

MODERN PHYTOMORPHOLOGY



ISSN 2226-3063
e-ISSN 2227-9555



Volume 4

2013

A SOCIAL NETWORKING TOOL TO BUILD, SHARE AND PUBLISH INFORMATION ON THE DIVERSITY OF LIFE

Scratchpads in a nutshell:

- **Scratchpads** are an easy and effective way to publish your data online.
- Create your own website to connect, work with and share your data.
- Build a virtual community based on your research field.
- Contribute to biodiversity knowledge.
- Link and share your structured data to make them widely accessible.
- Prepare a paper with colleagues, build a bibliographic database or create a reference collection of images and observations.
- Create a private space within your site and control access and editing rights while you develop your work.

Scratchpads provide the necessary tools to allow you to mobilize and link your biodiversity data. Import and link data from multiple biodiversity resources and allow your data to be re-used with attribution in global biodiversity initiatives like the Encyclopedia of Life and GBIF. Anyone who uses your data will cite you for your contribution.

Signing up for a **Scratchpad** is free, quick and simple! No knowledge of website creation is required and your site can cover any aspect of natural history: a taxonomic group, a geographical area, a club or society, a journal, etc.



Currently **Scratchpads** are supported financially by the following projects and organisations: **ViBRANT** (<http://vbrant.eu/>), **eMonocot project** (<http://www.e-monocot.org/>) and the **Natural History Museum London** (<http://www.nhm.ac.uk/>).

Visit <http://scratchpads.eu/> to explore or to get a site.

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. Ґижцького
БУДЖАК В.В.	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
БУХТЯРОВА 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
МАМЧУР 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 Л.	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
ЩЕПАНЕК К.	Інститут ботаніки ПАН, Краків, Польща

Сучасна Фітоморфологія: Матеріали 2-ї міжнародної наукової конференції з морфології рослин (Львів, 14-16 травня 2013 р.). – Львів, 2013. – Т. 4. – 414 с.

Індексується у базах даних CABi, CaRLO, DOAJ, DRJI, EBSCO, E-journals, EZB, Google Scholar, IPNI, WorldCat.

www.phytomorphology.org

© Сучасна Фітоморфологія

Технічний редактор	НОВІКОВ А.В.
Верстка	НОВІКОВ А.В.
Дизайн	НОВІКОВА-СУП М.Р., НОВІКОВ А.В.
Фото обкладинки	<i>Dianthus barbatus</i> на Чорному Долі; © НОВІКОВА-СУП М.Р.



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.
CHORNEY 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

Modern Phytomorphology. 2nd International Scientific Conference on Plant Morphology (14-16 May 2013, Lviv, Ukraine). – Lviv, 2013. – Vol. 4. – 414 p.

Indexed in CABI, CaRLO, DOAJ, DRJI, EBSCO, E-journals, EZB, Google Scholar, IPNI, WorldCat.

www.phytomorphology.org

© Modern Phytomorphology

Technical Editor
Layout
Design
Cover photo

NOVIKOFF A.V.
NOVIKOFF A.V.
NOVIKOFF-SUPP M.R., NOVIKOFF A.V.
Dianthus barbatus in Chornij Dil Mts., Ukraine; © NOVIKOFF-SUPP M.R.



Ivan Franko Lviv National University
Biological faculty
Botanical department

Львівський національний університет
імені Івана Франка
біологічний факультет
кафедра ботаніки

Львовский национальный университет
имени Ивана Франко
биологический факультет
кафедра ботаники

Yuriy Fedkovich Chernivtsi National
University
Faculty of Biology, Ecology and
Biotechnology
Department of Botany and Natural
Protection
State Natural History Museum
NAS of Ukraine

Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
факультет біології, екології та
біотехнології
кафедра ботаніки та охорони природи
Державний природознавчий музей
НАН України

Черновицкий национальный
университет имени Юрия Федьковича
факультет биологии, экологии и
биотехнологии
кафедра ботаники и охраны природы
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 department of the Ukrainian
Botanical Society

Львівське відділення Українського
ботанічного товариства

Львовское отделение Украинского
ботанического общества

Proceedings of 2nd International Scientific Conference on
Plant Morphology
«Modern Phytomorphology»
14-16 May 2013, Lviv

Матеріали 2-ї міжнародної наукової конференції з
морфології рослин
«Сучасна Фітоморфологія»
14-16 травня 2013 р., Львів

Материалы 2-й международной научной конференции
по морфологии растений
«Современная Фитоморфология»
14-16 мая 2013 г., Львов

ACKNOWLEDGMENTS

Подяки Благодарности

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

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

Выражаем искреннюю благодарность рецензентам, принявших участие в подготовке издания:

ŠTAMPOROVÁ M.
DEROIN T.
EVERWEIN R.
WOJTAŁ A.
БАРАНОВУ В.І.
БОРСУКЕВИЧ Л.М.
ВОЛОЩУК К.В.
ГОНЧАРЕНКО В.І.

Данилюк К.М.
Дикій О.О.
КАЛІНОВИЧ Н.О.
Кузярину О.Т.
Ляху А.М.
Одінцовій А.В.
ПАЦУЛІ О.І.
Пірогову М.В.

Починок Т.В.
ПРОКОПІВУ А.І.
РАГУЛІНІЙ М.Є.
РОМАНЮК Н.Д.
ТАСЕНКЕВИЧ Л.О.
ТЕРЕК О.І.

CONTENTS
ЗМІСТ
СОДЕРЖАНИЕ

ŠTRBA T., TURISOVÁ I., ASCHENBRENNER Š. Morphometric analysis of <i>Arabidopsis arenosa</i> (L.) Law. on the waste heap Maximilián in Špania Dolina (Starohorské vrchy Mts.).....	1 3
OLESZCZUK S., ZIMNY J., MAKOWSKA K., ZIMNY A., CZAPLICKI A., KOZDÓJ J., SOWA S. Using androgenesis in studies on single cell-derived embryo development.....	1 7
TOMASZEWSKA P. Variability of caryopsis in <i>Avena</i> amphiploids – a microstructural approach	2 1
SULBORSKA A. Internal secretory structures in stems of <i>Silphium perfoliatum</i> L.....	2 3
KASPRZYK A., LESZCZUK A., DOMACIUK M., SZCZUKA E. Stem morphology of the <i>Sida hermaphrodita</i> (L.) Rusby (Malvaceae).....	2 5
LESZCZUK A., DOMACIUK M., DZIADCZYK E., OŚWIECIŃSKA A., SZCZUKA E. Multicellular archesporium in three cultivars of strawberry (<i>Fragaria ×ananassa</i> (Weston) Duchesne).....	2 7
SZCZUKA E., CHUDZIK B., LESZCZUK A. Arabinogalactan proteins in plants.....	2 9
LEONOVA N.A. The ecotope influence on anatomo-morphological features of <i>Aster amellus</i> L.	3 1
MIGDAŁEK G., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., ROSTAŃSKI A., SŁOMKA A., KUTA E. Usefulness of morphological characters in determination of intra- and interspecific diversity of violets (<i>Viola</i> L., Violaceae)	3 5
SŁOMKA A., BOHDANOWICZ J., KUTA E., SHUKA L., BOTHE H. Floral structure and pollen morphology are important characters in taxonomy of the genus <i>Viola</i> (Violaceae)	3 7
ŻURAW B., RYSIAK K., SZYMCZAK G. Ecology and morphology of the flowers of <i>Hepatica nobilis</i> Schreb. (Ranunculaceae).....	3 9
ŻABICKI P., ŚLĄZAK B., TULEJA M., MALEC P., KUTA E. Histology, histochemistry and SEM are useful tools to study regeneration processes in plant tissue culture	4 5
KASPERCZYK M., SZKUTNIK J., KACORZYK P. Influence of fertilization on leaf blade area and yield of two grass species.....	4 7
SZOT I., LIPA T. Estimating the fruit quality after application the pruning of blue honeysuckle bushes	5 1
LIPA T., SZOT I. Effect of fertilization methods on growth of pear trees, yielding and fruit quality	5 5
KONARSKA A. Structure of the fruit peel of <i>Pyrus communis</i> L.	5 9
SIVICKA I., ŽUKAUSKA I., ADAMOVIČS A. Aspects of morphological diversity of oregano in Latvia	6 1
CHIRU T., CALALB T., NISTREANU A. Morphological and anatomical studies of <i>Cyani herba</i> ...	6 5
GONTOVAYA T., KICHIMASOVA Y., SKOLOVA O. Morphological and anatomical research of <i>Helianthus tuberosus</i> L. inflorescence	6 9

GRYSHKO V.M., SYSHCHYKOV D.V., ARTIUSHENKO T.A., MATUSIKOVA I. Assessment of cadmium and nickel tolerance of maize cultivars based on root and shoot growth	7 5
KACORZYK P., KASPERCZYK M., SZKUTNIK J. The share of roots, sward and stubble biomass in biological yield of selected grass species	7 9
PUDELSKA K., PODGAJNA E. Decorative value of three dahlia cultivars (<i>Dahlia ×cultorum</i> Thorsr. et Reis) treated with gibberellin	8 3
SALAATA A., GRUSZECKI R., DYDUCH J. The effect of gibberellic acid GA ₃ on morphological features of artichoke (<i>Cynara scolymus</i> L.).....	8 7
OMELCHUK O., HEITMAN A., PROTS B. The content of phenolics and tannins in native and invasive <i>Solidago</i> species.....	9 1
ZAWIŚLAK G. Morphological characters of <i>Hyssopus officinalis</i> L. and chemical composition of its essential oil.....	9 3
PATKOWSKA E. Effect of “Biosept 33 SL” on the growth of <i>Phomopsis sojae</i> Lehman in <i>in vitro</i> conditions	9 7
KRÓL E.D., KOWALIK B.A., MACHOWICZ-STEFANIAK Z., ZALEWSKA E.D. New pathogens of fruit plant shoots in Poland.....	9 9
ZIMOWSKA B., MACHOWICZ-STEFANIAK Z., KRÓL E.D., ZALEWSKA E.D. The most dangerous pathogens of herbs from Lamiaceae and Plantaginaceae family.....	10 1
ZALEWSKA E.D., MACHOWICZ-STEFANIAK Z., KRÓL E.D., ZIMOWSKA B. Diseases of herbs from Apiaceae family	10 5
BIRULIOVA E., PROSIANNYKOVA I., FEDOTOVA A. The rust fungus <i>Uromyces geranii</i> (DC.) Lev. localization and impact on anatomy of the host plant <i>Geranium sanguineum</i> L.....	10 9
EZHKIN A.K. Morphological changes and damages of indicator lichens from Sakhalin Island..	11 5
KUMARI B., SHARMA V. Microalgae: biofuel production	11 7
КОМАРЕВЦЕВА Е.К. Онтогенез кустарничка <i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz в Горном Алтае.....	11 9
КОМАРЕВТСЕВА Е.К. Ontogeny of <i>Pentaphylloides fruticosa</i> low shrub in the Mountain Altai ..	11 9
ЧЕРЕМУШКИНА В.А., ГУСЕВА А.А. Морфогенез и структурная организация побегов двух жизненных форм <i>Scutellaria supina</i> L.....	12 3
CHERYOMUSHKINA V.A., GUSEVA A.A. Morphogenesis and structural organization of shoots of two life forms of <i>Scutellaria supina</i> L.....	12 3
КОЛЕГОВА Е. Структурные единицы побеговой системы <i>Thymus marschallianus</i> Willd. (Lamiaceae).....	12 5
KOLEGOVA E. Structural units of shoot systems of <i>Thymus marschallianus</i> Willd. (Lamiaceae)	12 5
АСТАШЕНКОВ А.Ю. Морфогенез и структурная адаптация <i>Nepeta podostachys</i> Benth. и <i>N. kokanica</i> Regel в условиях Таджикистана	12 7
ASTASHENKOV A.YU. Morphogenesis and structural adaptation of <i>Nepeta podostachys</i> Benth. and <i>N. kokanica</i> Regel from Tajikistan	12 7
ЦХОИДЗЕ Т., ЧАИДЗЕ Ф., КОНЦЕЛИДЗЕ Н., ДЖАКЕЛИ ДЖ. Биоэкология тюльпанных деревьев на Черноморском побережье Аджарии	13 1
TSKHOIDZE T., TSHAI DZE F., KONTSELIDZE N., JAKELI J. Bioecology of tulip trees at the Ajara Black Sea coast.....	13 1

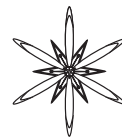
ОЛЕЙНИКОВА Е.М. Биоморфологический анализ стержнекорневых травянистых растений Воронежской области.....	139
OLEYNIKOVA E.M. Biomorphological analysis of pivot-root grass plants of Voronezh region	139
ЛЕОНОВА Т.В. Механизмы адаптации <i>Coluria geoides</i> (Pall.) Ledeb. к различным экологическим факторам.....	143
LEONOVA T.V. Adaptation mechanisms of <i>Coluria geoides</i> (Pall.) Ledeb. to different ecological factors	143
РЕУТ А.А., МИРОНОВА Л.Н. Морфометрические особенности видов рода <i>Paeonia</i> L. при интродукции в Ботаническом саду-институте Уфимского научного центра РАН	147
REUT A.A., MIRONOVA L.N. Morphometric features of the genus <i>Paeonia</i> L. in the introduction conditions of the Botanical Garden-Institute, Ufa Research Center	147
ХРЫНОВА Т.Р., МАРКЕЛОВ И.Н. Поливариантность строения цветка у некоторых представителей рода <i>Primula</i> L. коллекции НИИ БС ННГУ.....	151
HRUNOVA T.R., MARKELOV I.N. Multivariate structure of the flower in some representatives of the genus <i>Primula</i> L. from the collections of Research Institute BG UNN.....	151
ЖАЛДАК С.Н. Оценка взаимосвязи анатомического строения <i>Suaeda acuminata</i> (С.М. Meyer) Moq. с условиями произрастания растений	157
ZHALDAK S.N. Estimation of the correlation between anatomical structure of <i>Suaeda acuminata</i> (С.М. Meyer) Moq. and growth conditions	157
НЕВИДОМОВА Е.В. Ценопопуляции <i>Rosa majalis</i> Herrm. в ассоциациях Нижегородского Поветлужья (Краснобаковский район)	159
NEVIDOMOVA E.V. Coenopopulations of <i>Rosa majalis</i> Herrm. in the associations of Nizhegorodsk Povetluja (Crasnobacovski district)	159
ЧОБАНУ К.К., КАЛАЛБ Т.И., ДИЮГ Е.М. Сравнительный морфо-анатомический анализ прикорневых и стеблевых листьев артишока колючего, выращенного в условиях Республики Молдова.....	165
СЮВАНУ С.С., САЛАЛБ Т.И., ДИЮГ Е.М. Comparative morpho-anatomical study on basal and cauline leaves of artichoke grown in the Republic of Moldova.....	165
МЯГКИХ Е.Ф. Морфометрические параметры и всхожесть семян <i>Origanum vulgare</i> L., произрастающего в предгорной зоне Крыма.....	169
МЯГКИН Е.Ф. Morphometric parameters and seed germination of <i>Origanum vulgare</i> L. grown in Crimean foothills	169
ВОРОНКОВА Т.В., ШЕЛЕПОВА О.В., БИДЮКОВА Г.Ф. Семенная продуктивность обоеполых и женских особей <i>Mentha arvensis</i> L.....	173
VORONKOVA T.V., SHELEPOVA O.V., VIDYUKOVA G.F. Seed productivity of bisexual and female specimens of <i>Mentha arvensis</i> L.....	173
ТРУСОВ Н.А. Комплексный подход в изучении ариллусов	177
TRUSOV N.A. Complex approach in arils study	177
КРУГЛОВА Н.Н. Периодизация развития зародыша пшеницы на основе анатомо-морфологического и временного критериев.....	181
KRUGLOVA N.N. The periodization of wheat embryogenesis on the base of anatomical, morphological and time criterions	181

