отримували за допомогою ультрамікротома LKB-V (LKB, Швеція). Препарати досліджували і фотографували за допомогою трансмісійного електронного мікроскопа JEM-1300 (JEOL, Японія).

### Результати та їх обговорення

На Рис. 1 представлені електронні мікрофотографії зрізів фрагментів хлоропластів гороху. У зразках листків контрольованого варіанту (Рис. 1 а) чітко виділяються окремі грани, пластоглобули, тилакоїди строми. При великому збільшенні видно інтактну грану, яка складається з 42 тилакоїдів, від кінцевих ділянок яких відходять тилакоїди строми (Рис. 1 б). Під дією  $\text{Cu}^{2+}$ , як видно з Рис. 1 в та г, товщина тилакоїдів гран і ширина міжтилакоїдних проміжків збільшувалася на 11% і 10%, відповідно, при збереженні загальної структури гран і рівномірної упаковки



тилакоїдів в гранах. Після обробки хлоропластів іонами  $Zn^{2+}$  (Рис. 1 д, е) спостерігалася неоднорідність упаковки тилакоїдів гран, зміна будови гран, що проявлялася в розширенні міжтилакоїдних проміжків на 14%, товщина тилакоїдів гран також збільшувалася в порівнянні з контролем на 18%. Ефект цинку виявився більш виразним, ніж ефект міді.

Зміна розмірів тилакоїдів і гран, в оброблених іонами  $Me^{2+}$  листках, може бути пов'язана з накопиченням  $CO_2$  у мембрані. Представлені нами експериментальні дані дозволяють висловити припущення про участь карбоангідрازی в організації та

підтримці інтактності мембранної структури гран хлоропластів, а також, що КА відіграє структурну роль.

### Використані джерела

- LIUNETTO M.G., CARICATO R., GIORDANO M.E., ERROI E., SCHEITINO T. 2012. Chapter 8. Carbonic anhydrase and heavy metals. In: ЕКИНЦИ D. (ed.), Biochemistry: 205–224. InTech, Rijeka. <http://www.intechopen.com/books/biochemistry/carbonic-anhydrase-and-heavy-metals>
- RUDEENKO N.N., IGNATOVA L.K., IVANOV B.N. 2007. Multiple sources of carbonic anhydrase activity in pea thylakoids: soluble and membrane-bound forms. *Photosynth. Res.* 91: 81–89.

## THE CHANGES IN THE CHLOROPLAST MEMBRANES OF PEA LEAVES UNDER THE INFLUENCE OF CARBONIC ANHYDRASE INHIBITORS (IONS OF COPPER AND ZINC)

M.V. VODKA \* & N.O. BILYAVS'KA

**Abstract.** The effects of carbonic anhydrase inhibitors, such as ions  $Cu^{2+}$  and  $Zn^{2+}$ , on the membrane system of chloroplasts in pea leaves were investigated. After treatment of pea leaves with 250 mM  $Cu^{2+}$  or 400 mM  $Zn^{2+}$  we observed changes in the granal structure and compactness of the thylakoids in granae. It was shown that the thickness of granal thylakoids and the interspace between thylakoids increased comparing to control. Changes of the size and structure of thylakoids and granae in treated leaves may be associated with the enhanced accumulation of  $CO_2$  in the membrane. It is suggested that the carbonic anhydrase may also play a structural role in chloroplast granae.

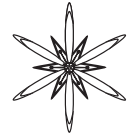
**Key words:** *Pisum sativum*, carbonic anhydrase, bicarbonate, chloroplast, grana, inhibitors, thylakoid

M.G.Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine, Tereshenkiska str. 2, 01601 Kyiv, Ukraine; \* [marinavodka@yandex.ru](mailto:marinavodka@yandex.ru)

◀ **Рис. 1.** Ультраструктура листків гороху: а, б – контроль; в, г – обробка  $Cu^{2+}$ ; д, е – обробка  $Zn^{2+}$ . Г – грана; ПЛ – пластоглобули; ТГ – тилакоїди грани; ТС – тилакоїди строми.

◀ **Fig. 1.** The ultrastructure of chloroplast in pea leaves: а, б – control; в, г – treated by  $Cu^{2+}$ ; д, е – treated by  $Zn^{2+}$ . Г – grana; ПЛ – plastoglobule; ТГ – thylakoids of grana; ТС – thylakoids of stroma.





УДК 581.4

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ МОРФОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ РОСЛИН СОРГО АЛЕПСЬКОГО ЗА УМОВ РОСТУ НА СУБСТРАТАХ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ З ДОДАВАННЯМ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДОБРИВ

ЗОРЯНА М. БЕШЛЕЙ<sup>1\*</sup>, СТЕПАН В. БЕШЛЕЙ<sup>2</sup>, ВОЛОДИМИР І. БАРАНОВ<sup>1</sup>, ОЛЬГА І. ТЕРЕК<sup>1</sup>

**Анотація.** Визначено та проаналізовано морфометричні показники рослин *Sorghum halepense* (L.) Pers. Встановлено позитивний вплив нетрадиційних добрив на морфометричні показники рослин при рості на субстратах породного відвалу вугільних шахт.

**Ключові слова:** *Sorghum halepense*, породні відвали, нетрадиційні добрива

<sup>1</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна;  
\* zirka\_blb2@ukr.net

<sup>2</sup> Інститут екології Карпат НАН України, вул. Стефаника, 11, Львів, 79005, Україна

Одним із дієвих і економічно вигідних шляхів ревіталізації техногенно деастрованих територій є фіторекультивация. Яка передбачає підбір стійких видів рослин до екотопу порушених територій, умов посадки і догляд за насадженнями, які включають і заходи із їх підживлення. У наших роботах одними із перспективних на початкових етапах онтогенезу виявилися рослини родини злакових, а саме сорго алепське (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), яке має широку екологічну амплітуду до екстремальних умов субстратів техногенного походження. На сьогодні багато науковців пропонують для покращення росту рослин на відвалах використовувати як традиційні так і нетрадиційні добрива. На нашу думку, одними із таких нетрадиційних добрив, які можна використовувати на субстратах породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) є відходи виробництва дріжджів Львівського дріжджового заводу та глауконіт. Метою нашої роботи було дослідити зміни морфометричних параметрів сорго

алепського за росту на техногенних субстратах породного відвалу із додаванням нетрадиційних добрив.

Для моделювання техногенного едафотопу використовували субстрати породного відвалу ЦЗФ. Колір субстратів, з яких сформований відвал, є червоний (перегоріла порода зі зміненими структурнотекстурними особливостями, різноманітних відтінків, що свідчить про складні літологічні та петрографічні перетворення, які відбувалися у процесі термального “метаморфізму”) і чорний (неперегоріла порода, для якої характерний природний чорносірий колір). До цих техногенно забруднених субстратів додавали нетрадиційні добрива – глауконіт і відходи виробництва дріжджів (у співвідношенні 50 г на 1000 г субстрату відвалу). Субстрат змішували з добривами, вносили у дерев’яні ящики і висівали насіння *S. halepense*. Аналізували морфометричні показники 120-добових рослин. Контролем слугували рослини, що росли на торфі.

У результаті проведених досліджень встановлено, що при додаванні глауконіту і

відходів дріжджового заводу до субстратів породних відвалів спостерігали збільшення як морфометричних показників рослин, так і кількості насіння в суцвіттях. Показано, що за росту рослин на субстратах відвалу їх висота збільшувалася на 10-14% при додаванні глауконіту, на 11-16% при додаванні відходів дріжджового виробництва. При додаванні глауконіту до порід площа листової пластинки рослин збільшилася на 2-5%, а при використанні відходів дріжджового заводу – у рослин на чорній породі площа листової пластинки збільшувалася на 13%, на червоній – на 77% порівняно із варіантами

без внесення добрив. При додаванні глауконіту до субстратів породного відвалу збільшувалась кількість насіння в суцвітті на 15-27%, за дії відходів дріжджового виробництва кількість насіння зростала до 31%, порівняно із рослинами, які росли на субстраті без додавання добрив.

Таким чином, використовувані нами нетрадиційні добрива стимулювали як ростові процеси рослин так і генеративне розмноження особин, що показує доцільність їх використання для пришвидшення процесу «озеленення» відвалів і відновлення рослинного покриву на них.

#### COMPARATIVE MORPHOMETRIC ANALYSIS OF *SORGHUM HALEPENSE* PLANTS GROWING ON SUBSTRATES OF ROCK DUMP WITH ADDITION OF ALTERNATIVE FERTILIZERS

ZORIANA M. BESHLEY <sup>1\*</sup>, STEPHEN V. BESHLEY <sup>2</sup>, VLADIMIR I. BARANOV <sup>1</sup>, OLGA I. TEREK <sup>1</sup>

**Abstract.** Morphometric parameters of *Sorghum halepense* (L.) Pers. plants were identified and analyzed. The positive effect of alternative fertilizers on the plants growing on substrates of coal rock dump was established.