КАЛАЛБ Т.И., ОРОЯН С., САМЫРГИЦАН М. Структуры-индикаторы в определении устойчивости сочных плодов аронии к факторам среды и в процессе хранения.....	185
SALALB T., OROIAN S., SAMIRGHITAN M. The structures-indicators in definition of the chokeberry fruits resistance to environment factors and during storage.....	185
КАЛАЛБ Т., СЫРОМЯТНИКОВА Ю., ДОБЫНДА Е. Микроскопический анализ в определении устойчивости новых генотипов томата	189
SALALB T., SIROMEATNICOVA I., DOBANDA E. The microanalysis on resistance of new tomato genotypes.....	189
КРОХМАЛЬ И., НЕЦВЕТОВ М. Морфо-анатомические особенности листа <i>Campanula trachelium</i> L. в степной зоне Украины.....	193
KROHMAL I., NETSVETOV M. Morphological and anatomical treats of <i>Campanula trachelium</i> L. leaves in steppe zone of Ukraine	193
КОДРЯНУ В.С. Количественная анатомия листовой пластинки винограда (<i>Vitis</i> L.).....	199
CODREANU V.S. Quantitative anatomy of grapevine (<i>Vitis</i> L.) leaf blade	199
ОНИКА Е. Сравнительная анатомия черешка листа разногеномных гибридов айва × яблоня (<i>Cydonia</i> × <i>Malus</i>)	209
ONICA E. Comparative anatomy of the petioles of different genomic <i>Cydonia</i> × <i>Malus</i> hybrids.....	209
БОНДАРЬ Ю.В., ЗЕРКАЛЬ С.В. Сравнительный анализ эпидермы листа двух видов рода <i>Rhododendron</i> L. в условиях Бугско-Полесского региона	213
BONDAR YU.V., ZERKAL S.V. Comparative analysis of the leaf epidermis of two <i>Rhododendron</i> species in the conditions of Bugsko-Palesky region	213
ШКУРАТОВА Н.В. Анатомические особенности коры стебля <i>Salix matsudana</i> Koidz.....	217
SHKURATOVA N.V. Anatomical features of the bark structure in the stem of <i>Salix matsudana</i> Koidz.	217
ЩЕПИЛОВА О.Н., АЮКАЕВ П.А. Анатомо-морфологические особенности избранных видов рода <i>Agrostis</i> L.....	219
SCHERILOVA O., AYUKAEV P. Anatomical and morphological peculiarities of some <i>Agrostis</i> L. species	219
АХМЕТОВА А.Б., МУХИТДИНОВ Н.М., ЫДЫРЫС А. Анатомическое исследование вегетативных органов редкого и эндемичного вида <i>Ferula iliensis</i> Krasn. ex Korov.	223
AKHMETOVA A., MUKHITDINOV N., YDYRYS A. Anatomical research of vegetative organs of the <i>Ferula iliensis</i> Krasn. ex Korov, the rare and endemic species.....	223
ЦУЦУПА Т.А., СТУПАКОВА Н.С. Сравнительный анатомический анализ структуры листьев <i>Medicago lupulina</i> L. (Leguminosae)	229
TsUTSURA T.A., STUPAKOVA N.S. Comparative anatomical analysis of leaves structure of <i>Medicago lupulina</i> L. (Leguminosae).....	229
КРУГЛОВА А.Е. Структурная организация развивающегося пыльника <i>Oxytropis baschkiriensis</i> Knjaz.....	233
KRUGLOVA A.E. Structural organization of the <i>Oxytropis baschkiriensis</i> Knjaz. developing anther	233
ШАМИЛОВ Э., АБДУЛЛАЕВ А., АЗИЗОВ И., МУСТАФАЕВА С., ЗЕЙНАЛОВА С. Биоэкологические особенности и корректирующие свойства <i>Achillea filipendulina</i> Lam., <i>Calendula officinalis</i> L. и <i>Hypericum perforatum</i> L.....	235
SHAMILOV E., ABDULLAYEV A., AZIZOV I., MUSTAFAEVA S., ZEYNALOVA S. Bioecological features and corrective properties of <i>Achillea filipendulina</i> Lam., <i>Calendula officinalis</i> L. and <i>Hypericum perforatum</i> L.....	235

КОНСТАНТИНОВ А.В. Влияние состава гормонов в среде прекультивирования на регенерацию в каллусных культурах березы повислой (<i>Betula pendula</i> Roth.)	241
KONSTANTINOV A.V. The influence of hormones composition in the precultivation medium on regeneration of callus cultures of silver birch (<i>Betula pendula</i> Roth.)	241
КУРКИНА А.В. Анатомо-морфологическая диагностика цветков пижмы обыкновенной.....	245
KURKINA A.V. Anatomical and morphological diagnostics of <i>Tanacetum vulgare</i> L. flowers	245
КУРКИН В.А. Ботанико-фармакогностическая характеристика лекарственного растительного сырья.....	249
KURKIN V.A. Botanical-pharmacognostical characteristics of herbal drugs	249
ЛОБАЧЕВСЬКА О. Морфологічні особливості безстатевих репродуктивних органів мохоподібних	253
LOBACHEVSKA O. Morphological peculiarities of bryophytes asexual organs.....	253
РУДИК Г.О. Онтоморфогенез <i>Agastache rugosa</i> (Fisch. et C.A. Mey.) O. Kuntze <i>ex situ</i>	257
RUDIK G.O. Ontomorphogenesis of <i>Agastache rugosa</i> (Fisch. et C.A. Mey.) O. Kuntze <i>ex situ</i>	257
БЕРКО Й. Моноподіальна система пагонів губоцвітих (Lamiaceae) флори України та моделі її формування.....	261
BERKO Yo. Monopodial shoot systems of Lamiaceae of Ukrainian flora and the models of its formation.....	261
ЖУРАКІВСЬКА С.П. Особливості морфогенезу монокарпічного пагона <i>Betonica officinalis</i> L. (Lamiaceae).....	269
ZHURAKIVSKA S.P. Peculiarities of the morphogenesis of monocarpic shoot of <i>Betonica officinalis</i> L. (Lamiaceae).....	269
БАГЛАЙ К. Генеративний період розвитку рослин роду <i>Mammillaria</i> Haw. (Cactaceae Juss.) в умовах захищеного ґрунту	273
BAGLAY K. Generative period in development of <i>Mammillaria</i> Haw. (Cactaceae Juss.) plants in greenhouse conditions.....	273
БАБИЦЬКИЙ А.І., КИТАЄВ О.І., ТРОФИМЕНКО Н.М. Анатомічна будова пагонів кущових інтродуцентів родини Rosaceae Juss. та її значення для зимостійкості цих рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.....	277
БАВУТСЬКИЙ А.І., КУТАЄВ О.І., ТРОФІМЕНКО Н.М. Anatomical structure of the shoots of shrubby introducents from Rosaceae Juss. family and its value for winter resistance of these plants in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine	277
ЧИХМАН О., СИДОРЕНКО О., ШЕГЕДА І. Біологічні та морфоструктурні особливості пеларгоній у зв'язку з адаптацією до умов інтродукції	281
CHYHMAN O., SYDORENKO O., SHEGEDA I. Biological and morphostructural features of <i>Pelargonium</i> connecting with adaptation to introduction.....	281
ГАЙДАРЖИ М., НІКІТИНА В. Життєві форми сукулентних представників родини Asclepiadaceae	289
GAIDARZHY M., NIKITINA V. Life forms of succulent representatives of the family Asclepiadaceae	289
КОТЮК Л.А. Морфологічні особливості <i>Dracocephalum moldavica</i> L. у зв'язку з інтродукцією у ботанічному саду ЖНАЕУ	293
KOTYUK L.A. morphological peculiarities of <i>Dracocephalum moldavica</i> L. with respect to its introduction in the Botanical Garden of ZhNAEU	293

БЕРЕЗКІНА В.І. Особливості анатомо-морфологічної будови вегетативних органів видів секції <i>Sedum</i> роду <i>Sedum</i> L. (Crassulaceae DC.)	299
BEREZKINA V.I. The features of anatomic-morphological structure of vegetative organs of the species from section <i>Sedum</i> genus <i>Sedum</i> L. (Crassulaceae DC.)	299
СКРИПЧЕНКО Н., ДЗЮБА О. Морфологічна адаптація <i>Actinidia kolomikta</i> (Rupr et Maxim.) Maxim. в умовах Лісостепу України.....	303
СКРУПЧЕНКО N., DZUBA O. Morphological adaptation of <i>Actinidia kolomikta</i> (Rupr et Maxim.) Maxim. in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine	303
АНДРИК Є. Морфоструктурні зміни особин <i>Fritillaria meleagris</i> L. у відмінних умовах зростання	307
ANDRIK E. Morphostructural changes of <i>Fritillaria meleagris</i> L. individuals in different growing conditions	307
ОДІНЦОВА А.В. Вертикальна зональність септальних нектарників однодольних.....	317
ODINTSOVA A. Vertical zonality of septal nectaries of Monocots.....	317
ДИКА О.О. Морфологія та васкулярна анатомія квітки <i>Scilla bifolia</i> L. (Hyacinthaceae).....	319
ДУКА О.О. Morphology and vascular anatomy of the flower in <i>Scilla bifolia</i> L. (Hyacinthaceae)	319
ДРЕМЛЮГА Н.Г. Морфологічні особливості плодів видів секції <i>Rapunculus</i> (Fourr.) Boiss. роду <i>Campanula</i> L. флори України.....	321
DREMLIUGA N.G. Morphological peculiarities of fruits of the species from subgenus <i>Rapunculus</i> (Fourr.) Boiss. of genus <i>Campanula</i> L. in the flora of Ukraine.....	321
ГРЕВЦОВА Г., ВАКУЛЕНКО Т., ПАНІНА З. Морфологічні особливості плодів представників роду <i>Cotoneaster</i> Medik. серії <i>Horizontales</i> Hurusava.....	325
GREVTSOVA G., VAKULENKO T., PANINA Z. Morphological peculiarities of the fruits in genus <i>Cotoneaster</i> Medik. series <i>Horizontales</i> Hurusava.....	325
МАЛЯРЕНКО В.М., ГАЙДАРЖИ М.М., БАДАНІНА В.А. Морфо-анатомічні особливості звичайної та кристатної форм <i>Echinocereus pectinatus</i> (Scheidw.) Eng. (Cactaceae A.L. Juss.).....	335
MALIARENKO V.M., GAJDARJI M.M., BADANINA V.A. Morphological and anatomical features of regular and cristate forms of <i>Echinocereus pectinatus</i> (Scheidw.) Eng. (Cactaceae A.L. Juss.).....	335
ФУТОРНА О.А., ОЛЬШАНСЬКИЙ І.Г. Мікроморфологічна характеристика галофіта <i>Juncus gerardii</i> Loisel. subsp. <i>gerardii</i> (Juncaceae)	341
FUTORNA O., OLSHANSKYI I. Micromorphology of the halophyte <i>Juncus gerardii</i> Loisel. subsp. <i>gerardii</i> (Juncaceae).....	341
БАБЕНКО Л. Вплив водного дефіциту та абсцизової кислоти на ультраструктуру клітин ізольованої зародкової осі насіння квасолі.....	349
BAVENKO L. The influence of water deficit and abscisic acid on the cells' ultrastructure of isolated embryonic axes of <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	349
СТАХІВ М., ЩЕРБАТЮК М., ВОЙТЕНКО Л., МУСАТЕНКО Л. Ультраструктурні особливості поверхні міжвузлів хвоща польового (<i>Equisetum arvense</i> L.)	355
СТАХІВ М., ШЧЕРБАТУК М., ВОУТЕНКО Л., МУСАТЕНКО Л. Ultrastructural features of the internodes' surface in horsetail (<i>Equisetum arvense</i> L.).....	355

БЕЗСМЕРТНА О.О. Особливості морфології підвидів <i>Asplenium trichomanes</i> L. флори України.....	359
BEZSMERTNA O.O. The peculiarities of morphology of <i>Asplenium trichomanes</i> L. group in the native flora of Ukraine	359
ГРИЦИНА М.Р. Місце родини Scrophulariaceae флори України У системі APG.....	363
HRUTSYNA M.R. Position of the family Scrophulariaceae from Ukrainian flora in APG system.....	363
ЕЖЕЛЬ І.М. Аделопатична активність сапонінів <i>Rhododendron luteum</i> Sweet.....	367
YEZHEL I.M. Allelopathic activity of saponins extracted from <i>Rhododendron luteum</i> Sweet	367
ВОДКА М.В., БІЛЯВСЬКА Н.О., ЗОЛОТАРЬОВА О.К. Ультраструктурні зміни мембранної системи хлоропластів шпинату під дією інгібіторів карбоангідрази (ацетазоламіда та етоксизоламіда)	371
VODKA M.V., BILIAVS'KA N.O., ZOLOTAREVA E.K. Ultrastructural changes in the membrane system of isolated chloroplasts of spinach under the influence of carbonic anhydrase inhibitors AA and EA.....	371
ЗАБОЛОТНИЙ О.І. Анатомічна будова епідермісу листків кукурудзи при дії гербіциду «МайсТер» і регулятора росту «Зеастимулін»	373
ZABOLOTNIY A.I. Anatomical structure of epidermis in maize leaves under influence of herbicide «MaysTer» and growth regulator «Zeastimulin».....	373
ЖУК О.І. Ріст міжвузлів пшениці за різних умов мінерального живлення.....	377
ZHUK O.I. The growth of wheat internodes under different mineral nutrition conditions	377
ЖУК В.В., МУСИЄНКО М.М. Вивчення впливу цитокініну та пероксиду водню на структуру мезофілу листка та морфологічні параметри рослин пшениці	383
ZHUK V.V., MUSIENKO M.M. The research of cytokinin and hydrogen peroxide influence on the leaf mesophyll structure and morphometric parameters of winter wheat	383
ЖУК І.В., ЛІСОВА Г.М., ДОВГАЛЬ З.М., ДМИТРІЄВ О.П. Вплив оксиду азоту та щавлевої кислоти на ураження рослин пшениці (<i>Triticum aestivum</i> L.) септоріозом.....	387
ZHUK I.V., LISOVA G.M., DOVGAL Z.M., DMITRIEV O.P. The influence of nitric oxide and oxalic acid on <i>Triticum aestivum</i> L. infected by <i>Septoria tritici</i> Blotch.....	387
ЧЕРПАК О. Перспективи застосування <i>Acer platanoides</i> L. у медичній практиці.....	393
SHERPAK O. The Perspectives of involvement of <i>Acer platanoides</i> L. in medical practice	393
КОЗИРА С.А., РАДЬКО О.В., КУЛАГІНА М.А., СЕРБІН А.Г. Анатомічне дослідження вегетативних органів <i>Geum aleppicum</i> Jacq.	395
KOZYRA S.A., RADKO E.V., KULAGINA M.A., SERBIN A.G. Anatomical study of vegetative organs of <i>Geum aleppicum</i> Jacq.	395
КУЛАГІНА М.А., РАДЬКО О.В., КОЗИРА С.А., СЕРБІН А.Г. Анатоомо-морфологічні дослідження суцвіть <i>Duschekia viridis</i> (Chaix.) Opiz.....	403
KULAGINA M.A., RADKO E.V., KOZYRA S.A., SERBIN A.G. Anatomical and morphological studies on infructescences of <i>Duschekia viridis</i> (Chaix.) Opiz	403



MORPHOMETRIC ANALYSIS OF *ARABIDOPSIS ARENOSA* (L.) LAW. ON THE WASTE HEAP MAXIMILIÁN IN ŠPANIA DOLINA (STAROHORSKÉ VRCHY MTS.)

TOMÁŠ ŠTRBA *, INGRID TURISOVÁ **, ŠTEFAN ASCHENBRENNER

Abstract. The aim of work was to determine of differences in morphometric traits of the model species *Arabidopsis arenosa* (L.) Law. on the heap and neighbour site on the basic of research realized in growing season 2011 on the heap Maximilián in Špania Dolina. We focused on plant height, width of rosette of leaves, width and length of lowest stem leaf, number of seed per one silique, weight of roots and weight of overground parts. The results were subjected of statistical analysis with the assistance of a Student *t*-test, indicators of variability and central values. The results show statistically significant difference at height level of confidence for each of the average of measured traits. The results support the hypothesis about influence of heavy metals on the whole habitus of plant and its evolution.

Key words: *Arabidopsis arenosa*, morphometric analysis, copper waste heap, Špania Dolina, Slovakia

Matej Bel University in Banská Bystrica, Faculty of Natural Sciences, Department of Biology and Ecology, 40 Tajovského str., 974 01 Banská Bystrica, Slovakia; *Tomas.Strba@umb.sk, ** Ingrid.Turisová@umb.sk

Introduction

Mine waste heap is the habitat with the specific environmental conditions differing from their environment. It contains elevated to extreme amounts of heavy metals in comparison with natural content in soil unaffected by human activities. That habitats are colonized by plants taxa which can adapt to this conditions by special mechanisms (BANÁSOVÁ 1976). As long ago as AGRICOLA (1494-1555) observed that along ore grow only certain kinds of plant species. Since this point, the research on the impact of heavy metals on the vegetation, flora and physiological processes have been significantly intensified.

The aim of current investigation was to conduct morphometric analysis on *Arabidopsis arenosa* (L.) Law. (Brassicaceae) as one of the typical exponent of the copper heaps. Results of research should indicate specific features which are depended with content of the heavy metals on the heaps.

Material and methods

Field research of *A. arenosa* was realized in growing season 2011 on the waste heap

Maximilián in Špania Dolina (central part of Slovakia) and neighbour site (near the heap). On both sites we marked 30 individuals by stratified selection. Measures of selected traits we conducted on May, when individuals have fully developed all overground organs. We measured plant height, width of leaves rosette, width and length of lowest leaf on the stem. We also investigated the number of seed per one silique (oldest on the main stem). To determine the dry weight of the overground and underground (roots) biomass we collected and weighed 16 individuals per each site (their number was limited by small population on the neighbour site). The results of calculations were processed through statistical analysis using Student *t*-test.

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

Floristic-ecological characteristic of the sites

1. Copper waste heap Maximilián in Špania Dolina, Starohorské vrchy Mts., central Slovakia; 653 m a.s.l.; N 48.493141, E 19.075282.

The most occurred species are: *A. arenosa*, *Rumex acetosella* L., *Agrostis stolonifera* L., *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm., *Silene* sp.

Table 1. Central values, variability and result of Student *t*-test for selected measurements on *Arabidopsis arenosa*.

Central values	Leaf length		Leaf width		Plant height		Width of rosette of leaves		Number of seeds per one silique	
	heap	neigh. site	heap	neigh. site	heap	neigh. site	heap	neigh. site	heap	neigh. site
Measurements	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Average	14.23	49.43	4.6	15.93	10.98	30.58	4.66	10.46	10.67	19.37
Median	12	48.5	4	16	11	29.25	4.15	10.25	9	19
Mode (Modus)	10	38	4	17	11	27	4	9.5	10.5	21
Variance	48.74	127.38	3.35	15.73	7.49	21.2	1.96	5.73	7.47	5.43
Standard deviation	6.98	11.29	1.83	3.97	2.74	4.6	1.4	2.4	2.73	2.33
Coefficient of variation	49.05	22.83	39.78	24.89	24.95	15.06	30.04	22.87	25.63	12.03
<i>t</i> -test (significant level)	0 (99 %)		0 (99 %)		0 (99 %)		0 (99 %)		0 (99 %)	

Table 2. Central values, variability and result of Student *t*-test for weight of roots and overground parts of *Arabidopsis arenosa*.

Central values	Weight of roots (g)		Weight of overground parts (g)	
	heap	neigh. site	heap	neigh. site
Measurements	16	16	16	16
Average	0.12	0.25	0.93	0.74
Median	0.11	0.4	0.88	1.18
Variance	0.003	0.05	0.29	0.51
Standard deviation	0.05	0.23	0.54	0.72
Coefficient of variation	43.24	93.81	57.94	96.9
<i>t</i> -test (significant level)	0 (99 %)		0.026 (95 %)	

The vegetation structure characterized by the prevalence of vascular plants with high content of lichens (e.g. *Lecanora polytropa* (Hoffm.) Rabenh., *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC., *Cladonia mitis* Sandst.) and mosses (ASCHENBRENNER *et al.* 2011).

2. Neighbour site Dolný Štúrec, cadaster Staré Hory, Starohorské vrchy Mts, central Slovakia; glades above the heap, 949 m a.s.l.; N 48.485329, E 19.085240.

The site are represented by substitutional communities of class *Epilobietea angustifolii* Tüxen et Preising ex von Rochow 1951 with dominance of *Rubus idaeus* L. and relatively abundance of *A. arenosa*.

Results

We reviewed homogeneity and variability of measured traits of *A. arenosa*, which was

based on calculated indicators of variability and central values (Tab. 1). These indicators show that individuals of *A. arenosa* from neighbour area were twice or three times bigger than individuals from heap, which had smaller leaves. The plants from neighbour area also had twice more seeds in silique than plants from the heap. As well as the aboveground and underground biomasses were relatively higher in population of neighbour area (Tab. 2). On the base of the values of the coefficient of variation we can confirm relatively higher variability of all features excluding biomass within individuals on heaps. We did not record high values of the coefficient of variation in weight of overground parts and roots of *A. arenosa* from neighbour area. It shows high morphological plasticity of specie on intact habitats. In the stressful conditions which were created by specific habitat features on heap (especially microclimatic, trophic and increased

Table 3. Comparison of selected morphometric features of *Arabidopsis arenosa* from Poland and Slovakia.

Measured attribute	Poland*	Slovakia
	heap Boleslaw	heap Maximilián
Plant height (mm)	125.5±5.6	109.4±27.4
Leaf width (mm)	5.0±0.2	4.6±1.83
Leaf length (mm)	15.8±0.5	14.23±6.98
Number of seeds per one silique	11.9±1.5	10.67±2.73
	NP Kampinos (neigh. site)	Dolný Štúrec (neigh. site)
Plant height (mm)	244.9±13.5	305.8±46.0
Leaf width (mm)	11.7±0.5	15.93±3.97
Leaf length (mm)	35.8±1.1	49.4±11.29
Number of seeds per one silique	22.5±1.8	19.3±2.33

* cited by PRZEDPELSKA & WIERZBICKA 2007.

Table 4. Content of heavy metals in soil picked from *Arabidopsis arenosa* root system on Maximilián heap.

Element	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	La	Cr
(mg · kg ⁻¹)	0.7	1300.7*	141.9*	510*	1.5	25.2	26.4	813*	15.8	33
Element	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ba
(mg · kg ⁻¹)	65*	2	<0.1	5.9	106	2.3	114.2	7.8	33	473*

* marks heavy metal excess.

content of heavy metals in the substrate) plants finally showed little difference in production of overground and underground biomasses.

The population of *A. arenosa* from heap Maximilián could be considered as more significantly different (significant differences at $p < 0.01$ for each measured morphological traits, except weight of overground parts – significant differences at $p < 0.05$) than the population from neighbour area. Nevertheless, individuals from heap are smaller, their leaves are narrower and shorter, as well as they create less number of seeds in silique.

Discussion

Mining dump habitat characterized by very sandy, poor and dry soil, long time dependent upon the direct sun radiation and often winds, with lack of soil nutrients, minimum of water but large content of heavy metals. It is the result of imperfect technology of mining, which is deeply applied, especially on historically older heaps (BANÁSOVÁ 1976). The plants growing

in these habitats are more often different from ones growing in natural or semi-natural habitats (PRZEDPELSKA & WIERZBICKA 2007). Such plants generally marked as tolerant and under the influence of heavy metals are often characterized by high vitality, which resulting from good adaptation mechanisms and ability to eliminate less adaptive species from nutritional competition which sometimes also produce tolerant ecotypes (LAMBINON & AUQUIER 1963; ERNST 1974, ERNST *et al.* 1992).

Similar investigations for *A. arenosa* were conducted by PRZEDPELSKA & WIERZBICKA (2007) on lead-zinc heap in Boleslaw, Poland. Comparing these results we made the same conclusions, which confirm significant differences in morphometric features between individuals on heap and neighbour site (Tab. 3). Such as PRZEDPELSKA & WIERZBICKA (2007) we suggest that these attributes are related mainly with the reduction of the evaporation area which is the typical adaptation in xerothermic conditions.

Adaptation of *A. arenosa* to specific

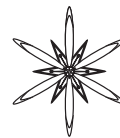
environmental (e.g. xerothermic) conditions depends evidently from its genome plasticity. We suppose that these abilities also have important impact on tolerance to increased content of heavy metals in substrate (Tab. 4). This fact is confirmed in many studies which were realized on other species occurring on mining heaps like *Rumex acetosella*, *Agrostis capillaris*, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Silene dioica* (L.) Clairv. (ERNST 1974; ERNST *et al.* 1992; BAKER *et al.* 2000; BANÁSOVÁ *et al.* 2006; PRZEDPELSKA & WIERZBICKA 2007; ČIAMPOROVÁ *et al.* 2009).

Acknowledgements

The work was financial supported by grant scheme APVV-0663-10, VEGA 2/0065/11 and VEGA 2/0099/13.

References

- AGRICOLA G. 1494-1555. De re metallica libri XII. Montanex, Ostrava. (in Czech).
- 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 Slovak).
- BAKER A.J.M., MCGRATH S.P., REEVES R. D., SMITH J.A. 2000. Metal hyperaccumulator plants: a review of the ecology and physiology of a biochemical resource for phytoremediation of metal polluted soils. In: TERRY N., BANUELOS G. (eds.), *Phytoremediation of contaminated soils and water*: 85–109. Lewis Publishers, Boca Raton.
- BANÁSOVÁ V. 1976. Vegetácia medených a antimónových hald. *Biol. Práce, Bratislava* 22: 1–109.
- BANÁSOVÁ V., HORAK O., ČIAMPOROVÁ M., NADUBINSKÁ M., LICHTSCHEIDL I. 2006. The vegetation of metalliferous and non-metalliferous grasslands in two former mine regions in Central Slovakia. *Biológia* 61 (4): 433–439.
- ČIAMPOROVÁ M., STAŇOVÁ A., VALASEKOVÁ E., NADUBINSKÁ M., BANÁSOVÁ V. 2009. Root anatomy and growth of three Arabidopsis species differing in their heavy metal tolerance. *Root research and applications (Proc. of 7th ISRR International symposium, Vienna, 2-4 September 2009)*: Poster.
- ERNST W.H.O. 1974. *Schwermetallvegetation der Erde*. Gustav Fischer Verl., 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 végétation des terrains calaminaires de la Wallonie septentrionale et de la Rhénanie aixoise. Types chorologiques et groupes écologiques. *Natura Mosana* 16: 113–130.
- MARHOLD K., HINDÁK F. (eds). 1998. Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Veda, Bratislava. (in Slovak).
- 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.



USING ANDROGENESIS IN STUDIES ON SINGLE CELL-DERIVED EMBRYO DEVELOPMENT

SYLWIA OLESZCZUK *, JANUSZ ZIMNY, KATARZYNA MAKOWSKA, ALEKSANDRA ZIMNY,
ANDRZEJ CZAPLICKI, JANUSZ KOZDÓJ, SŁAWOMIR SOWA **

Abstract. The method for regeneration of plants from microspores was being developed for the last 50 years. Through the use of this method a tremendous progress in breeding of many important crop plants was achieved. This applies to cereals too. We have developed microspore culture techniques for many cereals and grasses, and here we recommend androgenesis as a tool to study morphological and biochemical changes during the plant embryo development.

Key words: androgenesis, cereals, microspore, haploid plants, embryo development

*Plant Breeding and Acclimatization Institute – National Research Institute, Department of Biotechnology and Cytogenetics, 05-870 Blonie, Radzików, Poland; * s.oleszczuk@ihar.edu.pl; ** s.sowa@ihar.edu.pl*

Already in the 1800's the scientists dreamt of regenerating whole plants from single cells. Plant regeneration from somatic cells has proven to be possible in the 1950's. Later, a system of regeneration from anthers and isolated microspores – androgenesis, has been developed. Androgenesis was observed for the first time by Guha and Maheshwari in the sixties, in *in vitro* cultures of *Datura* (GUHA & MAHESHWARI 1964).

Each such regenerant is different, which enables selection of lines with unique combinations of genes and allows estimating the characteristics of the new homozygous genotype. Pure lines that exhibit high yielding, yield stability, resistance to diseases and adverse environmental conditions are the basis for obtaining new varieties of crops. Such lines in conventional breeding can be obtained by time consuming repeated self-fertilization. The use of techniques based on *in vitro* cultures such as anther and isolated microspore culture helps to increase the number of recombinants with desirable qualities and thereby improve the profitability of agricultural production. For plant breeders it is necessary to obtain a large number of haploid and doubled haploid (DH) plants (BERNARD *et al.* 1986). Anther culture is the most common method of double haploid regeneration. In many studies stress

and genotype were shown to be of crucial importance for the performance of androgenesis induction and plant regeneration (GONZÁLEZ & JOUVE 2000; BALLA *et al.* 2012). Although the induction process requires the use of an external treatment to change the way of microspore development to switch from generative to sporophyte pathway (GONZÁLEZ & JOUVE 2005), there are genotypes resistant to stress-induction (TOURAEV *et al.* 1996; IMMONEN & ROBINSON 2000).

Generally, plants regenerated from cells of gametophytic pathway should be sterile, as microspores after meiosis contain the number of chromosomes reduced by half, but certain amount of regenerants appear to be fertile due to the early, spontaneous chromosome doubling. The percentage of spontaneous double haploid lines ranged for different cereals from 10% to 60% (CHARMET *et al.* 1986; ŚLUSARKIEWICZ-JARZINA & PONITKA 2003). As a result of induced androgenesis we can obtain not only doubled haploids, but also aneuploids and mixoploids (LUKJANJUK & IGNATOVA 1986; OLESZCZUK *et al.* 2011).