**Key words:** *Sorghum halepense*, rock dump, alternative fertilizers

<sup>1</sup> Ivan Franko National University of Lviv, Hrushevsky str. 4, 79005 Lviv, Ukraine; \* zirka\_blb2@ukr.net

<sup>2</sup> Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine, Stefanyk str. 11, 79005 Lviv, Ukraine



УДК 581.63:502.55(203)(477.64)

## ВПЛИВ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА МОРФОЛОГІЮ ТА РОЗВИТОК ПЛОДОВИХ ТІЛ *SAWADAEA BICORNIS* (ERYSIPHACEAE) У МІСТІ ЛЬВОВІ

ОЛЬГА І. КРИВА

**Анотація.** Досліджено ступінь ураження листків *Acer platanoides* L. борошнисторосяними грибами виду *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Nomma у місті Львові, у залежності від відстані від дороги, на якій розташовані досліджені дерева. Встановлено, що на відстані до 50 м від дороги патологічний індекс, ступінь розвитку хазмотеціїв та їх кількість на одиницю площі поверхні листків є суттєво вищими, ніж на відстані понад 300 м від дороги.

**Ключові слова:** *Sawadaea bicornis*, *Acer platanoides*, борошнисторосяні гриби, хазмотеції, забруднення атмосферного повітря, парки Львова

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна; olichka83092@ukr.net

### Вступ

Борошнисторосяні гриби (родина Erysiphaceae) є однією з найбільш важливих у практичному аспекті груп фітопатогенних грибів, які спричиняють захворювання квіткових рослин, відоме під назвою «борошниста роса». Найважливішою ознакою ураження рослини борошнисторосяними грибами є, насамперед, присутність білуватого павутинчастого чи борошнистого нальоту на уражених ділянках. Ці гриби мають велике практичне значення, оскільки паразитують не лише на дикорослих, але й на культурних та оранжерейних рослинах. Вони уражають близько 10 тис. видів як деревних і кущистих, так і трав'яних рослин-хазяїнів. Білувата поволока представляє собою анаморфну стадію розвитку, після якої розвивається телеоморфна стадія. Для даної родини характерний особливий тип плодових тіл – хазмотеції – сферичні закриті плодові тіла з товстою багат шаровою оболонкою. Аски псевдобітунікатні, розповсюджуються активно. Зовнішня оболонка завжди формує

гіфальні відростки-придатки трьох типів. Цикл розвитку цих грибів досить простий (BRAUN 1987; Гелюта та Ісков 1991; Гарибова і Лекомцева 2005; Леонт'єв та Акулов 2007; Чураков і Чураков 2007).

Більшість праць стосовно цієї групи грибів присвячені вивченню видового складу на певних територіях, описанню нових видів, встановленню сучасного систематичного статусу, але мало таких, які б стосувались екології їх поширення. Дослідження у цьому напрямі безпосередньо проводяться польськими вченими (SUCHARZEWSKA 2009, 2010). Зокрема відомо, що за несприятливої екологічної ситуації рослина-хазяїн перебуває у стресовій ситуації і ступінь ураження її фітопатогенними грибами збільшується. За таких умов борошнисторосяні гриби рідше формують плодові тіла, морфологія яких також зазнає змін (SUCHARZEWSKA 2009, 2010).

Борошнисторосяні гриби *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Nomma та *S. tulashei* (Fuck) Nomma. паразитують на видах роду *Acer* L. Ці гриби широко розповсюджені по всій Європі, Азії та Північній Америці

(BRAUN 1987; ГЕЛЮТА 1989). Також ці види є новими для Львівської області і відповідно для міста Львова (КРИВА 2012). За літературними даними, існує чітка закономірність між стадією розвитку *S. tulashei*, морфологією і рівнем розвитку плодових тіл цього виду та відстанню розташування рослини-хазяїна від доріг (SUCHARZEWSKA 2010). На території України *S. tulashei* трапляється не так часто як *S. bicornis*. Саме тому для досліджень був обраний останній вид.

Метою наших досліджень було встановити вплив транспортного забруднення на розвиток і морфологію плодових тіл *S. bicornis* у місті Львові. Слід відмітити, що подібні дослідження в Україні проведено вперше.

### Матеріали і методи досліджень

Матеріалом для досліджень служили власні збори листків *Acer platanoides* L. уражених *S. bicornis* проведені у кінці вегетаційного періоду 2013 року. Збір мікологічного матеріалу здійснювали маршрутним методом у парках «Погоулянка», «Стрийський», «Знесіння» та «Личаківський» міста Львова.

Гербарні зразки були зібрані на кількох ділянках відстаней від основних маршрутів руху: до 50 м, 100 м, 300 м і більше 300 м від дороги. Ці відстані обґрунтовані дослідженнями Lorenc-Plucińska & Wyczuńska (за SUCHARZEWSKA 2010), які показали, що найвища концентрація вихлопних газів автомобілів на рівні 30% є на відстані 30-50 м від дороги, а на відстані 200 м від дороги рівень вихлопних газів зменшується до 10%. Точки на відстані понад 300 м від доріг служать контролем (SUCHARZEWSKA 2009, 2010; SUCHARZEWSKA *et al.* 2012).

Кожен збір включав 10 (15) листків, випадково відібраних з кожної рослини-хазяїна. Зібраний матеріал опрацьовували за загальноприйнятою методикою (ГЕЛЮТА 1989). Ступінь зараження ураження розраховувався для кожної точки відповідно до формули McKinney (DYNOWSKA 1994; SUCHARZEWSKA 2010):

$$R = \frac{\sum (a \times b) \times 100\%}{N \times 4}$$

де:

R – ступінь зараження у %;

$\sum (a \times b) \times 100\%$  – сума добутоків, одержаних шляхом множення кількості органів рослин, які досліджували (a) на ступінь ураження (b); b може набувати наступних значень: 0 – гриб на листках відсутній, 1 – до 10% площі поверхні листка уражена фітопатогенними грибами, 2 – 11-25%, 3 – 26-50%; 4 – 51-100%;

N – загальне число обстежених листків;

4 – найвищий ступінь зараження відповідно до п'ятибальної шкали.

На наступному етапі ми визначали стадію розвитку паразита (телеоморфа чи анаморфа), кількість плодових тіл (як зрілих так і незрілих) на 1 см<sup>2</sup> площі поверхні кожного ураженого листка. Пізніше ми випадковим чином обирали десять морфологічно зрілих плодових тіл і проводили їх оцінку за наступними параметрами:

а) стадія розвитку придатків за трьохрівневою шкалою: 0 – плодові тіла без придатків, I – плодові тіла із слаборозвиненими придатками, II – плодові тіла із повністю розвиненими придатками;

б) ступінь зрілості плодових тіл за трьохрівневою шкалою: 0 – плодові тіла без асків і спор, I – плодові тіла з асками, але без чітко сформованих аскоспор, II – плодові тіла з асками і нормально розвинутими спорами;

в) морфологічна мінливість плодових тіл (форма, діаметр).

Також значна увага приділялась рівню розвитку придатків (SUCHARZEWSKA 2010; SUCHARZEWSKA *et al.* 2011, 2012).

Ідентифікацію видів проводили з використанням відповідних визначників (BRAUN 1987; ГЕЛЮТА 1989).

### Результати та їх обговорення

Результатами проведених досліджень представлені у Табл. 1. Значення показника



**Табл. 1.** Ступінь ураження листків *Acer platanoides* грибами *Sawadaea bicornis*, а також основні морфологічні показники розвитку плодових тіл цих грибів: **1** – Стрийський парк; **2** – парк Знесіння; **3** – парк Личаківський; **4** – парк Погулянка; \* – збір включає менше 15 листків (8-14 листків).

**Table 1.** The degree of infection of *Acer platanoides* leaves by *Sawadaea bicornis* fungi, and main morphological parameters of fruiting bodies of these fungi: **1** – Stryisky park; **2** – Znesinia park; **3** – Lychakivsky park; **4** – Pogulianka park; \* – collection includes less than 15 leaves (8-14 leaves).