A more “sophisticated” but, in some cases, also more efficient way is to regenerate haploid plants from *in vitro* cultured isolated microspores. First reports on the use of isolated microspore culture techniques in cereals have

been published in the eighties and nineties. The advantage of the isolated microspore cultures is a direct development of embryos, the ability to avoid the regeneration from somatic anther tissue and often higher regeneration efficiency (JÄHNE & LÖRZ 1995). Although numerous studies on cereals' androgenesis allow understanding the process better, there is still a lot of problems to solve, such as increasing the yield of DH lines, a large number of albino regenerants and a low percentage of spontaneous doubled haploids (LAURIE & SNAPE 1990).

Androgenesis has become a well-established method of double haploid production for commercially important cereals such as barley, rice wheat and triticale, but it is also used for recalcitrant cereals like rye and oat, as well as for other species from Poaceae family (MORDHOST & LÖRZ 1993; IMMONEN & ATILLA 1999; KONIECZNY *et al.* 2003; OLESZCZUK *et al.* 2004, 2006; EUDES & AMUNDSEN 2005; KIVIHARJU *et al.* 2005; ŽUR *et al.* 2008). It has to be noticed that homozygous progeny of double haploids can be used in heterosis breeding in order to establish new high yielding varieties (e.g. in rye breeding) and become at the moment often an important element in modern breeding programs such as the use of reverse breeding, tilling, genetically modified plants etc.

Genetic and morphological instability among microspore derived regenerants and their progeny are undesirable and such variations can disqualify material obtained in various stages of research and breeding. While genetic alterations can be easily recognized at the morphological level, non-genetic changes usually are difficult to observe. Such epigenetic source of variation can be beneficial for selection and can be identified with the help of modern methods of molecular biology and bioinformatics (OLESZCZUK *et al.* 2002; BEDNAREK *et al.* 2007).

Culture development and morphological observations

Androgenesis (Fig. 1) allows for tracking the early stages of embryo development starting from a single cell and later stages of development to a fully formed embryo, and

therefore is a convenient tool used in modern embryology. *In vitro* culture of anthers or isolated microspores is possible due to induced change in developmental pathway of microspores from gametophytic to sporophytic one. The process begins with a microspore's nucleus division phase. Some nuclei fuse with each other giving rise to diploid cells. During the next stage of microspore embryogenesis repeated divisions, inside of the former microspores wall – sporoderm, occur. After bursting of the microspores' wall, proembryos develop from cell clusters. Proembryos subsequently become fully developed coleoptilar embryos. They contain all organs typical for cereal embryos and that is why they can subsequently germinate into normal plantlets. This regeneration system makes it possible to study the developmental pathway of plant embryo at morphological as well as at biochemical level. Development of androgenic embryos is similar to the normal zygotic embryogenesis in monocot species.

Final remarks

Due to its unique properties, *in vitro* cultures of microspores have enormous potential for various biotechnological applications such as the *in vitro* selection and mutagenesis. They may also be used to generate transgenic plants with desirable properties and to stabilize transformed lines (KUMLEHN *et al.* 2006) and to create genetic maps for plant species and particular agronomic traits (TANHUANPÄÄ *et al.* 2012). Moreover, microspore cultures can be a source of protoplasts, cell suspensions and "nurse" cultures for other cells.

In addition to practical applications in breeding and embryology, which was already mentioned, we want to recommend here, homozygous lines for use in any type of research, as they provide genetic and phenotypic uniformity of plant populations.

References

- BALLA K., KARSA I., KISS T., BENCZE S., BEDÓ Z., VEISZ Ö. 2012. Productivity of a doubled haploid winter wheat population under heat stress. *Cent. Eur. J. Biol.* 7 (6): 1084–1091. DOI: 10.2478/s11535-012-0097-1

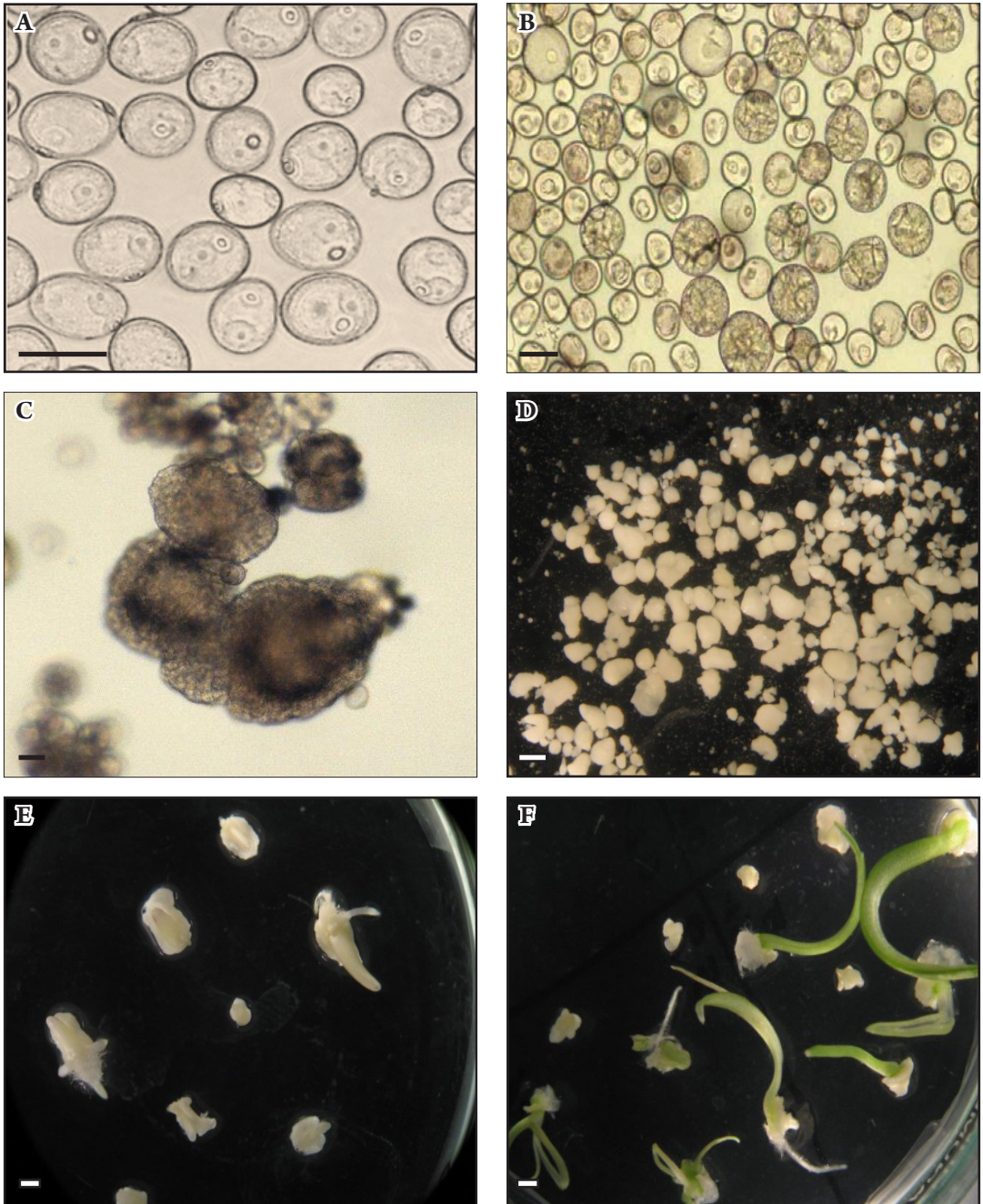


Fig. 1 Androgenesis induced from isolated microspores of triticale: **A** – isolated microspores; **B** – first divisions of microspores; **C** – proembryonic clusters of cells; **D** – proembryos; **E** – germinating embryos on regeneration medium; **F** – microspore derived plantlets. For **A-C** bar represents 20 μm , for **D-F** – 1000 μm .

- BEDNAREK P.T., ORŁOWSKA R., KOEBNER R., ZIMNY J. 2007.** Quantification of the tissue-culture induced variation in barley (*Hordeum vulgare* L.). *BMC Plant Biol.* **7**: 10.
- BERNARD M., BERNARD S., BONHOMME H., FAURIE C., GAY G., JESTIN L. 1986.** Triticale research and breeding programmes in France: recent developments. In: GUEDES-PINTO H., DARVEY N., CARNIDE V.P. (eds), Triticale: today and tomorrow: 643–647. Kluwer, Dordrecht.
- CHARMET G.C., BERNARD S., BERNARD M. 1986.** Origin of aneuploid plants obtained by anther culture in triticales. *Can. J. Genet. Cytol.* **28**: 444–452.
- EUDES F., AMUNDSEN E. 2005.** Isolated microspore culture of Canadian 6× triticales cultivars. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* **82**: 233–241.
- GONZÁLEZ J.M., JOUVE N. 2000.** Improvement of anther culture media for haploid production in triticales. *Cereal Res. Commun.* **28**: 1–2.
- GONZÁLEZ J.M., JOUVE N. 2005.** Microspore development during in vitro androgenesis in triticales. *Biol. Plant.* **49**: 23–28.
- GUHA S., MAHESHWARI S.G. 1964.** In vitro production of embryos from anthers of *Datura*. *Nature* **204**: 497. DOI: 10.1038/204497a0
- IMMONEN S., ANITILA H. 1999.** Cold pretreatment to enhance green plant regeneration from rye anther culture. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* **57**: 121–127
- IMMONEN S., ROBINSON J. 2000.** Stress treatments and ficoll for improving green plant regeneration in triticales anther culture. *Plant Sci.* **150**: 77–84.
- JÄHNE A., LÖRZ H. 1995.** Cereal microspore culture. *Plant Sci.* **190**: 1–12.
- KIVIHARJU E., MOISANDER S., LAURILA J. 2005.** Improved green plant regeneration rates from anther culture and agronomic performance of some DH lines. *Plant Cell, Tiss. Org. Cult.* **81**: 1–9.
- KONIECZNY R., CZAPLICKI A.Z., GOLCZYK H., PRZYWARA L. 2003.** Two pathways of plant regeneration in wheat anther culture. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* **73**: 177–187.
- KUMLEHN J., SERAZETDINOVA L., HENSEL G., BECKER D., LÖRZ H. 2006.** Genetic transformation of barley (*Hordeum vulgare* L.) via infection of androgenetic pollen cultures with *Agrobacterium tumefaciens*. *Plant Biotechnol. J.* **4**: 251–261.
- LAURIE D.A., SNAPE J.W. 1990.** The agronomic performance of wheat doubled haploid lines derived from wheat × maize crosses. *Theor. Appl. Genet.* **79** (6): 813–816. DOI: 10.1007/BF00224250
- LUKJANJUK S., IGNATOVA S. 1986.** Triticale: production of haploid and homozygous plants. *Biotechnol. Agric. For.* **2**: 530–543.
- MORDHORST A.P., LÖRZ H. 1993.** Embryogenesis and development of isolated barley (*Hordeum vulgare* L.) microspores are influenced by the amount and composition of nitrogen sources in culture media. *Plant Physiol.* **142**: 485–492.
- OLESZCZUK S., ZIMNY J., BEDNAREK P. 2002.** The application of the AFLP method to determine the purity of homozygous plants of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Cell Mol. Biol. Lett.* **7**: 777–783.
- OLESZCZUK S., SOWA S., ZIMNY J. 2004.** Direct embryogenesis and green plant regeneration from isolated microspores of hexaploid triticales (× *Triticosecale* Wittmack) cv. *Bogo*. *Plant Cell. Rep.* **22**: 885–893.
- OLESZCZUK S., SOWA S., ZIMNY J. 2006.** Androgenic response to pre-culture stress in the microspore cultures of barley. *Protoplasma* **228** (1-3): 95–100.
- OLESZCZUK S., RABIZA-SWIDER J., ZIMNY J., LUKASZEWSKI A.J. 2011.** Aneuploidy among androgenic progeny of hexaploid triticales (× *Triticosecale* Wittmack). *Plant Cell Rep.* **30** (4): 575–586. DOI: 10.1007/s00299-010-0971
- ŚLUSARKIEWICZ-JARZINA A., PONITKA A. 2003.** Efficient production of spontaneous and induced doubled haploid triticales plants derived from anther culture. *Cereal Res. Commun.* **31**: 3–4.
- TANHUANPÄÄ P., MANNINEN O., BEATTIE A., ECKSTEIN P., SCOLES G., ROSSNAGEL B., KIVIHARJU E. 2012.** An updated doubled haploid oat linkage map and QTL mapping of agronomic and grain quality traits from Canadian field trials. *Genome* **55** (4): 289–301.
- TOURAEV A., INDRIANTO A., WRATSCHKO I., VICENTE O., HEBERLE-BORS E. 1996.** Efficient microspore embryogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.) induced by starvation at high temperature. *Sex. Plant Reprod.* **9** (4): 209–215.
- ŽUR I., DUBAS E., GOLEMIEC E., SZECHYŃSKA-HEBDA M., JANOWIAK F., WĘDZONY M. 2008.** Stress-induced changes important for effective androgenic induction in isolated microspore culture of triticales (× *Triticosecale* Wittm.). *Plant Cell, Tiss. Org. Cult.* **94**: 319–328.



VARIABILITY OF CARYOPSIS IN AVENA AMPHIPLOIDS – A MICROSTRUCTURAL APPROACH

PAULINA TOMASZEWSKA

Abstract. The research on microstructure of caryopsis in selected species and interspecific amphiploids of the genus *Avena* was conducted. We were concentrated on morphological and anatomical analysis of the endosperm, in particular aleurone layer. On this basis, a number of developmental and mutational disorders of this tissue have been identified. Additionally, the tissues located in the crease of caryopsis: vascular bundle, pigment strand and nucellar projection, were analyzed. In amphiploids, a large variability of transfer tissues in caryopsis was observed. Patterns of variation of amphiploids were compared to that described in parental species by numerical taxonomy methods.

Key words: *Avena*, amphiploids, caryopsis, endosperm, microstructure

Plant Speciation Group, Institute of Experimental Biology, University of Wrocław, 6/8 Kanonia, 50-328 Wrocław, Poland; ptomaszewska@interia.eu

Analysis of endosperm is of particular importance due to the fact that this tissue plays an important role both as food and feed. It is associated with large content of starch, proteins and lipids in its cells. Endosperm of oats is an especially interesting object of investigation because there are many examples of instability of this tissue (KOSINA & TOMASZEWSKA 2010, 2011; RUTISHAUSER & LA COUR 1956). Hybrid stress in young amphiploids plays an enormous role and it can induce the growth of transposons activity (MCCLINTOCK 1938). The stress also affects the occurrence of mitotic recombination, which is effective with different kinds of genetic mutations (BECRAFT & ASUNCION-CRABB 2000; BECRAFT *et al.* 2002; KOSINA 2007). Additionally, the differences in degree of expression of parental genomes may also be significant (EHLNFELD & ORITZ 1995; JOHNSON & HANNEMAN 1999). Furthermore, transfer tissues localized in the crease of caryopsis are important in the supply of assimilates into developing endosperm. Such knowledge prompted us to conduct microstructural analysis of the endosperm and crease in some amphiploids of oats.

The above-mentioned research is based on plant material composed of selected interspecific amphiploids of the genus *Avena*. These hybrids

are distinguished by the composition of genomes and patterns of inheritance of morphological traits. Moreover, parental species were included in the study. Observations of isolated aleurone layers and transverse sections of the caryopsis were made. It appeared that the spatial arrangement of prismatic and cylindrical starch cells was highly variable in the species as well as in the oat amphiploids. In the youngest tissue of endosperm – aleurone layer we affirmed the mosaics of mutational or developmental nature associated with the variability of cell cycle length and the synthesis of hemicelluloses in the cell walls. The cytological status of aleurone layer was also diversified because of occurrence of macrovacuoles as well as different content of lipids, proteins and globoids in the cells. The analysis of the surface of aleurone layer allowed revealing the presence of starchy cells in that layer. The expression of starchy phenotype was observed as a single event or in the complex of sister cells. We believe that the sister cells' mosaic is caused by a somatic crossing-over.

The general pattern of the studied tissue is determined by relation between prismatic and isodiametric endosperm, presence of cellular clones, periclinal and anticlinal divisions and preference in development of high-protein subaleurone layer. In amphiploids, a regular

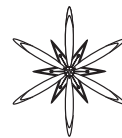
form of endosperm is disrupted by the creation of acellular and cellular domains of various structures. Intrusive growth of aleurone cells into the starch endosperm is one of the most interesting phenomena, especially in amphiploids.

We were also concentrated on the study of transfer tissues localized in the crease of caryopsis. The research revealed that vascular bundles are differentiated by the number of xylem vessels. Amphiploids and parental species show distinct variation in this trait.

The preliminary analysis of this material revealed that endosperm is characterized by considerable cytogenetic instability. According to our investigation, morphological and anatomical anomalies in endosperm are distinctly related to qualitative and quantitative cytogenetic changes.

References

- 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., ORITZ R. 1995.** Evidence on the nature and origins of endosperm dosage requirements in *Solanum* and other angiosperm genera. *Sex. Plant Reprod.* **8**: 189–196.
- JOHNSON S.A., HANNEMAN R.E., JR. 1999.** The nature of genetic control of endosperm balance number based on aneuploid analysis of *Datura*. *Sex. Plant Reprod.* **12**: 71–75.
- 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., TOMASZEWSKA P. 2010.** Microstructure of endosperm in some intergeneric amphiploids and their parental species of the Triticeae tribe. *Annual Wheat Newsletter* **56**: 200–201, <http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/awn/>
- 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.
- MCCLINTOCK B. 1938.** The production of homozygous deficient tissues with mutant characteristics by means of the aberrant mitotic behavior of ring-shaped chromosomes. *Genetics* **23**: 315–376.
- RUTISHAUSER A., LA COUR L.F. 1956.** Spontaneous chromosome breakage in hybrid endosperms. *Chromosoma* **8**: 317–340.



INTERNAL SECRETORY STRUCTURES IN STEMS OF *SILPHIUM PERFOLIATUM* L.

ANETA SULBORSKA

Key words: *Silphium perfoliatum*, stem, secretory reservoirs

Department of Botany, University of Life Sciences in Lublin, 15 Akademicka, 20-950 Lublin; aneta.sulborska@up.lublin.pl

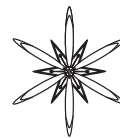
Silphium perfoliatum L. (Asteraceae) is a North American perennial used as a medicinal, fodder, honey-bearing, and ornamental plant as well as for remediation of degraded soils.

The location and structure of secretory reservoirs in the stem were examined with the use of light microscopy in cup plant stems. The stems were analysed at various heights (0-2 cm above the root collar, ½ of the stem length, and 0-2 cm below the stem apex/inflorescence) and in three vegetation phases (vegetative phase, full bloom, withering). The plants belonged to the collection of the Department of Vegetable Crops and Medicinal Plants of the University of Life Sciences in Lublin.

It was found that the secretory canals formed two rings: an external ring situated at the height of sclerenchymatous sheaths and bundle phloem, and the internal ring located in an immediate proximity of the xylem. Two external secretory reservoirs, one on each side of the bundle, were present at larger bundles. No internal reservoirs were formed in the proximity of these bundles. At smaller bundles, there were reservoirs of the internal verticil, but there were no external reservoirs. The canals of the external verticil (23-29) were more numerous than in

the internal verticil (17-19). In both cases, the largest number of reservoirs was observed at half the length of the stem, and the lowest number was in the apical part. The less numerous internal canals were larger in comparison with the external reservoirs. Depending on the plant developmental stage and location in the stem, the diameter of the external ring canals was 49-91 µm in cross section, and that of the canals of the internal verticil was 52-101 µm. The analysis of the different vegetation phases in the cup plant demonstrated that the canals had the largest diameters and were the most abundant in the withering phase.

The canals evolved through gradual separation of cells (of schizogenous origin). In the cross section they exhibited a nearly circular or oval shape; in the longitudinal section they formed long, continuous canals extending along the organ, i.e. they were ducts *s.str.* In young stems, the canals were surrounded by a single-layered epithelium, which underwent divisions that were tangential to the stem circumference, thereby forming successive layers of glandular tissue. In mature shoots, the reservoirs were surrounded by a 1-3-layered epithelium with dense cytoplasm and numerous plastids.



STEM MORPHOLOGY OF THE *SIDA HERMAPHRODITA* (L.) RUSBY (MALVACEAE)

ANNA KASPRZYK*, AGATA LESZCZUK, MARCIN DOMACIUK, EWA SZCZUKA

Key words: *Sida hermaphrodita*, stem, morphology

Department of Plant Anatomy and Cytology, Institute of Biology and Biochemistry UMCS, Akademicka 19, 20-033 Lublin, Poland; * anna_kasprzyk@poczta.onet.pl

Sida hermaphrodita (L.) Rusby (Malvaceae) (Virginia Mallow or Virginia Fanpetals) is a tall perennial herb of the mallow family. The plant height varies from 1 m to even 4.5 m (usually up to 3 m). It has deeply lobed, toothed, maple-like leaves with significantly elongated lobe tips.

The inflorescence produces clusters of white flowers from August to October (or even longer, until the beginning of first frost) in the area of origin and from June to first frost in Poland. Seeds are shed throughout the winter and germinate in early spring. *S. hermaphrodita* originates from southeastern parts of Northern America, where it naturally grows in moist riverine habitats.

The habitat of this species is consistent with other presumed native occurrences elsewhere and because of this the species is not common in nature and moreover, it is not grown agriculturally and horticulturally in North America. The plant was brought to Europe in the 1930's and first introduced in Ukraine, and then in the 1950's – in Poland.

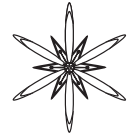
The observations of the structure of sections or crushed pieces of a 1 cm thick stem were conducted previously under light, Nomarski contrast, confocal LSM, and SEM microscopes (MAZURKIEWICZ *et al.* 2012). The authors described the characteristics of the particular tissues and cells of the *S. hermaphrodita* stem. Due to the interest in the industrial and energetic use of this species, the characteristic features of

the anatomical structure of the *S. hermaphrodita* stem have recently been investigated lastly in detail (LESZCZUK *et al.* 2012).

The observations of the morphological structure of the stem under light, Nomarski contrast, and SEM microscopes revealed that depending on the height, the morphology of the stem changed significantly. The thinner, upper part of the stem is covered with trichomes located dense enough to form an almost continuous layer. The lower parts of the stem become thicker and lose trichomes and stomata. The observations presented in this abstract were focused on the atypical sculpture of the surface of *S. hermaphrodita* stem.

References

- LESZCZUK A., KASPRZYK A., STANISŁAWEK K., SZCZUKA E. 2012. The characteristic features of structure of the stem of *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby (Malvaceae). *Innovative storage technology for horticultural crops (Proc. Internat. Conf., Skierniewice, 20-21 November 2012)*: 20.
- MAZURKIEWICZ I., STANISŁAWEK K., CHLEBIJ K., LESZCZUK A., WYDRYCH J., DZIADCZYK E., DOMACIUK M., WŁOCH W., WILCZEK A., SZCZUKA E., BEDNARA J. 2012. Tissues and cells of the stem of *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby (Malvaceae). *Roślina – źródło materiału badawczego. Plant – the source of research material (Proc. II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa, Lublin, 18-20 October 2012)*: 249.



MULTICELLULAR ARCHESPORIUM IN THREE CULTIVARS OF STRAWBERRY (*FRAGARIA* × *ANANASSA* (WESTON) DUCHESNE)

AGATA LESZCZUK*, M. DOMACIUK, E. DZIADCZYK, A. OŚWIECIŃSKA, E. SZCZUKA

Key words: *Fragaria × ananassa*, flower, ovule, archesporium

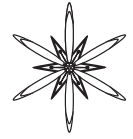
Department of Plant Anatomy and Cytology, Maria Curie-Skłodowska University, Akademicka 19, 20-033 Lublin, Poland; *agaleszczuk@gmail.com

The object of the research was strawberry (*Fragaria × ananassa* (Weston) Duchesne) commonly cultivated in the area of Lublin Voivodeship (Poland). Three different cultivars of this species viz 'Senga Sengana', 'Selva' and 'Mount Everest' were investigated with the aim to characterise ovule development in strawberry. Special attention was paid to the formation of the archesporium.

With this aim, fresh flower buds were collected at different developmental stages and fixed them in Navashin fixative (formalin, acetic acid, chromic acid – 3:3:0.5). After preparing paraffin sections (6-8 µm thick) (following the standard paraffin method procedure) the material was stained with aqueous solutions of 1% Safranin-O and ethanol solution of 0,5% Light Green. The stages of ovule development were observed under a Nikon Optiphot II optical microscope.

The data obtained shows that in the three investigated strawberry cultivars the nucelli formation starts in the differentiating ovules

located at the surface of the overgrown receptacle. Longitudinal sections of crassinucellar strawberry ovules on the early stages of development revealed that the most characteristic feature is the formation of a multicellular archesporium. It begins very often from at least two cells which are much larger than the other nucellus cells. These cells are derived in the result of longitudinal division of the original archesporial cell. After series of divisions along the long axis in each archesporial cells, the number of archesporial cells increases and multicellular archesporium arises. Archesporial cells are often surrounded by elongated, lens-shaped nucellus cells. At that time, the nucellus in strawberry ovules is composed of epidermal and subepidermal layers and inner integument is developed at the base of the differentiating nucellus. The investigated cultivars differ markedly in the number of the cells building the archesporium, the number of the archesporial cells which degenerate, and the further modes of female gametophyte development.



ARABINO GALACTAN PROTEINS IN PLANTS

EWA SZCZUKA^{1*}, B. CHUDZIK², A. LESZCZUK¹

Key words: AGP, function, distribution

¹ Department of Plant Anatomy and Cytology, Maria Curie-Skłodowska University, 19 Akademicka, 20-033 Lublin, Poland;

* ewa.szczuka@poczta.umcs.lublin.pl

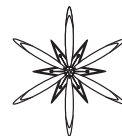
² Department of Cell Biology, Maria Curie-Skłodowska University, 19 Akademicka, 20-033 Lublin, Poland

AGPs (arabinogalactan-proteins) are the major constituent of arabic gum and have been used as emulsifiers and stabilizing agents. They are also one of the most abundant and heterogeneous class forming a large family of proteoglycans that sculpt the surface not only of plant but also of all eukaryotic cells. Undoubtedly, AGPs appear in numerous biological processes, playing diverse functions. Despite their abundance in nature and industrial utility, the *in vivo* function(s) of AGPs still remains unclear or even unknown.

AGPs are commonly distributed in different plant organs and probably participate in all aspects of plant growth and development including reproduction (e.g. they are present in the stigma including stigma exudates, and in transmitting tissues in styles, pollen grains, and pollen tubes. The functions and evident involvement of AGPs in sexual plant reproduction in a few plant species as *Actinidia deliciosa* (A.Chev.) C.F.Liang & A.R.Ferguson, *Amaranthus hypochondriacus* L., *Catharanthus roseus* (L.) G.Don, *Lolium perenne* L. and *Larix decidua* Mill. are known from literature. The localization of two kinds of AGP epitopes, recognized by the JIM8 and JIM13 mAbs, in anatomically different ovules revealed some differences in spatial localization of these epitopes in ovules of monocots

Galanthus nivalis L. and *Galtonia candicans* (Baker) Decne. and dicots like *Oenothera* species and *Sinapis alba* L. A detailed study of the localization of AGPs in egg cells, zygotes, including the zygote division stage, and in two-celled proembryos in *Nicotiana tabacum* L. prompts consideration of the necessity of their presence in the very early steps of ontogenesis.

The selective labeling obtained with AGP mAbs JIM8, JIM13, MAC207, and LM2 during *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. development suggests that some AGPs can be regarded as molecular markers for gametophytic cell differentiation. Moreover, the results show evident differences in the distribution of specific AGP epitopes during both anther and ovule development. Previously, immunolocalization of AGPs (and pectins) was performed in *Actinidia deliciosa* pollen. The *in vitro* growing pollen tube in *Arabidopsis thaliana*, labeled by MAC207 monoclonal antibody, showed evident presence of AGP all over the pollen tube wall. The use of the immunogold method and the TEM facilitated immunodetection of the AGP epitopes that bind JIM13, JIM8, and LM2 antibodies during pollen exine formation in *Beta vulgaris* L. These literature data will be the background for presenting the author's recent achievements concerning investigations of AGPs.



THE ECOTOPE INFLUENCE ON ANATOMO-MORPHOLOGICAL FEATURES OF *ASTER AMELLUS* L.

NATALIA A. LEONOVA

Abstract. The article regarded to *Aster amellus* – rare species within floristic complex of the Penza region. It is listed in the Red Book of the Penza region. The correlation was revealed between the anatomical and morphological plant structure and the environmental conditions of its habitat.

Key words: *Aster amellus*, ecotope, forest, steppe, anatomy, morphology

Penza State University, 40 Red str., Penza, 440026, Russia; na_leonova@mail.ru

Occurrence of *Aster amellus* L. in Penza region is noted both for the forest and steppe communities (IVANOV *et al.* 2002). The study of the species on the individual level allows using the received data on its vital state in the community for environment phytoindication and monitoring. In the Penza region *A. amellus* is quite rare and is a summer-green short-rhizome perennial with flowers ranging from light blue to blue-purple. The plants growing in the steppe and in the forest formations on the territory of the reserve “Volga forest-steppe” plot “Kuncherovskaya forest-steppe” were taken for analysis. Instances were collected during the flowering period (in July) and have about the same ontogenetic age. As the differential characteristics were used: length, diameter and number of shoots; length, width and number of assimilating leaves; diameter and number of inflorescences. 163 plants from the steppe ecotope and 37 plants from the forest ecotope were collected and analyzed further.

For investigations on leaf anatomy *A. amellus* took up already formed mature third leaves from the plants, to study stem anatomical structure of stem the internodes was taken between the third and fourth leaves. Preparation of sections and microscopy was carried out due to standard methods (NAUMOV & KOZLOV 1954; PROZINA 1960). As a result about 30 microslides were prepared. All the data were processed and subjected statistically (ZAITSEV 1984) what allows to confirm the accuracy of results.