Параметр	Відстань							
	до 50 м від дороги				понад 300 м від дороги			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Ступінь зараження (у відсотках)	48*	50	40	-	22	26*	25*	23
Частка уражених листків з розвинутою телеоморфою	100	83	86	-	60	78	87	75
Середнє число плодових тіл <i>S. bicornis</i> на 1 см <sup>2</sup> площі поверхні листка	16	18	20	-	10	6	8	6
Частка зрілих плодових тіл	75	80	60	-	42	33	37	55
Частка плодових тіл гриба із добре сформованими придатками	50	56	43	-	20	24	21	18
Частка плодових тіл із сформованими асками і аскоспорами	72	75	68	-	18	20	34	17

ступеня ураження та результати аналізу морфологічних особливостей плодових тіл грибів, зібраних на відстані 100 м і 300 м від дороги не подаємо, оскільки отримані результати виявились недостовірними у зв'язку з недостатньою кількістю матеріалу. Найвищий показник патологічного індексу був зафіксований на ділянках, розташованих на відстані до 50 м від дороги. Як бачимо з Табл. 1, ступінь зараження, який був зафіксований на відстані 50 м від дороги практично в усіх точках збору однаковий і середнє його значення становить 46%. Найменше середнє значення цього показника спостерігалось на відстані понад 300 м – 24%. Частка уражених листків із розвинутою телеоморфною стадією грибів на відстані до 50 м від дороги в усіх точках збору є досить високою, у той час як на відстані понад 300 м їх відсоток зменшується. Аналіз взаємозв'язку між середнім числом плодових тіл на 1 см<sup>2</sup> поверхні листка і відстанню від дороги показав, що практично на усіх відстанях середня кількість хазмотеціїв коливалась від шести до двадцяти. Згідно одержаних результатів поданих у таблиці, бачимо, що середнє число хазмотеціїв

грибів на 1 см<sup>2</sup> поверхні листка на відстані 50 м від дороги є великим – близько 20, тоді як на відстані понад 300 м – середнє число плодових тіл зменшується майже у двічі. На кількох гербарних зразках, які були зібрані на відстані 50 м та 300 м від дороги нижня поверхня листків рослини-хазіяна була повністю вкрита плодовими тілами. Хазмотеції на досліджуваних зразках завжди були на різних стадіях розвитку – від молодих (білого, жовтого і оранжевого кольору) і до зрілих (коричневого і темно-коричневого кольору) незалежно від відстаней.

На відстані до 100 м і 50 м від дороги спостерігались однакові характеристики: переважала телеоморфна стадія розвитку, більший відсоток був зрілих плодових тіл, плодові тіла мали сталі морфологічні характеристики (відповідний діаметр, майже повністю сформовані придатки, присутні аски із аскоспорами). На гербарних зразках, які були зібрані на відстані 300 м та понад 300 м від дороги переважала стадія анаморфи, плодові тіла були у більшості незрілі із ще не сформованими до кінця придатками та нечітко сформованими спорами у сумках. Частка зрілих плодових тіл грибів на зразках,

зібраних на відстані понад 300 м від дороги, була на половину меншою, ніж на відстані 50 м від дороги, і становила у середньому 41%. Також на відстані 50 м від дороги половина з усіх зрілих плодкових тіл грибів (50%) мали добре сформовані придатки, тоді як на відстані понад 300 м від дороги цей відсоток у середньому становив – 21%. Частка плодкових тіл зі сформованими асками і спорами у них у першому випадку у середньому становить – 71%, а на відстані понад 300 м від дороги – 22%.

### Висновки

Як видно з отриманих результатів існує пряма залежність між ступенем ураження листків *A. platanoides* грибами виду *S. bicornis* та відстанню від дороги, що підтверджує літературні дані для іншого виду борошністоросяних грибів – *S. tulashei*. Показано, що ступінь розвитку плодкових тіл *S. bicornis* та їх кількість на одиницю площі поверхні листків клена знаходиться у прямій залежності від відстані від доріг, тобто від рівня атмосферного забруднення. Особливо значущі відмінності були виявлені на рослинах, що ростуть на відстані до 50 м та понад 300 м від доріг. Дані для рослин, що ростуть на відстанях 100 та 300 м виявились недостовірними, проте наступні дослідження дозволять заповнити ці прогалини.

### Використані джерела

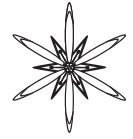
- ГАРИБОВА Л.В., ЛЕКОМЦЕВА С.Н. 2005.** Основи мікології. Морфологія і систематика грибів і грибоподібних органів змов. КМК, Москва.
- ГЕАЮТА В.П. 1989.** Флора грибів України. Мучнисторосяні гриби. Наукова думка, Київ.
- ГЕАЮТА В.П., ІСКОВ В.П. 1991.** Борошністоросяні гриби Державного Нікітського ботанічного саду. *Укр. ботан. журн.* 48 (4): 68–71.
- КРИВА О. 2012.** Перші дані про борошністоросяні гриби міста Львова. *Молодь і поступ біології (тези VIII Міжнародної наукової конференції студентів та аспірантів Львів, 3-6 квітня 2012 р.)*: 107.
- ЛЕОНТЄВ О.В., АКУЛОВ О.Ю. 2007.** Загальна мікологія: Підручник для вищих навчальних закладів. Вид. група «Основа», Харків.
- ЧУРАКОВ Б.П., ЧУРАКОВ Д.Б. 2007.** Фитопатологія. МГУЛ, Москва.
- BRAUN U. 1987.** A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). J. Cramer, Berlin, Stuttgart.
- DYNOWSKA M. 1994.** A comparison of urban and suburban occurrence of Erysiphales with special emphasis on degree of host infection. *Acta Soc. Bot. Pol.* 63 (3-4): 341–344.
- SUCHARZEWSKA E. 2009.** The development of Erysiphe alphitoides і E. hypophylla in the urban environment. *Acta Mycol.* 44 (1): 109–123.
- SUCHARZEWSKA E. 2010.** Key survival strategies of the *Sawadaea tulasnei* parasite on its *Acer platanoides* host under conditions of varied anthropopression. *Pol. J. Environ. Stud.* 19 (5): 1013–1017.
- SUCHARZEWSKA E., DYNOWSKA M., EJDYS E., BIEDUNKIEWICZ A., KUBIAK D. 2012.** Hyperparasites of Erysiphales fungi in the urban environment. *Pol. J. Natur. Sc.* 27 (3): 289–299.
- SUCHARZEWSKA E., DYNOWSKA M., КЕМПА А. 2011.** Occurrence of the fungi from the genus *Ampelomyces* – hyperparasites of powdery mildews (Erysiphales) infesting trees and bushes in the municipal environment. *Acta Soc. Bot. Pol.* 80 (2): 69–74.

### THE INFLUENCE OF TRANSPORT POLLUTION ON MORPHOLOGY AND DEVELOPMENT OF ASCOMATA OF SAWADAEA BICORNIS (ERYSIPHACEAE) IN LVIV CITY

OLHA KRYVA

**Abstract.** The degree of infection of *Acer platanoides* L. leaves by *Sawadaea bicornis* (Wallr.) Homma in conditions of Lviv city has been studied depending on the distance of trees localization from the road. The values of the pathological index, the degree of development of *S. bicornis* ascomata and their number per unit area of leaf surface on different distance from road are given. The analysis showed that these values are comparatively higher for the trees located on the distance by 50 m from the road versus the trees located on more than 300 m out from the road.

**Key words:** *Sawadaea bicornis*, *Acer platanoides*, powdery mildews, chasmothecia, air pollution, parks of Lviv



УДК 582.251.62

## ВИКОРИСТАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ КРИТЕРІЇВ РОЗВИТКУ МІКРОМІЦЕТІВ ПІД ЧАС ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОЖИВНИХ СЕРЕДОВИЩ

ТЕТЯНА І. БОНДАР І ВІТА М. ТОКОВА

**Анотація.** Досліджено якість поживних середовищ після тривалого терміну зберігання сухих сумішей та приготованих середовищ КГА, Чапека, Сабуро за допомогою морфологічних критеріїв розвитку мікроміцетів.

**Ключові слова:** *Fusarium*, *Drechslera*, оцінка якості поживних середовищ, КГА, Чапек, Сабуро, мікроміцети

Українська лабораторія якості та безпеки продукції АПК НУБІП України, Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна; [phytopathology@quality.ua](mailto:phytopathology@quality.ua)

### Вступ

У сучасній практиці лабораторних досліджень, важливим є підтвердження належної якості матеріалів і реактивів, що використовуються під час випробовувань (ДСТУ ISO/IEC 17025:2006). У першу чергу це, звичайно, стосується лабораторій які акредитовані на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 і зобов'язані виконувати такі вимоги, однак гарним тоном стало добровільне використання загальних настанов щодо ведення лабораторної практики, яке не лише зменшує можливість отримання хибних результатів, але й при поміркованому застосуванні полегшує життя дослідника.