Study of the influence of abiotic factors on the parameters of aster plants were performed on the model sites, laid in two formations: the steppe and forest (marge) in number of 29 and 6, respectively. Geobotanical descriptions have been completed by MIRKIN *et al.* 2001. Further these descriptions have been processed on the environmental scales by TSYGANOV (1983), using a special computer software (ZAUGOLNOVA *et al.* 1996) to assess the major environmental parameters.

In steppe formation *A. amellus* has found in the association of meadow steppe with dominated species *Bromopsis riparia* (Rehm.) Holub, *Stipa pennata* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Galium verum* L., *Inula hirta* L. and other. In the forest *A. amellus* is associated with meadows, forest edges with a very rarefied tree cover of birch or pine. In the grass cover there are dominated *Bromopsis riparia*, *Glechoma hederacea* L., *Dactylis glomerata* L., *Carex montana* L., *Trifolium montanum* L., *Trifolium alpestre* L., *Veronica chamaedrys* L., *Geranium sanguineum* L.

Ecological conditions analysis showed that ecotopes have similar, nearly overlapping, ranges of ecological conditions (Tab. 1). Most significantly they differ only in the richness of the soil with nitrogen and the degree of hydration. In this case, the scale of light – shading both habitats are well-lit habitats: the half-open (shrub ecological suite) – forest formations, and to intermediate between the types of open and

Table 1. Environmental assessment of investigated locations.

Locations	Values	Ecological factors					
		Hd	Tr	Nt	Rc	Lc	fH
Forest	Min	10	7	5	7	3	6
	Max	12,5	8	5.5	9	3.5	7
	Mean	11	7.5	5.17	7.83	3.17	6.67
Steppe	Min	8	6	2.5	7	2	5
	Max	10	10.5	4	10	3.5	7
	Mean	9,91	7.22	3.14	8.03	2.16	6.52

semi-open spaces – steppe formation (sublight, glade suite).

Analysis of the vegetative organs structure of *A. amellus* in different formations revealed several differences. Stems of *A. amellus* growing in the forest formation were green, upright, rounded in outline, downy with short straight hairs, woody at base; while the stems from the steppe formations – well branched with less leaves in the bottom, often the lower leaves turn yellow and die off quickly. The lower part of the stem is reddish in color.

Shoots of forest plant were almost 2 times higher than the steppe ones (49.96 ± 2.94 and 28.3 ± 0.92 cm respectively), and had smaller diameter at the level of hypocotyl (0.20 ± 0.02 and 0.14 ± 0.01 cm respectively); they also develop fewer assimilating leaves (on average 13 and 16 respectively). Thus, length of internodes in plants of steppe formations was much smaller than in forest examples.

Leaves sessile, leaf arrangement is alternate. Leaves of the plants of steppe ecotope form an acute angle with the stem. In contrast, the leaves of the plants from the forest ecotope show opposite regularity. In plants of different formations leaves vary in size and shape: in forest areas leaves are large (the average length of the leaves along the shoot ranges from 8.06 to 2.41 cm, width – 1.38 to 0.53 cm), round-lanceolate, sharply tapered base, with pointed tip, entire. While the plants from the steppe have leaves with length from 4.83 to 2.17 cm and width – from 0.9 to 0.43 cm, linear-lanceolate, with narrowed base, with toothed-pointed tip, with rare teeth on the edges.

In the axils of the upper assimilating leaves

usually lay buds enrichment (1 in plants forest formation and 1-7 – in steppe formation), and are developing well branched enrichment shoot, which ends baskets: the more numerous and larger in forest plants (8-9, with average diameter 4 cm) than in the steppe plants (5-6, and 2,5 cm respectively).

Analysis of the anatomical structure of vegetative organs of *A. amellus* showed that stem of the plants rounded in cross section, with several protrusion areas over differentiated vascular bundles, has a small number of live protective hairs formed by 4-6 cells.

The stem is covered with single-layered epidermis, the cells of which are small (in plants from steppe formations they are smaller than those of forest plants), of isodiametric type with unevenly thickened walls. Thickening exposed external tangential and radial cellular walls, internal tangentially walls less thickened compared with external tangential walls. Epidermal cells produce the cuticle outside. Protoplasts of live epidermal cells contain a small amount of chloroplasts. The epidermis has anomocytic stomata, closing cells are slightly above the cells of the epidermis. The number of stomata in plants from steppe ecotope is larger.

Under the epidermis in plants from forest formation is the primary cortex of 2-4 layers, parenchymal cells are relatively small, and contain chloroplasts. Primary cortex interrupted by angled collenchyma located above the vascular bundles as separate fragmented groups. Cortical parenchyma is gradually moving into the parenchyma stele. Endodermis is not expressed.

Under the epidermis of the plants from steppe formations primary cortex consists of 2-3 layers of parenchyma cells (some of them have small sizes) and the bottom layer of the primary cortex. Toward the stem center large thin-walled cells are located, they can be ruptured and form lenticular air cavities, which have been not observed in shoots of forest ecotope. Primary cortex has angled collenchyma. There were observed greatest number of vascular bundles.

Pericycle, separating the stele from the cortex, is presented with parenchymal cells of larger size than the parenchymal cells of the cortex and sclerenchyma. Stele is built by open collateral bundles (strongly elongated in plants steppe formations), the size and number of which exceeds those in plants from forest ecotope (of 11-15 and 10-13 bundles respectively).

Vascular bundles contain mostly secondary xylem with libriform fibers; its volume is more significant in plants of forest ecotope. Vessels are scattered throughout the secondary xylem evenly, a large number of vessels forms during the spring growth. Xylem parenchyma is weak, and mostly confined to the interfascicular part of the xylem. Due to the vigorous activity of the cambium xylem merges into a single concentric ring. Primary xylem is adjacent to the core.

Phloem in vascular bundle is less developed in comparison to the xylem. Its volume in stems of forest plants is about 1/8-1/10 of xylem volume, while in the steppe plants – 1/12-1/14. In the phloem are located thin-walled small elements: sieve tubes and phloem parenchyma. Phloem is located only in the area of vascular bundle; between the bundles at the level of phloem parenchyma is located.

The central position in the stem has the core, its parenchymal cells increase in the size centripetally. Core parenchyma has well-developed intercellular spaces and occupies about 36% of the total area of the stem transverse in the plants of forest formation, and about 23% – in the plants of the steppe formation.

Leaves of *A. amellus* growing in forest ecotope are evidently dorsiventral. They are covered with a single layer of the epidermis. Upper epidermal cells are larger than the

lower. Both sides have hairs. Upper epidermis has stomata of anomocytic type. Mesophyll differentiated into columnar and spongy tissue. Columnar mesophyll cells are adjacent to the upper epidermis in a single layer, tightly folded; its length is greater than the diameter. The lower epidermis of the leaf is adjacent to spongy mesophyll containing a significant amount of intercellular spaces (3-4 layers). Vascular tissue is represented with bundles of midrib and ribs of lateral position. Bundles are of collateral type and sharply protrude from the bottom of the leaf. Vessels in xylem are well-developed, while the mechanical elements are worse presented here. In the phloem are well represented bast fibers, in contrast to the vascular bundle of the stem. In the midrib mesophyll interrupted above and below the parenchyma and collenchyma. Lateral ribs are less developed and do not reach the cells of epidermises.

Leaves are equifacial – columnar mesophyll occurs both at the lower and the upper sides of the blades. The cells of both layers densely adjoin to each other indicating that there is sufficient light on both sides of the blade. However, at the top of the leaves from steppe plants columnar mesophyll forms two layers of cells, and the bottom – only one. In the center, between two rows of columnar mesophyll is located spongy mesophyll with large intercellular spaces.

Thus, different types of growth ecological conditions have caused essential changes in anatomical and morphological parameters of *A. amellus*. Plants in steppe formations have more expressed xeromorphic structure, the smaller shoots and internodes, as well as equifacial narrow leaves with increased number of stomata and thick cuticle.

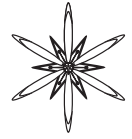
References

- MIRKIN B.M., NAUMOVA L.G., SOLOMESHCH A.I. 2001.** The modern science of vegetation. Logos, Moscow.
- NAUMOV N.A., KOZLOV V.E. 1954.** Fundamentals botanical mikrotehnika. Moscow.
- PROZINA M.N. 1960.** Botanical mikrotehnika. Vischaja shkola, Moscow.
- IVANOV A.I., NOVIKOVA L.A., CHISTIANKOVA A.A. et al. 2002.** Red Book of the Penza region. Vol. 1 Plants and fungi. Penza truth, Penza.

TSYGANOV D.N. 1983. Phytoindication ecological regimes in mixed coniferous and deciduous forests. Nauka, Moscow.

ZAITSEV G.N. 1984. Mathematical Statistics in Experimental Botany. Nauka, Moscow.

ZAUGOLNOVA L.B., HANINA L.G., KOMAROV A.S. 1995. Information and analysis system to assess the state of successional forest communities. PSC, Pushchino.



USEFULNESS OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS IN DETERMINATION OF INTRA- AND INTERSPECIFIC DIVERSITY OF VIOLETS (*VIOLA* L., VIOLACEAE)

GRZEGORZ MIGDAŁEK^{1,3*}, MONIKA JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA², ADAM ROSTAŃSKI², ANETA SŁOMKA¹, ELŻBIETA KUTA¹

Key words: *Viola reichenbachiana*, *Viola riviniana*, *Viola tricolor*, morphological variability, hybrids, introgression, pollution, heavy metals

¹ Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University, 52 Grodzka str., 31-044 Cracow, Poland; *g.migdalek@uj.edu.pl

² Department of Plant Systematics, Silesian University, 28 Jagiellońska str., 40-032 Katowice, Poland

³ Institute of Biology, Pedagogical University of Cracow, 2 Podchorążych str., 30-084 Cracow, Poland

The genus *Viola* L. with more than 500 species is difficult taxonomic group due to great intraspecific morphological variability resulted from the influence of environmental conditions but also from hybridization. Interspecific hybrids form hybrid swarm or introgressants, therefore species discrimination still remains a problem in this genus. To analyze intra- and interspecific variability the species from two sections were studied. Intraspecific (intra- and interpopulation) differentiation were analyzed in *V. tricolor* L. (section *Melanium*) from non-polluted and polluted with heavy metals sites. Intra- and interspecific variability with the influence of hybridization were studied in *V. reichenbachiana* Jord. ex Boreau – *V. riviniana* Rchb. group (section *Viola*).

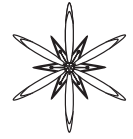
V. tricolor is a species very differentiated morphologically (intra- and interpopulation variability). It occupies metalliferous (Zn, Pb, Cd, Cu) and non-metalliferous sites in its geographic range. We analyzed morphological and anatomical features in metallicolous and non-metallicolous populations to determine the differences influenced by environmental conditions. In field observations, plants within both population types were quite variable, but interpopulation differences in some characters were evident (plant height, stem branching,

number of flowers per plant, hairiness of whole plant and leaf, leaf shape and color, petal color, plant height, spur length, seed length). Correspondence analysis (CA) based on a data matrix of 12 selected qualitative and quantitative characters indicated that in terms of morphological variation the metallicolous populations did not possess common characters separating them from the non-metallicolous populations (SŁOMKA *et al.* 2012).

V. reichenbachiana and *V. riviniana* are closely related species and due to a lack of prezygotic isolation mechanisms they hybridize in nature and easily produce interspecific hybrids and introgressive forms which occur sympatrically. Multivariate statistical analyses (MSA) based on 50 morphological characters of vegetative and generative organs showed significant differences between *V. reichenbachiana* and *V. riviniana* from non-polluted by heavy metals areas, high level of its intra- and interpopulational variability and the occurrence of interspecific hybrids. Plants from metal-polluted sites were very viable and formed a cluster of intermediate morphotypes between *V. reichenbachiana* and *V. riviniana* with some individuals included into *V. riviniana* range (MIGDAŁEK *et al.* 2013, in press).

References

- SŁOMKA A., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., ROSTAŃSKI A., KARCZ J., KAWALEC P., KUTA E. 2012.** Heavy metals in soil affect reproductive processes more than morphological characters in *Viola tricolor*. *Environ. Exp. Bot.* **75**: 204–211.
- MIGDAŁEK G., WOŹNIAK M., SŁOMKA A., GODZIK B., JĘDRZEJCZYK-KORYCIŃSKA M., ROSTAŃSKI A., BOTHE H., KUTA E. 2013.** Morphological differences between violets growing at heavy metal polluted and non-polluted sites. *Flora* **208** (2) (in print).



FLORAL STRUCTURE AND POLLEN MORPHOLOGY ARE IMPORTANT CHARACTERS IN TAXONOMY OF THE GENUS *VIOLA* (VIOLACEAE)

ANETA SŁOMKA^{1*}, JERZY BOHDANOWICZ², ELŻBIETA KUTA¹, LULEZIM SHUKA³,
HERMANN BOTHE⁴

Key words: *Viola*, flower, structure, style, stigma, nectaries, pollen, SEM

¹ Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University, 52 Grodzka str., 31-044 Cracow, Poland;
* a.slomka@iphils.uj.edu.pl

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

³ University of Tirana, Bulevardi ZOG I, Tirana, Albania

⁴ Botanical Institute, University of Cologne, 47b Zùlpicherstr., 50-923 Cologne, Germany

Flower structures, especially the shape of the pistil with stigma, stamen appendages (nectaries) and pollen heteromorphism are important diagnostic features in the genus *Viola* L. The style characters were crucial in the very early classifications of this genus (CLAUSEN 1927).

We analyzed in details, using scanning electron microscopy (SEM), the microstructural characters of generative organs (style and stigma, stamens with nectaries) and pollen in representatives of three sections (*Viola* L., *Melanium* Ging., *Dischidium* Ging.) occurring in Poland to get insights into the relatedness among far-related (different sections) and closely related (sub-sections within section) species.

There is a great difference in stigma micromorphology between sections. In the section *Viola* flowers have style beaked at the apex, glabrous or covered by papillae and/or hairs, depending of subsection. Monotypic section *Dischidium* with one species *V. biflora* L. characterizes 2-lobed stigma. Cup-shaped stigma with the hole on the top and a lip below, covered with papillae and hairs on its outer surface occurs in pansies of the section *Melanium*.

Pollen is highly heteromorphic (different pollen morphs, from three up to six apertures within one flower or even within one pollen sac) in the *Melanium* section and weakly

heteromorphic mainly with three apertures in diploids of *Viola* and *Dischidium* sections. This character is independent of the polyploidy in the *Melanium* but not in *Viola* section (DAJOZ 1999).

The flower micromorphological characters are also useful in reconstruction of closely related species origin. Based on stigma and nectaries features, two zinc violets are more similar to the alpine *V. lutea*, than to *V. tricolor*, indicated also as the ancestor (KUTA *et al.* 2012).

Acknowledgements

This work was funded by the Polish Ministry of Science and Higher Education (project nos. 3935/B/P01/2009/36, IP2011 050471) and the manuscript was prepared with personal financial support for Aneta Słomka from Polish Science Foundation.