У лабораторіях з мікробіологічним профілем під такий контроль якості підпадають поживні середовища, які були тут приготовані (ЕА-04/10; МУ 2.1.4-1057-01). Оцінка їх якості виконується за допомогою перевірки заздалегідь визначених характеристик: фізичних, біохімічних та біологічних. Останні – випробовуються із застосуванням тестових штамів. Однак враховуючи переважну більшість напрямків діяльності лабораторій саме у частині мікробіології яка охоплює бактеріальну флору, чи то контамінантів довкілля, або харчової та медичної сировини, або збудників

захворювань, всі методи були прописані із застосуванням бактеріальних тест-штамів (МУ 2.1.4-1057-01; МУК 4.2.2316-08; Методические рекомендации... 1980; Методические рекомендации... 1987). Враховуючи відмінності у біологічних характеристиках розвитку бактерій та грибів, постало питання яким чином оцінювати якість приготованих поживних середовищ, які використовуються у мікологічній та фітопатологічній практиці для неселективного вирощування мікроміцетів.

За основний показник біологічних властивостей поживних середовищ було використано швидкість росту та диференціюючи властивості (в даному випадку вплив на морфологію мікроміцету).

Метою досліджень було визначити придатність готових середовищ протягом тривалого терміну зберігання за умов кімнатної температури.

### Матеріали і методи досліджень

У якості тест-штамів були обрані широко розповсюджені збудники хвороб рослин *Fusarium gibbosum* 11608, *F. sporotrichiella* 11606-1 та *Drechslera* sp. 11609, вилучені попередньо із зразків ґрунту та рослин. Тест-штами зберігаються у колекції мікроорганізмів сектору мікології

**Табл. 1.** Вплив терміну зберігання сухих середовищ на швидкість росту мікроміцетів.**Table 1.** Influence of the preservation term of dry cultural media on growing temps of micromycetes.

Тест-культура	Швидкість росту тестових культур на середовищі Сабуро, мм			Швидкість росту тестових культур на середовищі Чапека, мм		
	Реактиви 0,5 року від дати виготовлення	Реактиви більше 3-х років від дати виготовлення	Затримка у рості, %	Реактиви 0,5 року від дати виготовлення	Реактиви більше 3-х років від дати виготовлення	Затримка у рості, %
<i>F. gibbosum</i> 11608	55,0	37,3	32,1	70,0	13,0	81,4
<i>F. sporotrichiella</i> 11606-1	61,3	54,3	11,4	65,0	10,0	84,6
<i>Drechslera</i> sp. 11609	32,7	20,0	38,8	31,7	11,3	64,2

**Табл. 2.** Вплив терміну зберігання приготованих середовищ на швидкість росту мікроміцетів.**Table 2.** Influence of the preservation term of ready-to-use cultural media on growing temps of micromycetes.

Середовище	Час зберігання, міс	Затримка росту, відносно середньостатистичного діаметру колонії, %		
		<i>F. gibbosum</i> 11608	<i>F. sporotrichiella</i> 11606-1	<i>Drechslera</i> sp. 11609
КГА	12	31,7	12,2	н/в
	9	29,5	36,8	14,4
	7	10,9	19,7	15,0
	6	14,2	9,7	21,4
	3	7,1	13,2	1,0
Чапек	17	24,2	25,9	-14,3
	7	29,1	20,5	-40,0
	5	26,6	21,5	-47,6

та фітопатології і використовуються згідно правил поводження із референс-культурами. Перевіряли середовища, які найбільш часто застосовуються у фітопатологічній практиці: КГА (картопляно-глюкозний агар), середовище Чапека та середовище Сабуро. Всі вони зберігалися після автоклавування у щільно закупорених пластиковими корками скляних бутлях, протягом тривалого часу, у сухих стерильних умовах при +25°C.

Швидкість росту вимірювали у трьох повтореннях на п'яту добу і порівнювали із середньостатистичними даними. Для перевірки диференціюючих властивостей ми оцінювали на 7-му добу типовість морфологічних характеристик росту грибів: зовнішній вигляд колонії, її щільність та колір, наявність пігменту, утворення спораношення та інших структур, їх

інтенсивність та зовнішній вигляд.

Термін зберігання коливався від 3 до 17 місяців, коливання температури протягом цього періоду не перевищувало 3°C. За таких умов у 100% випадків збереглася стерильність середовища, втрати ваги середовища через випаровування вологи становили від 0,5 до 1,5% за півроку.

### Результати та їх обговорення

Згідно нормативної документації (ЕА-04/10; МУК 4.2.2316-08) придатність сухих поживних середовищ можна продовжити після закінчення терміну зберігання, перевіривши їх якість. В таких випадках порівняння ростових характеристик тест-штамів виявилось достатнім (Табл. 1).

Затримка у рості при приготуванні

**Табл. 3.** Вплив терміну зберігання приготованих середовищ на морфологічні характеристики розвитку мікроміцетів.  
**Table 3.** Influence of the preservation term of ready-to-use cultural media on morphological features of micromycetes development.

Середовище	Час зберігання, міс	Щільність колонії, бал/наявність пігменту/морфологія конідій		
		<i>F. gibbosum</i> 11608	<i>F. sporotrichiella</i> 11606-1	<i>Drechslera</i> sp. 11609
КГА	12	2/-/спородохії відсутні	2/-/типові	2+/розділ на сектори, конідії типові
	9	3+/ спородохії світлі	3+/типові	3+/типові
	7	2+/ спородохії світлі	3+/грушевидні	2+/типові
	6	3+/ спородохії світлі	3+/типові	3+/типові
	3	3+/ спородохії світлі	2+/типові	3+/типові
Чапек	17	2/-/спородохії світлі, конідії мають відмерлі клітини	2/-	3+/типові
	7	1/-/спородохії світлі	2/-/круглі з носиком	3+/типові
	5	3+/спородохії лососеві/конідії мають вкраплення жиру	3/+	3+/типові

середовищ із застосуванням реактивів, через три роки від дати виготовлення, коливалась від 11,4% до 38,8% на середовищі Сабуро і досягала 84,6% на середовищі Чапека. Отже сухе середовище Чапека є придатним в коротший термін і є більш вимогливим щодо дотримання терміну придатності, очевидно це пов'язано із складом середовища, куди входять на відміну від середовища Сабуро лише хімічні елементи, які менш стійкі до змін навколишнього середовища.

При проведенні оцінки придатності приготованих середовищ, які зберігалися у кімнатних умовах, було виявлено, що кожні три місяці зберігання середовища КГА призводять до затримки росту мікроміцетів у середньому на 10% (Табл. 2). Так, перші три місяці затримка росту становила від 1,0% до 7,1%, наступні три місяці – вже від 9,7% до 21,4%, а ще через три місяці – була у межах від 14,4% до 36,8%. Слід врахувати, що КГА готується із природних речовин (картопля) нестабільного складу, які з періодом вегетаційного сезону можуть змінювати вміст поживних речовин, що відповідно впливає на ростові показники мікроміцетів. З іншого боку, для середовища із сталим хімічних складом (Чапек) зміни у рості мікроміцетів не залежали від терміну зберігання (різниця дослідних варіантів у межах похибки) і в середньому становили 20% для грибів роду *Fusarium*, в той час як *Drechslera* sp. навпаки

мали вищу швидкість росту майже на 40%. Очевидно це пояснюється переходом певних хімічних речовин у більш доступні для мікроміцета сполуки і не залежить від виду стратегії росту (Табл. 2). Морфологічні характеристики *Drechslera* sp. 11609: щільність колонії, наявність пігменту, інтенсивність спороношення та морфологія конідій залишалися незмінними.

Суттєвих змін у морфології грибів при вирощуванні їх на середовищах із різними термінами зберігання не відмічено, що дає можливість ідентифікувати ізоляти вирощені на таких середовищах за приналежністю до роду, однак коли постає питання ідентифікації ізолятів до виду, будь-які зміни у морфології, зокрема конідій, може призвести до хибного визначення. Так, наприклад, через рік зберігання КГА досліджуваний ізолят *F. gibbosum* 11608 не утворював спородохії, а отже макроконідії мали менший розмір та кількість перегородок порівняно із типовими конідіями, разом із *F. sporotrichiella* 11606-1 ці ізоляти не утворювали властивий їм пігмент на реверзмі, щільність їх колонії зменшилась, а у *Drechslera* sp. 11609 спостерігався розподіл на сектори. Як раніше зазначалось, мали вплив на морфологічні показники і сезонні зміни природнього субстрату. Так, КГА із терміном зберігання 6 та 7 місяців були приготовані із різних зборів картоплі, що вплинуло на зовнішній

вигляд мікроконідій *F. sporotrichiella* 11606-1, які стали більш грушеподібними порівняно із округлими типовими, а щільність колоній *F. gibbosum* 11608 та *Drechslera* sp. 11609 зменшилась.