References

- CLAUSEN J. 1927. Chromosome number and the relationship of species in the genus *Viola*. *Ann. Bot.* **41**: 678–714.
- DAJOZ I. 1999. The distribution of pollen heteromorphism in *Viola*: possible role of ploidy variations and pollination ecology. *Evol. Ecol. Res.* **1**: 97–109.
- KUTA E., BOHDANOWICZ J., SŁOMKA A., PILARSKA M., BOTHE H. 2012. Floral structure and pollen morphology of two zinc violets (*Viola lutea* ssp. *calaminaria* and *V. lutea* ssp. *westfalica*) indicate their taxonomic affinity to *Viola lutea*. *Plant Syst. Evol.* **298**: 445–455.



ECOLOGY AND MORPHOLOGY OF THE FLOWERS OF *HEPATICA NOBILIS* SCHREB. (RANUNCULACEAE)

BEATA ŻURAW^{1*}, KRYSZYNA RYSIAK^{2**}, GRAŻYNA SZYMCZAK^{2***}

Abstract. The study was conducted in the years 2009-2010 in the UMCS Botanical Garden in Lublin. The observations involved the flowering time and the seasonal and diurnal dynamics of flowering and pollen production in flowers of the liverleaf (*Hepatica nobilis* Schreb.) from the family Ranunculaceae. The liverleaf begins blooming in early March and the full bloom occurs at the end of March and beginning of April. All-day observations demonstrated that the flowers opened between 8 am and 3 pm, and pollen was released from the anthers between 10 am and 4 pm. The mean weight of pollen produced by 10 liverleaf flowers was estimated at 7.4 mg (1.85 mg/100 stamens). An impact of the weather on the flowering period as well as the seasonal and diurnal dynamics of flowering was observed. Among insect pollinators, the honeybee dominated with a density of 4 individuals per 1m² of a flowerbed that contained 74 open flowers on average.

Key words: *Hepatica nobilis*, flower, morphology, ecology, flowering rate

¹ Department of Botany, University of Life Sciences in Lublin, 15 Akademicka str., 20-950 Lublin, Poland; *beata.zuraw@up.lublin.pl

² Botanical Garden, Maria-Curie Skłodowska University in Lublin, 3 Sławinkowska str., 20-810 Lublin, Poland; **rysiakk@hektor.umcs.lublin.pl, ***grazyna.szymczak@poczta.umcs.lublin.pl

Introduction

Species belonging to the Ranunculaceae family are an important element in the Polish flora (SZWEJKOWSKA & SZWEJKOWSKI 1993, 2003). Their flowers can be a valuable source of pollen and nectar for many pollinators such as honey bees, bumble bees, flies (SZKLANOWSKA 1995; DENISOW & ANTOŃ 2012).

The liverleaf (*Hepatica nobilis* Schreb.) is one of the most valuable native representatives of this family (JASIEWICZ 1985; SZAFER *et al.* 1986). It occurs in almost all Europe, East Asia, and North America (CHLEBOWSKI & MYNETT 1995; GIBBONS & BROUGH 1995; ERHARDT *et al.* 2008; SZWEJKOWSKA & SZWEJKOWSKI 1993, 2003). In Poland *H. nobilis* grows across the lowlands in fertile deciduous forest, i.e. beech, hornbeam, and luminous oak forests (GRABOWSKA & KUBALA 2006; SZAFER *et al.* 1986; JASIEWICZ 1985).

In the classification of plant communities, the species is characteristic for the class (Cl.) *Quercu-Fagetea* (MATUSZKIEWICZ 2007). In the past *H. nobilis* was used for medicinal purposes.

Currently, it is cultivated as an ornamental plant being highly valued for its early flowering time, impressive flowers and foliage, health, and longevity (MOWSZOWICZ 1987; SZEWCZYK-TARANIEK 2012). Purple-coloured flowers with a diameter of 15-30 mm appear in early spring before leaf development. They have numerous spirally arranged pistils and stamens (SZAFER & WOJTUSIAKOWA 1969; MOWSZOWICZ 1983; SZAFER *et al.* 1986; AMANN 1997). They are representatives of pollen-bearing plants (LIPIŃSKI 2010).

The aim of the study was to assess the flowering period in the environment of Lublin and the diurnal and seasonal dynamics of flowering and to estimate the flowering abundance and decorative values of *H. nobilis*.

Material and methods

The observations were carried out in 2009 and 2010 in the UMCS Botanical Garden in Lublin. Specimens of the liverleaf (*H. nobilis*) growing on a steep south-eastern slope were investigated. The diurnal flowering dynamics

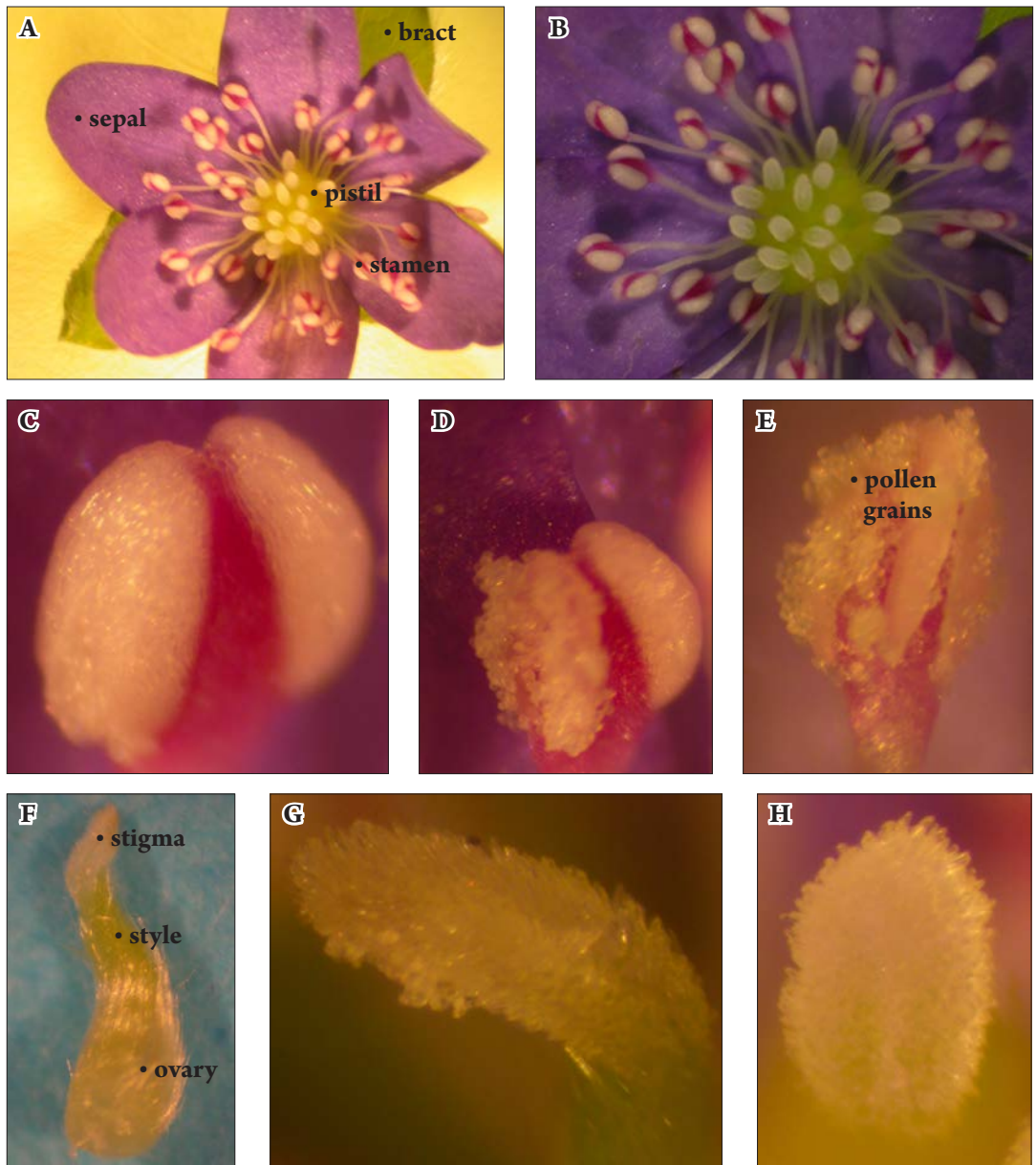


Fig. 1. Flower of *Hepatica nobilis*: **A, B** – common view; **C-E** – anther (subsequent stages of pollen release); **F** – pistil; **G, H** – stigma with elongated epidermal cells.

was assessed during three days of the full bloom period. The number of opened flowers was counted at 1-hr intervals between 7.00 am and 4.00 pm. Next, the percentage proportion of flowers that had opened within an hour to the number of all flowers opened during the whole day was calculated. The seasonal dynamics

of flower opening was studied for two years. Each day during the flowering period, opened buds were counted in a 1 m² plot and next their proportion to all opened flowers during the blooming season was calculated.

The characteristics of meteorological conditions prevailing during the present study

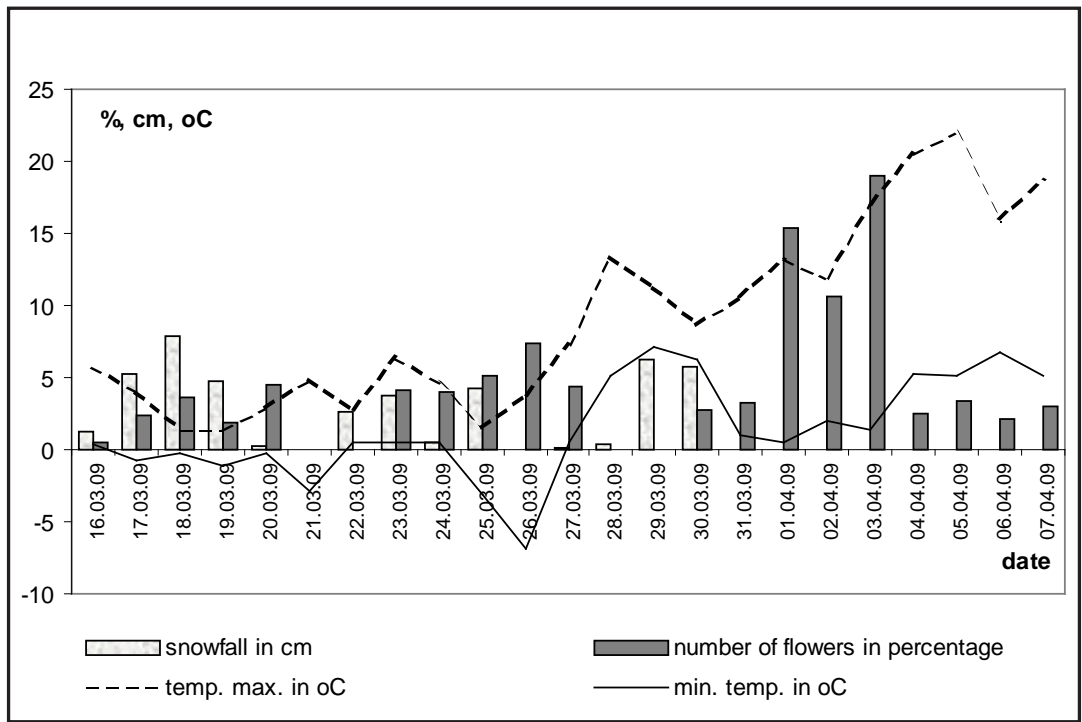


Fig. 2. The distribution of selected weather parameters and flowering rate of *Hepatica nobilis* in 2009.

were made based on the data obtained from the Weather Station of the Maria Curie-Skłodowska University located in the Botanical Garden.

Results and discussion

Morphology

H. nobilis forms an underground rhizome, which produces evergreen three-part leaves and short stalks with a single flower (SZEWCZYK-TARANIEK 2012). The plant reproduces by monospermous achenes. These fruits are equipped in a fat body – the elaiosome, which as a high-calorie attractant for ants, contributes to seed dispersal (PIĘKOŚ-MIRKOWA & MIREK 2006). Liverleaf flowers reach a diameter of 15-30 mm (Fig. 1 A, B). There are three bracts under the flower, which form a pseudo calyx. The perianth is composed of 5-6(11) purple petal-like sepals. There are 30-45 stamens (mean 40) spirally arranged on the convex axis of the flower (Fig. 1 C-E). The apocarpous gynoecium consists of 10-15 pistils with ovaries covered by delicate hairs (Fig. 1 F). The

shield-like stigma bears numerous elongated epidermal cells that facilitate adhesion of tiny pollen grains (Fig. 1 G, H). The liverleaf flower is characterized by dichogamy in the form of protogyny, which is a form of xenogamy. This type of adaptation for cross-pollination is also characteristic for *Eranthis* and *Helleborus* from the family Ranunculaceae (ŻURAW & DENISOW 2002; RYŚIAK & ŻURAW 2011).

Flowering

The development of *H. nobilis* flowers begins in very early spring. In the first year of study flowering of *H. nobilis* lasted 23 days in the term from March 16th to April 7th. In the second year of the study, the flowering period started significantly earlier (3-30.03.2010), i.e. by approximately 2 weeks compared with the first year of observations. The first flowers appeared on February 24th. The flowering period was also longer (28 days). The seasonal flowering dynamic and the diurnal flower opening and pollen release dynamic may have been influenced by the significantly higher

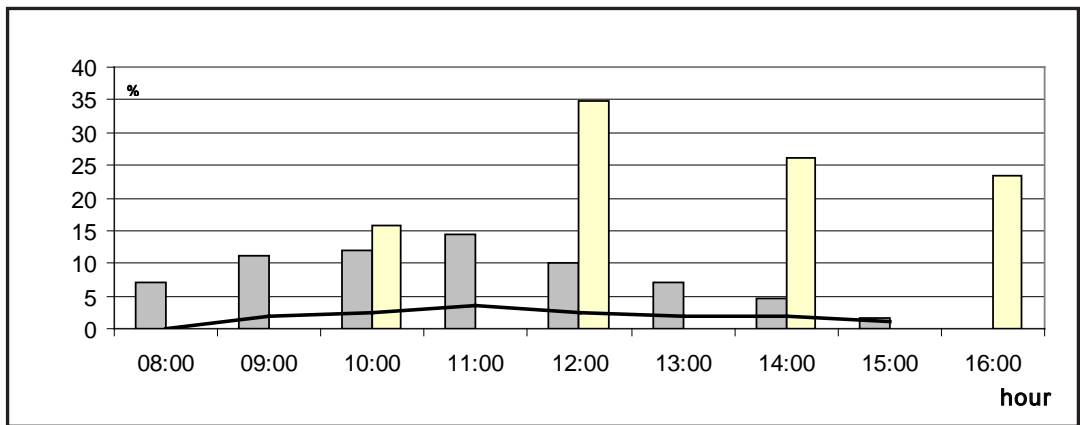


Fig. 3. The daily flowering, visiting by bees and pollen release rate in *Hepatica nobilis* flowers.