Незважаючи на відсутність змін у швидкості росту грибів роду *Fusarium*, як зазначалося вище (Табл. 2), зміни у розвитку грибів все ж таки спостерігалися, про що свідчать морфологічні характеристики (Табл. 3). Так *F. gibbosum* 11608 із часом зберігання середовища не лише втрачає колір спородохій, але й типову пігментацію реверзума, щільність колоній, а конідії вже на сьомий день мають відмерлі клітини. *F. sporotrichiella* 11606-1 утворює менш щільні колонії і мікроконідії втрачають типовий зовнішній вигляд – стають зовсім круглими з невиразним носиком. Морфологічні зміни у *Drechslera* sp. 11609, як ми зазначали раніше, не спостерігались, очевидно цей ізолят є толерантним до складу поживних середовищ.

### Висновки

Таким чином залежно від призначення середовища для оцінки його якості можна застосовувати наступні критерії: середовища для вилучення мікроміцетів – швидкість росту колонії, а середовища для ідентифікації мікроміцетів мають бути перевірені за критеріями – швидкість росту колонії, щільність колонії, наявність пігменту, інтенсивність утворення та морфологія конідій.

Поживні середовища приготовані із сухих сумішей після закінчення терміну придатності можуть призводити до затримки

росту мікроміцетів від 32,1% до 84,6%.

Приготовані середовища Чапека при зберіганні у сухому приміщенні за температури +25°C затримують ріст досліджуваних штамів на 20% лише через півроку і з часом не змінюються. КГА затримує ріст на 10% кожні 3 місяці зберігання. Обидва середовища можуть бути використані протягом щонайменше півроку після приготування для простих робіт із вилучення грибів із різноманітних субстратів.

Враховуючи вплив на морфологічні характеристики мікроміцетів, які є важливим критерієм під час їх ідентифікації, бажано для визначення видової приналежності грибів застосовувати свіжо приготовані середовища, а для робіт із ідентифікації грибів до роду можна використовувати середовища із терміном зберігання не більше трьох місяців.

### Використані джерела

- ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
- ЕА-04/10. Акредитація мікробіологічних лабораторій.
- МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЮ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ 1980. Москва.
- МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ "ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ СУХИХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД И ПИТАТЕЛЬНЫХ ОСНОВ МЕТОДОМ "УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ" ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ" 1987. Махачкала.
- МУ 2.1.4-1057-01. Организация внутреннего контроля качества санитарно-микробиологических исследований воды.
- МУК 4.2.2316-08. Методы контроля бактериологических питательных сред. Методические указания.

## APPLICATION OF MORPHOLOGICAL CRITERIA OF MICROMYCETES DEVELOPMENT FOR ESTIMATION OF QUALITY OF CULTURAL MEDIA

TETYANA I. BONDAR & VITA M. TOKOVA

**Abstract.** The quality of such cultural media as PDA, Chapek and Saburo was investigated after long term preservation in dry and ready-to-use conditions on the base of morphological criteria of micromycetes.

**Key words:** *Fusarium*, *Drechslera*, quality of cultural media, PDA, Chapek, Saburo, micromycetes

Ukrainian Laboratory of Quality and Safety of Products of APC NUBIP of Ukraine, Heroyiv Oboroni str. 15, 03041 Kyiv, Ukraine; [phytopathology@quality.ua](mailto:phytopathology@quality.ua)



УДК 582.929.4:581.5 (477.42)

## ФІТОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ *ARTEMISIA DRACUNCULUS* L. У ЗВ'ЯЗКУ З ІНТРОДУКЦІЄЮ В УМОВАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

ГРИНА В. ІВАЩЕНКО<sup>1</sup>, ДЖАМАЛ Б. РАХМЕТОВ<sup>2</sup>, ОЛЬГА А. ІВАЩЕНКО<sup>3</sup>

**Анотація.** Методом газо-рідинної хроматографії встановлено наявність 15 компонентів у ефірній олії *Artemisia dracunculus* L. Основний компонент – метилевгенол (94,65%). Методом високоефективної рідинної хроматографії у органах полину естрагонового виявлено 31 сполуку фенольної природи, із яких ідентифіковано 4 речовини: рутин, лютеолін-7-глікозид, апігенін-7-глікозид, ізохлорогенову кислоту.

**Ключові слова:** *Artemisia dracunculus*, газо-рідинна хроматографія, високоефективна рідинна хроматографія, інтродукція, фенольні сполуки, флавоноїди, ефірна олія

<sup>1</sup> Житомирський національний агроекологічний університет, Старий бульвар, 7, м. Житомир, 10008, Україна; kalateja@ukr.net

<sup>2</sup> Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна; jamal\_r@bigmir.net

<sup>3</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», вул. Володимирська 64, м. Київ, 01601, Україна; olia.ivashchenko@gmail.com

### Вступ

Рід Полін (*Artemisia* L.) належить до родини Айстрові (*Asteraceae*), об'єднує майже 500 видів. Походження виду *Artemisia dracunculus* L. географічно пов'язують із степами Східного Сибіру і Монголії (Черевченко *та ін.* 2012). Ареал розповсюдження полину естрагонового охоплює Монголію, північний Китай, Сибір, середню смугу і європейську частину Росії, Україну, Балкани, Прибалтику, країни Середземномор'я, Центральної Європи, Пн. Африку, Мексику, Пд. та Пн. Америку. Естрагон культивують у США, Німеччині, Франції, Голландії, Болгарії, Угорщині, Білорусії, Росії, Середній Азії, Ірані, Індії, Україні. У Закавказзі та Середній Азії відомі сорти естрагону салатного напрямлення, в Україні та Молдові є ряд місцевих пряно-ароматичних форм, зокрема до Реєстру сортів рослин України входять два сорти естрагону. В зоні Житомирського Полісся полин естрагоновий не культивують, тому

інтродукційне вивчення цієї культури з метою подальшого використання в харчовій промисловості, медицині, парфумерії є актуальним.

*A. dracunculus* – багаторічна трав'яна рослина з надземними ортотропними пагонами. Кореневище дерев'янисте, стебла прямостоячі, висотою до 150 см. Листки лінійно-ланцетні, нижні дещо ширші за верхні, темно-зелені. Квітки блідо-жовті, у пониклих, майже кулястих кошиках, що формують волотеподібне суцвіття. Цвіте у серпні-вересні. Плід – сім'янка. Полін естрагоновий – посухо- та холодостійка рослина, яка здатна рости в одному оселищі 5-10 років, не знижуючи продуктивність.

Полін естрагоновий (*A. dracunculus*) – цінна харчова, лікарська, ефіроолійна культура, яка виявляє жарознижуючу, сечогінну, антиканцерогенну, протисудомну, заспокійливу дію, а також використовується як вітамінний засіб (Завражнов *и др.* 1993; Воронина *и др.* 2001; Кораблева *и Рахметов* 2012). Для застосування в

**Табл. 1.** Компонентний склад ефірної олії, отриманої з трави полину естрагонового.**Table 1.** Component composition of etheric oil obtained from linear-leaved wormwood.

№ п/п	Час утримування, хв.	Компонент	Кількісний вміст, %
1	14,6	терпінен-4-ол	0,29
2	19,62	цитронелліацетат	1,07
3	21,26	анісовий альдегід	0,11
4	21,49	гераніацетат	1,25
5	21,92	2-метокси-4-винілфенол	0,08
6	22,85	евгенол	0,14
7	23,49	гермакрен D	0,34
8	23,77	$\beta$ -кадинен	0,07
9	24,22	біциклогермакрен	0,20
10	25,29	метилевгенол	94,65
11	26,1	неролідол	0,18
12	27,02	1,6-гермакрадіен-5-ол	0,11
13	27,72	цис-метилізоевгенол	0,81
14	28,85	елеміцин	0,29
15	29,3	$\alpha$ -кадинол	0,41

медичній практиці цієї сировини необхідно встановити основні біологічно активні речовини, які виявляють фармакологічний ефект. Пошук перспективних лікарських рослин є важливим завданням сучасної фітотерапії з метою створення нових фітопрепаратів. Враховуючи широке використання полину естрагонового у харчовій промисловості, народній медицині, парфумерії представляє значний інтерес вивчення компонентного складу фенольних сполук та ефірної олії хроматографічними методами.

Мета роботи полягала у вивченні хроматографічними методами компонентного складу ефірної олії та фенольних сполук у надземних органах *A. dracunculoides*, інтродукованого в умовах Полісся України з метою подальшого вирощування і використання сировини у фармації, харчовій, парфумерній та інших галузях народного господарства.

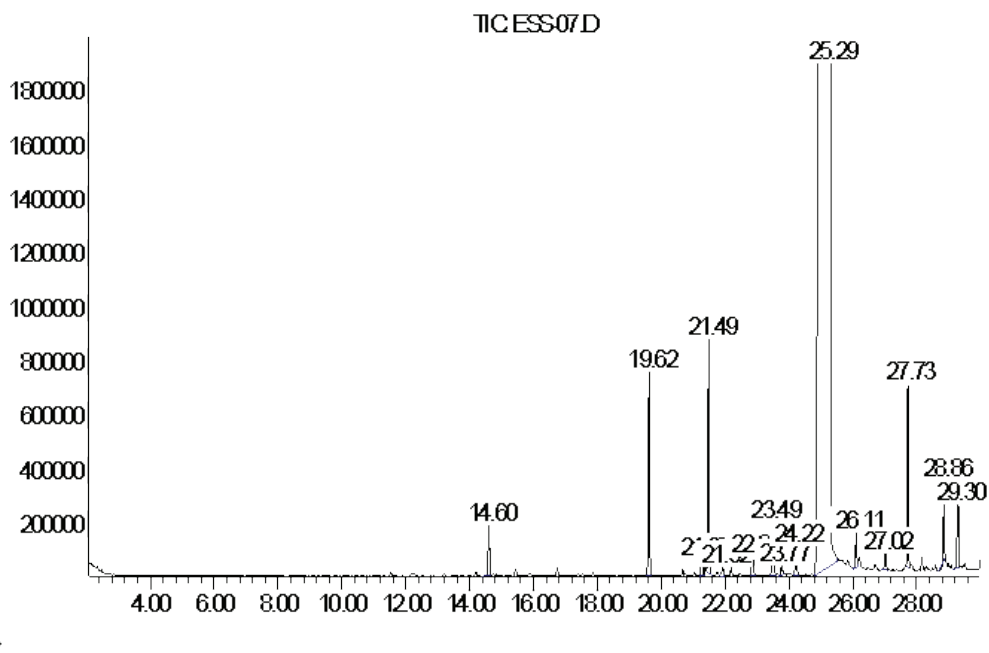
### Матеріали і методи досліджень

Об'єкт дослідження – *A. dracunculoides*. Інтродукційні дослідження проводили на

експериментальних ділянках ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету. Посадковий матеріал полину естрагонового отримали з Національного ботанічного саду (НБС) ім. М.М. Гришка НАН України. Сировину збирали у серпні 2013 року, у період цвітіння, коли рослини досягають максимальної продуктивності. Для хроматографічного аналізу ефірної олії використовували надземну частину рослин третього року вегетації (свіжий матеріал), для дослідження фенольних сполук – висушений матеріал. Ефірну олію отримували методом Клейвенджера (Ковалев *и др.* 2003). Хроматографічний аналіз компонентного складу ефірної олії проводили у Національному інституті винограду і вина «Магарач» НАНУ на газорідинному хроматографі Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973. Умови аналізу: хроматографічна колонка – капілярна DB-5, діаметром 0,25 мм і завдовжки 30 м. Швидкість газу-носія (гелію) – 2 мл/хв., температура нагрівача при введенні проби – 250°C. Температура термостата з програмуванням від 50°C до



## Abundance

Рис. 1. Хроматограма ефірної олії *Artemisia dracunculus*.Fig.1. Chromatogram of etheric oil obtained from *Artemisia dracunculus*.

320°C зі швидкістю 4°/хв. Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 и WILEY 2007 із загальною кількістю спектрів більше 470000 в комплексі з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST (Черногород и Виноградов 2006). Розділення фенольних сполук здійснювали на високоефективному рідинному хроматографі Prominens 20 фірми Shimadzu (Японія) з спектрофотометричним діодно-матричним детектором SPD-M20A. Ідентифікацію піків здійснювали методом порівняння із стандартними зразками за часом виходу і спектром. Розрахунок концентрації у досліджуваних пробах здійснювали за площею піка з використанням програмного забезпечення LC Solution (Shimadzu).

### Результати та їх обговорення

Газохроматографічний аналіз показав, що у зеленій біомасі полину естрагонового в період цвітіння міститься 2,46% ефірної

олії, основний компонент – метилевгенол, що складає 94,65% (Табл. 1; Рис. 1). Методом високоефективної рідинної хроматографії виявлено 31 сполуку фенольної природи, із яких ідентифіковано флавоноїди: рутин, лютеолін-7-глікозид, апігенін-7-глікозид та ізохлорогенову кислоту.

Враховуючи наявність важливих біологічно активних речовин – флавоноїдів, достатньо високий вміст ефірної олії в зеленій біомасі, основним компонентом якої є метилевгенол (96,65%), вважаємо, що полин естрагоновий є перспективною рослиною для культивування у зоні Житомирського Полісся з метою подальшого використання у харчовій промисловості, медичній практиці та парфумерії.

### Використані джерела

Воронина Е.П., Горбунов Ю.Н., Горбунова Е.О. 2001. Новые ароматические растения для Нечерноземья. Наука, Киев.

- ЗАВРАЖНОВ В.И., КИТАЕВА Р.И., ХМЕЛЕВ К.Ф. 1993.** Лекарственные растения: Лечебное и профилактическое использование. Изд-во ВГУ, Воронеж.
- КОВАЛЕВ В.Н., ПОПОВА Н.В., КИСЛИЧЕНКО В.С. и др. 2003.** Практикум по фармакогнозии : Учеб. пособие для студ. вузов. Изд-во НФаУ, Золотые страницы, Харьков.
- КОРАБЛЕВА О.А., РАХМЕТОВ Д.Б. 2012.** Полезные растения в Украине: от интродукции до использования. Фитосоцицентр, Киев.
- ЧЕРЕВЧЕНКО Т.М., РАХМЕТОВ Д.Б., ГАПОНЕНКО М.Б. та ін. 2012.** Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції, селекції та біотехнології. Фітосоціоцентр, Київ.
- ЧЕРНОГОРОД Л.Б., ВИНОГРАДОВ Б.А. 2006.** Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фразанол. *Растительные ресурсы* 2 (2): 61–68.

### PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION ON *ARTEMISIA DRACUNCULUS* L. DUE TO ITS INTRODUCTION IN THE UKRAINIAN POLISSYA

IRYNA V. IVASHCHENKO<sup>1</sup>, DZAMAL B. RAKHMETOV<sup>2</sup>, OLHA A. IVASHCHENKO<sup>3</sup>

**Abstract.** The presence of 15 components in etheric oil of *Artemisia dracunculus* plants has been determined by the method of gas and liquid chromatography. The main component appeared to be methyleugenol (94.65%). Using highly effective method of liquid chromatography, we have discovered 31 phenolic compounds in the grass of linear-leaved wormwood. Within the discovered compounds, four substances have been identified as follows: rutin, luteolin-7-glycoside, apigenin-7-glycoside and isochlorogenic acid.

**Keywords:** *Artemisia dracunculus*, highly effective liquid chromatography, introduction, phenolic compounds, flavonoids, etheric oil

<sup>1</sup> Zhytomyr National Agroecological University, Stary Boulevard 7, 10008 Zhytomyr, Ukraine; kalateja@ukr.net

<sup>2</sup> M.M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine; Timiryazevskaya str. 1, 01014 Kyiv, Ukraine; jamal\_r@bigmir.net

<sup>3</sup> Taras Shevchenko National University of Kyiv, Volodymyrska str. 64/13, 01601 Kyiv, Ukraine; olia.ivashchenko@gmail.com

**АВТОРСЬКИЙ ПОКАЗЧИК  
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ**

<b>А</b>	<b>І</b>	<b>П</b>
Абдуллаев А. ....239	Іващенко І.В. ....357	Павленко-Барішева В.С. ..263
Абидкулова К.Т. ....209	Іващенко О.А. ....357	Паламарчук О. ....319
Азизов І. ....239		Пашкевич Н.А. ....309
Аметов А.А. ....209	<b>К</b>	Пиорецкий Н. ....137
Антонова Е.В. ....127	Калашник Г.В. ....283	
Астапенко Н.А. ....133	Калашник С.О. ....277	<b>Р</b>
Ахметова А.Б. ....205	Карпенко Н. ....269	Рахметов Дж.Б. .... 297, 357
	Касаткина А.П. ....201	Реут А.А. ....231
<b>Б</b>	Клименко О.М. ....327	Рибак Л.М. ....315
Бабицький А.І. ....251	Кобечинская В.Г. ....175	
Баглай К. ....289	Коломієць К. ....243	<b>С</b>
Баданіна В. ....269	Коновалова О.Ю. ....315	Самедов П. ....239
Баранов В.І. ....347	Константинов А.В. ....225	Силаева Ж.Г. ....235
Бешлей З.М. ....347	Котюк Л.А. ....297	Скрипець Х.І. ....257
Бешлей С.В. ....347	Крива О.І. ....349	Скрипченко Н. ....323
Білявська Н.О. ....343	Кудайбергенава Н. ....209	Содель О. ....319
Болквадзе Г. ....189	Кухарска А.З. ....137	Стрельников И.И. ....155
Бондар Т.І. ....353		
Бугара І. ....137	<b>Л</b>	<b>Т</b>
	Ладыженко Т.А. ....197	Теплицкая Л.М. ....133
<b>В</b>	Литвинова М.П. ....175	Терек О.І. ....347
Вакуленко Т. .... 319, 323		Тимченко О. ....303
Водка М.В. ....343	<b>М</b>	Токова В.М. ....353
Воробьев В.В. ....167	Маркелов И.Н. ....143	Трусов Н.А. ....141
	Мемарне Г. ....221	
<b>Г</b>	Меньшова В.О. ....315	<b>Х</b>
Гайдаржи М.М. ....283	Метревели М. ....189	Халваши Н. ....221
Глухов А.З. ....155	Микеладзе И. ....189	Хрынова Т.Р. ....143
	Миколайчук В.Г. ....293	
<b>Д</b>	Миронова Л.Н. ....231	<b>Ц</b>
Давитадзе М. ....189	Мирошниченко Н.Н. ....135	Цхоидзе Т. ....195
Дзюба О. ....323	Мухитдинов Н.М. ....205, 209	Цыренова Д.Ю. ....201
Дремлюга Н.Г. ....259		
Дьякова И.Н. ....129	<b>Н</b>	<b>Ч</b>
	Невидомова Е.В. ....181	Чагалидзе Р. ....189
<b>Ж</b>	Недуха О.М. .... 331, 337	Чаидзе Ф. ....195
Жалдак С. ....137	Николаева Н.Н. .... 161, 167	
Жила А. ....303	Нужина Н.В. ....315	<b>Ш</b>
		Шамилов Э. ....239
<b>И</b>	<b>О</b>	Шкуратова Н.В. ....217
Іващенко А.А. ....151	Одінцова А.В. ....257	
	Отурина И.П. ....175	<b>Ы</b>
		Ыдырыс А. .... 205, 209



## AUTHOR INDEX

- A**
- Abdullayev A. ....239
- Abidkulova K. ....209
- Akhmetova A. ....205
- Ametov A. ....209
- Antonova E. ....127
- Aschenbrenner Š. .... 11
- Astapenko N. ....133
- Azizov I. ....239
- B**
- Babaeva E.U. ....123
- Babaeva H.Y. ....125
- Babytskiy A.I. ....251
- Badanina V.A. ....269
- Baglay K. ....289
- Baranov V.I. ....347
- Beradze L. .... 93
- Beshley S.V. ....347
- Beshley Z.M. ....347
- Bilyavs'ka N.O. ....343
- Bizan J. .... 41
- Bolkvadze G. ....189
- Bondar T.I. ....353
- Brindza J. .... 53
- Bugara I. ....137
- Bychkova Y.O. ....125
- C**
- Chagalidze R. ....189
- Chkhaidze N. .... 59
- Chmielowska A. .... 37
- Chmielewski P. .... 21, 23
- Chwil M. .... 45, 47, 49
- Chwil P. .... 115, 117, 119, 121
- D**
- Dąbrowska M. ....87
- Davitadze M. ....189
- Denysenko M. .... 41
- Deviatov A.G. ....125
- Dmitriev A.P. ....105
- Dmitruk M. .... 85
- Dovgal Z.M. ....105
- Dremluga N.G. ....259
- Dyakova I. ....129
- Dziedzic K. .... 25
- Dzuba O. ....323
- G**
- Gabaidze M. .... 93
- Gajdarzy M.M. ....283
- Garkava K. .... 53
- Gębura J. .... 69, 71
- Gil-Kulik P. ....121
- Gluhov A.Z. ....155
- Goginashvili N. .... 59
- Golivets M. .... 43
- Góralski G. .... 39
- H**
- Hadizadeh F. .... 97
- Haratym W. .... 85
- Hrynova T.R. ....143
- I**
- Ivashchenko A. ....151
- Ivashchenko I.V. ....357
- Ivashchenko O.A. ....357
- J**
- Joachimiak A.J. .... 33, 41
- Jopek M. .... 87
- Jura-Morawiec J. .... 73, 75
- K**
- Kalashnyk G.V. ....283
- Kalashnyk S.O. ....277
- Karpenko N.I. ....269
- Karwat J. ....121
- Kasatkina A.P. ....201
- Kasprzyk A. .... 89, 91
- Khalvashi N. ....221
- Kiryanova V.A. ....123
- Klimenko E.N. ....327
- Kloc A. .... 71
- Kobechinskaya V. ....175
- Kocki J. .... 115, 117, 119, 121
- Kolomiyets T. ....243
- Konarska A. .... 21, 23
- Konovalova E.Y. ....315
- Konstantinov A.V. ....225
- Kosina R. .... 67
- Kosyan A.M. .... 15
- Kosyk O.I. .... 15
- Kotuła L. .... 115, 117, 119, 121
- Kotyuk L.A. ....297
- Kozieradzka-Kiszkurno M. ... 19
- Krupa A. .... 39
- Kryva O. ....349
- Kucharska A. ....137
- Kudajbergenova N. ....209
- Kwolek D. .... 19, 25, 41
- L**
- Ladyzhenko T. ....197
- Leszczuk A. .... 91
- Lisova G.M. ....105
- Lisznińska M. .... 29
- Litvinova M. ....175
- M**
- Manvelidze Z. .... 59
- Marcińska I. .... 19
- Markelov I.N. ....143
- Memarne G. ....221
- Menshova V.O. ....315
- Metreveli M. ....189
- Mickeladze I. ....189
- Mikolajchuk V.G. ....293
- Mironova L.N. ....231
- Miroshnichenko N.N. ....135
- Mirpour M.S. .... 97
- Mukhitdinov N. .... 205, 209
- Musiał K. .... 33
- Myśliwiec D. .... 89
- N**
- Nedukha O.M. .... 331, 337
- Nevidomova E.V. ....181
- Niedojadło A. ....121
- Nikolaieva N. .... 53
- Nikolaeva N.N. .... 161, 167
- Nuzhyna N.V. ....315

<b>O</b>		Smirnov O.E. .... 15	Tulik M. .... 73, 77
Odintsova A. .... 257	Sobstyl J. .... 115, 117, 119, 121	Tzyrenova D.J. .... 201	
Ostrovsky R. .... 53	Sobstyl P. .... 115, 117, 119, 121		<b>V</b>
Oturina I. .... 175	Sodel O. .... 319		Vakulenko T. .... 319, 323
<b>P</b>		Strelnikov I.I. .... 155	Vodka M.V. .... 343
Palamarchuk O. .... 319	Sulborska A. .... 21, 23	Szczuka E. .... 89, 91	Vorobiev V.V. .... 167
Pashkevych N.A. .... 309			
Pavlenko-Barysheva V.S. .... 263	<b>Ś</b>		<b>W</b>
Piórecki N. .... 137	Ślesak H. .... 19, 25, 29, 33		Weryszko-Chmielewska E. ....
Płachno B.J. .... 37, 39	Ślesak I. .... 29		..... 49, 51
Popielarska-Konieczna M. ....			Wiland-Szymańska J. .... 75
..... 19, 29	<b>Š</b>		Winiarczyk K. .... 69, 71
	Štrba T. .... 11		
<b>R</b>		<b>T</b>	<b>Y</b>
Rakhmetov Dz.B. .... 297, 357	Taran N.Yu. .... 15	Yaman B. .... 79	
Reut A.A. .... 231	Tchaidze F. .... 195	Ydyrys A. .... 205, 209	
Rybak L.M. .... 315	Teplitskaya L. .... 133		<b>Z</b>
<b>S</b>		Terek O.I. .... 347	Zawitkowski J. .... 103
Saeidi Mehrvarz S. .... 97	Terlecki K. .... 115, 117, 119, 121	Zhaldak S. .... 137	
Samedov P. .... 239	Timchenko O. .... 303	Zhila A. .... 303	
Shamilov E. .... 239	Tokova V.M. .... 353	Zhuk I.V. .... 105	
Shkuratova N.V. .... 217	Tomaszewska P. .... 67	Zhuk O.I. .... 109	
Silayeva Zh.G. .... 235	Trusov N.A. .... 141	Zurabishvili M. .... 59	
Skrypchenko N. .... 323	Tskhoidze T. .... 195		
Skrypec C. .... 257	Tuleja M. .... 33, 37, 39		

# ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

*Современная Фитоморфология* выходит один раз в год, публикует оригинальные научные статьи, обзоры и короткие сообщения, которые касаются анатомических, морфологических, физиологических и таксономических с использованием морфологических признаков исследований растений и грибов в широком смысле. Преимущество отдается работам, написанным на английском языке, но также к рассмотрению принимаются публикации на украинском и русском языках.

Объем публикации – не ограничен; шрифт Times New Roman, размер – 12, отступ – 1,25 см, интервал – 1,5; все поля – по 2 см; выравнивание по ширине.

Последовательность текста: 1) УДК, 2) название публикации, 3) имена и фамилии авторов, 4) аннотация (не менее 100 слов) и ключевые слова на языке основного текста, 5) названия и адреса учреждений и e-mail авторов, 6) основной текст, 7) список использованных источников приведенного образца, 8) подписи к рисункам и таблицам на языке основного текста и продублированные на английском. В случае, если основной текст написан на русском либо украинском языках, тогда после подписей также подаются на английском языке: 1) название публикации, 2) имена и фамилии авторов, 3) аннотация (не менее 100 слов) и ключевые слова, 4) названия и адреса учреждений и e-mail авторов.

Ссылки в в тексте просим подавать следующим образом. Для одного автора: (KONDRACKI 1978); для двух авторов: (CAPELLETTI & POLDINI 1984); для трьох и более авторов: (CIEŚLIŃSKI *et al.* 2009). Допускаются также ссылки: KONDRACKI (1978: 55-60); (KONDRACKI 1978, 1980).

Материалы просим присылать на электронный ящик редакции ([novikoffav@gmail.com](mailto:novikoffav@gmail.com)). Текст следует подавать в форматах «.doc», «.docx» либо «.rtf». Рисунки следует подавать отдельными файлами в форматах «.jpg» або «.tiff» с разрешением не менее 300 dpi, или вставлять в конце текстового файла на отдельных страницах. Таблицы необходимо подавать отдельными файлами форматов «.xls» или «.xlsx», в конце текстового файла на отдельных страницах.

Каждый автор бесплатно получает pdf собственной статьи.

Редакция оставляет за собой право редактировать и отклонять материалы, которые не соответствуют правилам оформления либо тематике журнала.

*Образец оформления списка цитируемых источников:*

**CAPELLETTI E. & POLDINI L. 1984.** Seed morphology in some European aconites (*Aconitum*, Ranunculaceae). *Plant Syst. Evol.* **145**: 193-201.

**CIEŚLIŃSKI S., CZYŻEWSKA K., FABISZEWSKI J. 2003.** Red list of extinct and threatened lichens in Poland. In: K. CZYŻEWSKA (ed.), The threat to lichens in Poland. *Monogr. Bot.* **91**: 13-49 (in Polish).

**PACZOSKI J. 1927.** *Aconitum*. In: W. SZAFER (ed.), *Flora Polska*. **3**: 19-25. PWN, Warszawa-Krakow.

**KONDRACKI J. 1978.** *Karpaty*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.

# ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ

Сучасна Фітоморфологія виходить один раз на рік, публікує оригінальні наукові статті, огляди та короткі повідомлення, що стосуються анатомічних, морфологічних, фізіологічних і таксономічних з використанням морфологічних ознак досліджень рослин та грибів у широкому розумінні. Перевага надається статтям, написаним англійською мовою, проте також приймаються до розгляду публікації, написані українською або російською мовами.

Обсяг публікації – не обмежений; шрифт Times New Roman, розмір – 12, відступ – 1,25 см, інтервал – 1,5; усі поля – по 2 см; вирівнювання по ширині.

Порядок тексту: 1) УДК, 2) назва публікації, 3) імена і прізвища авторів, 4) анотація (не менше 100 слів) і ключові слова мовою основного тексту, 5) назви і адреси установ і e-mail авторів, 6) основний текст, 7) список використаних джерел наведеного зразка, 8) підписи до рисунків і таблиць мовою основного тексту і продубльовані англійською мовою. У випадку, якщо основний текст подано українською або російською мовою, після підписів подаються англійською мовою: 1) назва публікації, 2) імена і прізвища авторів, 3) анотація (не менше 100 слів) і ключові слова, 4) назви і адреси установ і e-mail авторів.

Посилання в тексті просимо подавати наступним чином. Для одного автора: (KONDRACKI 1978); для двох авторів: (CAPELLETTI & POLDINI 1984); для трьох і більше авторів: (CIEŚLIŃSKI *et al.* 2009). Допускаються посилання: KONDRACKI (1978: 55-60); (KONDRACKI 1978, 1980).

Матеріали просимо надсилати на скриньку редакції ([novikoffav@gmail.com](mailto:novikoffav@gmail.com)). Текст слід надсилати у форматах «.doc», «.docx» або «.rtf». Рисунки слід подавати окремими файлами у форматі «.jpg» або «.tiff» з роздільністю не менше 300 dpi, або ж вставляти у кінці текстового файлу на окремих сторінках. Таблиці слід подавати окремими файлами у форматі «.xls» або «.xlsx», або ж розміщувати у кінці текстового файлу.

Кожен автор отримує безкоштовно pdf власної статті

Редакція залишає за собою право редагувати і відхиляти матеріали, які не відповідають правилам оформлення або ж тематиці журналу.

*Зразок оформлення списку використаних джерел:*

**CAPELLETTI E. & POLDINI L. 1984.** Seed morphology in some European aconites (*Aconitum*, Ranunculaceae). *Plant Syst. Evol.* **145**: 193-201.

**CIEŚLIŃSKI S., CZYŻEWSKA K., FABISZEWSKI J. 2003.** Red list of extinct and threatened lichens in Poland. In: K. CZYŻEWSKA (ed.), The threat to lichens in Poland. *Monogr. Bot.* **91**: 13-49 (in Polish).

**PACZOSKI J. 1927.** *Aconitum*. In: W. SZAFER (ed.), *Flora Polska*. **3**: 19-25. PWN, Warszawa-Krakow.

**KONDRACKI J. 1978.** *Karpaty*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.



# INFORMATION FOR AUTHORS

*Modern Phytomorphology* publishes original research articles, reviews and short reports covering anatomical, morphological, physiological and taxonomical on the base of morphology investigations of plants and fungi in wide sense. Journal prefers manuscripts written in English, but also accepts papers in Russian and Ukrainian.

*Modern Phytomorphology* is annual.

The manuscript size is unlimited; font – Times New Roman, size – 12 pt., indentation – 1,25 cm, 1,5-spaced, width fitted; margins 2 cm on all four sides.

Text sequence: 1) article title, 2) author's names, 3) abstract (no less than 100 words) and keywords in the language of main text, 4) institute, postal address, e-mail, 5) main text, 6) references by the following examples, 7) titles for figures and tables in the language of main text and in English. If the language of the main text is different from English, than you also must write in English by 10 pt.: 1) article title, 2) author's names, 3) abstract (no less than 100 words) and keywords, 4) institute, postal address, e-mail.

References in the text should be quoted as follows. For one author: (KONDRACKI 1978); for two authors: (CAPELLETTI & POLDINI 1984); for three or more authors: (CIEŚLIŃSKI *et al.* 2009). Also can be quoted as KONDRACKI (1978: 55-60) OR (KONDRACKI 1978, 1980).

Please send the manuscripts to the editor ([novikoffav@gmail.com](mailto:novikoffav@gmail.com)). Text should be saved as «.doc», «.docx» or «.rtf» files. Images should be given as separate “.jpg” or “.tiff” files (300 dpi), or they also may be placed at the end of the main file on the separated pages. Tables should be given as separate “.xls” or “.xlsx” files, or they can be placed at the end of the main file on the separate pages too.

Pdf of each paper are supplied to each author free of charge.

Editorial board reserves the right to edit and decline the papers which have format errors or do not correspond to the journal thematics.

## References examples:

CAPELLETTI E. & POLDINI L. 1984. Seed morphology in some European aconites (*Aconitum*, Ranunculaceae). *Plant Syst. Evol.* **145**: 193-201.

CIEŚLIŃSKI S., CZYŻEWSKA K., FABISZEWSKI J. 2003. Red list of extinct and threatened lichens in Poland. In: K. CZYŻEWSKA (ed.), The threat to lichens in Poland. *Monogr. Bot.* **91**: 13-49 (in Polish).

PACZOSKI J. 1927. *Aconitum*. In: W. SZAFER (ed.), *Flora Polska*. **3**: 19-25. PWN, Warszawa-Krakow.

KONDRACKI J. 1978. Karpaty. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.



We would all like to see a broad agreement on classification, but this will only happen when its theoretical basis is agreed. Cladistic classification into ranked taxa is a logical absurdity that ignores evolution. Evolutionary classification is based on evolution of taxa, i.e., on lines of descent and characters, and so recognises paraphyletic taxa. Can we not all agree that evolution of characters is important and should be recognised in our taxonomy? If not, why not?

R.K. Brummitt, 2008

ISSN 2226-3063  
e-ISSN 2227-9555