8:00-16:00



– observation hours,

– number of flowers opening during 1-hour time periods, expressed as a percentage of all flowers opened during the whole day;



– number of opening anthers during 2-hours time periods, expressed as a percentage of all anthers opened during the whole day;



– number of honey bee foragers observed during 1-hour time periods, expressed as a percentage of all foragers observed on a particular day.

temperature prevailing in March in the second year of the study (Tab. 1). The flowering was clearly inhibited by adverse atmospheric conditions, with snowfall being the primary inhibiting factor rather than the temperature (Fig. 2). 148 flowers were analysed and the area of 1 m². During a day, opening of new flower buds began at 8.00 am and lasted until 3.00 pm with a maximum at 11 o'clock (Fig. 3). The ranges of the diurnal flowering dynamics for the *H. nobilis* were similar to the data for the winter aconite, another Ranunculaceae family representative blooming in March (RYSIAK & ŻURAW 2011).

Pollen release

Pollen release from flower stamens proceeded between 10.00 am and 4.00 pm; in relation to the diurnal dynamics, it was shifted by an hour. The average weight of pollen produced by 10 flowers was estimated at 7.4 mg (1.85 mg/100 stamens).

Flower visiting by insects

During the day-long observation of the flowering dynamics, honeybee pollen foragers were observed on the flowers. The mean density

of these insects was 3.75 individuals per 1m² of the flowerbed containing 74 open flowers on average. Sparse Diptera representatives were also noticed.

Conclusions

1. In the conditions of Lublin, the flowering of *H. nobilis* lasts from the end of February to the begin of April.
2. Snowfall occurring during the flowering of *H. nobilis* inhibits the opening of new buds, but it does no damage to blooming buds.
3. Depending on weather conditions, during the day new flowers open from 8.00 am to 3.00 pm and stamens shed pollen from 9.00 to 4.00 pm.

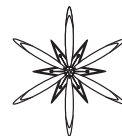
References

- AMANN G. 1997. Rośliny runa. Oficyna Wydawnicza Multico, Warszawa.
- CHLEBOWSKI B., MYNETT K. 1995. Kwaciastwo. PWRiL, Warszawa.
- DENISOW B., ANTOŃ S. 2012. Flowering, nectar secretion, pollen shed and insect foraging on *Aquilegia vulgaris* L. (Ranunculaceae). *Acta Agrobot.* **65** (1): 37–44.

Table 1. Meteorological data during the 2009-2010 study period.

Year	Monthly air temperature (°C)			
	January	February	March	April
2009	-2,2	-0,6	2,1	11,8
2010	-7,8	-1,6	3,8	9,9

- ERHARDT W., GÖTZ E., BÖDEKER N., SEYBOLD S. 2008.** Zander Handwörterbuch der Pflanzennamen. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- GIBBONS B., BROUGH P. 1995.** Atlas roślin Europy Północnej i Środkowej. Mulico, Warszawa.
- GRABOWSKA B., KUBALA T. 2006.** Byliny okrywane i runa leśnego. Officina Botanica, Kraków.
- JASIEWICZ A. (red.). 1985.** Flora Polski. T. IV. Instytut Botaniki PAN, PWN, Warszawa, Kraków.
- LIPIŃSKI M. 2010.** Pożytki pszczele. PWRiL, Warszawa.
- MATUSZKIEWICZ W. 2007.** Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- MOWSZOWICZ J. 1983.** Pospolite rośliny naczyniowe Polski. PWN, Warszawa.
- MOWSZOWICZ J. 1987.** Flora wiosenna. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- PIĘKOŚ-MIRKOWA H., MIREK Z. 2006.** Flora Polski. Rośliny chronione. Oficyna Wydawnicza Mulico, Warszawa.
- RYSIAK K., ŻURAW B. 2011.** The biology of flowering of winter aconite (*Eranthis hyemalis* (L.) Salisb.). *Acta Agrobot.* **64** (2): 25–32.
- SZAFER W., WOJTUSIAKOWA H. 1969.** Kwiaty i zwierzęta. Zarys ekologii kwiatów. PWN, Warszawa.
- SZAFER WŁ., KULCZYŃSKI ST., PAWŁOWSKI B. 1986.** Rośliny Polskie. PWN, Warszawa.
- SZEWCZYK-TARANIEK B. 2012.** Subtelny wdzięk. *Dzialkowiec* **4** (740): 16–17.
- SZKLANOWSKA K. 1995.** Pollen flows of crowfoot family (Ranunculaceae L.) from some natural plant communities. In: BANASZAK J. (ed.), Changes in fauna of wild bees in Europe: 201–214. Pedagogical Univ., Bydgoszcz.
- SZWEJKOWSKA A., SZWEJKOWSKI J. 1993.** Botanika. T. II: Systematyka. PWN, Warszawa.
- SZWEJKOWSKA A., SZWEJKOWSKI J. 2003.** Słownik botaniczny. Wiedza Powszechna, Warszawa.
- ŻURAW B., DENISOW B. 2002.** Biologia kwitnienia i pylenia kwiatów z rodzaju *Helleborus* L. *Annal. UMCS Sect. EEE* **10**: 45–50.



HISTOLOGY, HISTOCHEMISTRY AND SEM ARE USEFUL TOOLS TO STUDY REGENERATION PROCESSES IN PLANT TISSUE CULTURE

PIOTR ŻABICKI^{1*}, BŁAŻEJ ŚLĄZAK¹, MONIKA TULEJA¹, PRZEMYSŁAW MALEC², ELŻBIETA KUTA¹

Key words: *Viola*, *Arabidopsis*, *in vitro* culture, organogenesis, callus tissue, histology, SEM

¹ Department of Plant Cytology and Embryology, Jagiellonian University, 52 Grodzka str., 31-044 Cracow, Poland; *piotrek.zabicki@uj.edu.pl

² Department of Plant Physiology and Biochemistry, Jagiellonian University, 7 Gronostajowa str., 30-387 Cracow, Poland

Tissue cultures *in vitro* are used for the multiplication of plants via direct and indirect (via callus) regeneration. This approach is commonly applied in the protection of endangered species by the introduction of regenerated *in vitro* plantlets to botanical gardens and to the nature (so called *ex situ* plant conservation). *In vitro* conditions, especially the supplementation of tissue culture media with plant growth regulators, cause a somaclonal variation, resulting in genetic differences among regenerated plants. To analyze callus structure, including cell shapes and sizes, cell differentiation (e.g. the presence of xylem vessels) and regeneration processes (organogenesis, somatic embryogenesis), the histological, histochemical and SEM techniques are applied.

In this study, to obtain regeneration of plants in culture conditions, we have used three *Viola* species (*V. epipsila* Ledeb., *V. stagnina* Kit. and *V. uliginosa* Besser), indicated to be critically endangered according to Polish Red Book of Plants (KAZMIERCZAKOWA & ZARZYCKI 2001) and two genotypes of a model plant *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Columbia-0 and an insertional *cdkg;2* mutant line). An *Arabidopsis* homozygous *cdkg;2* knock-out originated from a T₃ generation of T-DNA insertional line SALK_090262 (ALONSO *et al.* 2003) and has been selected from a subsequent T₄ generation based on PCR analysis using primers complementary to flanking positions of full-

length cDNA of *CDKG;2* gene product (a clone isolated by SEKI *et al.* 2002). The aims of the study were: 1) to select the most convenient method to obtain regenerated *Viola* plants with maternal genotype i.e., via direct organogenesis or somatic embryogenesis; 2) to determine the effect of mutation in *CDKG;2* gene on the explant response to *in vitro* conditions, including callus proliferation and regeneration.

In three *Viola* species organogenesis was induced on MS (Murashige and Skoog) basal medium supplied with thidiazuron (TDZ) in concentrations 0.5 mg · l⁻¹ and 1 mg · l⁻¹. Callus proliferated on MS with equal concentrations of cytokinin and auxin (Kin+2,4-D). Histological analysis indicated two pathways of adventitious shoot formation: an indirect one from callus and a direct one from the explants (petiole, leaf fragments).

The regeneration of *A. thaliana* has been found to be genotype dependent. Histological analysis of hypocotyl-derived callus of Columbia-0 genotype regenerated on MS medium supplemented with TDZ showed the meristematic centers forming shoot apices, as well as sporadically embryo-like structures and organs clearly visible on transverse sections. Hypocotyl-derived callus of *cdkg;2* mutant was a heterogeneous tissue, enriched with parenchymatous cells, differentiated xylem elements, large, vacuolized cells at the periphery of callus tissue and groups of small meristematic cells scattered within the callus

tissue. The surface of hypocotyl- and cotyledon-derived calluses of Columbia-0 and mutant was covered with membranous structure similar to extracellular matrix (ECM).

Conclusions

1. Direct organogenesis is the most convenient method to obtain genetically uniform regenerants of *Viola* with maternal genotype;

2. *Arabidopsis* cyclin-dependent kinase gene *CDKG;2* is a regulator of plant organogenesis *in vitro*.

References

- ALONSO J.M., STEPANOVA A.N., LEISSE T.J., KIM C.J. et al. 2003.** Genome-wide insertional mutagenesis of *Arabidopsis thaliana*. *Science* **301** (5633): 653–657.
- KAZMIERCZAKOWA R., ZARZYCKI K. 2001.** Polska czerwona księga roślin. Paprotniki i rośliny kwiatowe. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- SEKI M., NARUSAKA M. et al. 2002.** Functional annotation of a full-length *Arabidopsis* cDNA collection. *Science* **296** (5565): 141–145.



INFLUENCE OF FERTILIZATION ON LEAF BLADE AREA AND YIELD OF TWO GRASS SPECIES

MIROSLAW KASPERCZYK *, JOANNA SZKUTNIK **, PIOTR KACORZYK ***

Abstract. In this paper assessed effects of fertilization on leaves blade area and yield of two grasses: cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.). The evaluation was carried out in 12-days intervals during the first regrowth. Elements of the assessment were: number of leaves, leaves blade area, and yield. During the research cocksfoot created 5 leaves and timothy 7 leaves. Timothy leafblade area was almost 2 times higher than the cocksfoot. In both species found positive correlation between fertilization, the total area of blade leaves and yielding. However, there was no such correlation in the case of differences in the total area of leaves and yielding between species. Timothy was characterized by almost 2 times higher leaf blade area compared with cocksfoot, however their yielding was similar.

Key words: *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, cocksfoot, timothy, leaf area, yield

University of Agriculture in Krakow, Institute of Plant Production, Department of Grassland Management, 21 Al. Mickiewicza, 21-130 Krakow, Poland; * kl@ur.krakow.pl; ** j_szkutnik@op.pl; *** rrkacorz@cyf-kr.edu.pl

Introduction

It is widely known that the plants productivity depends on the size of assimilation area, especially of the leaf blade area. Therefore, nitrogen fertilization effect is attributed to the most yield-forming because influence on the development of assimilation area. However, some studies (FILEK *et al.* 2000; KULIG 2004) showed that the excessive expansion of the photosynthetic apparatus is not always providing maximum yield. The reason for this is shadow on some elements of the photosynthetic apparatus and reduction their efficiency at relatively high consumption of energetic components for breathing. According to KASPERCZYK & SZEWCZYK (2010) in the case of the grass the optimal total area of leaves considered to be 4-6 times larger than the area occupied by the plant.

The purpose of this paper was to assess the impact of the fertilization on the number of leaves, leaves blade area and yield two grass species: cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.).

Material and methods

The study was conducted in the farm which

belongs to the High School of Agriculture in Nowosielce near Sanok (Poland). On the experimental field soil was of average features. Characterized by the following chemical properties: $\text{pH}_{(\text{KCl})} - 7.10$, assimilable P – 133.8, K – 263.0, Mg – 109,0 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ of soil, organic matter – 3.15%.

Studied grass species, *D. glomerata* and *Ph. pratense*, were grown in monoculture and cut on third year from time of seeding, in conditions without fertilization and with fertilization (Tab. 1). Assessment of development of these grasses was carried out during the growing season on first regrowth from the beginning of vegetation till the phase of flowering, four times in 12-day intervals. The first assess of cocksfoot was carried out on 4th May 2010, and the last – on 6th May 2011. Timothy grass was assessed on 11th May in each year.

About 10 main shoots were randomly selected and next features were analyzed on them: number of leaves, leaves blade area, and yield. Leaves measurements were made by caliper, its length and width at half of length have been measured. The data contained in the tables represent the average results for 8-9 cocksfoot shoots and 8 timothy shoots.

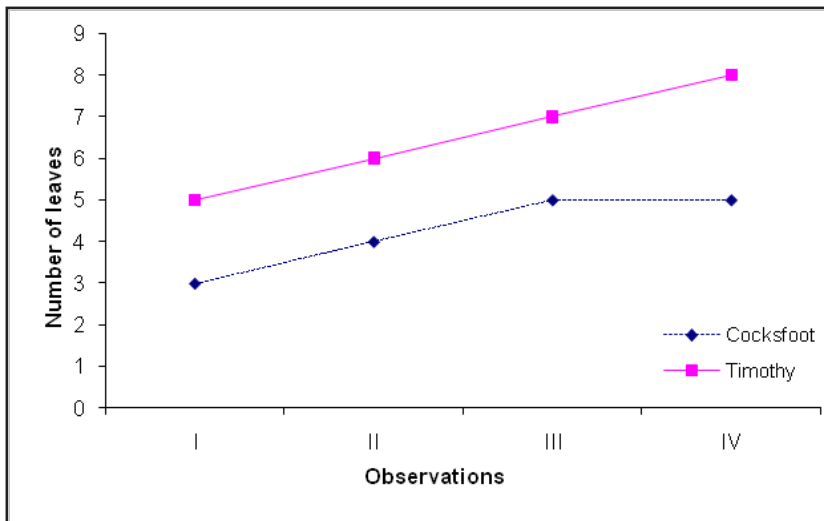


Fig. 1. The number of leaves of cocksfoot (*Dactylis glomerata*) and timothy (*Phleum pretense*) during the time of study.

Results

Number of leaves

During the grass growth in the first regrowth till flowering phase cocksfoot produced 5 leaves and timothy – 8. In the first assessment cocksfoot had 3 leaves and timothy – 5. Assessment carried out in the next three times at intervals of 12 days showed that timothy in each of them enriched by another leaf. In contrast, in cocksfoot this relationship appeared only in the second and third period of the assessment and in the last period has not produced another leaf. In cocksfoot during the second assessment were first leaf but dries and this state continued until the end of the observation (Fig. 1).

On the other hand, in timothy during the third assessment there were two dried leaves, and in next observation were already three dried leaves.

Leaf blade area

In both species of grasses leaf blade of the first leaf was characterized by the smallest area (Tab. 1). Leaves form the objects without fertilization reached the area of 4.18-4.50 cm² in cocksfoot and 2.08-2.65 cm² – in timothy grass. In turn, in plants under fertilization leaves' area reached 4.74-4.98 cm² in cocksfoot and 2.98-3.38 cm² – in timothy grass.

Areas of leaf blades from the next leaves were successively increased. In cocksfoot maximum leaf area without fertilization was in 4th leaf while under fertilization – in 4th or 5th leaves. The largest leaf surface of timothy grass in the absence of fertilization was in 6th leaf, while under fertilization – in 6th and 7th leaves.

The maximum area comparing to the area of first leaf blade was larger almost 4 times in cocksfoot and up to 8 times larger – in timothy grass. Average total area of leaf blade during the growth without fertilized was 41.12 cm² and with fertilization – 63.00 cm² for cocksfoot grass, and 68.19 cm² and 103.90 cm² – respectively for timothy grass.

Attention deserve following facts: a) in timothy grass blades of 3 first leaves were significantly reduced comparing cocksfoot leaves; b) sizes of the 4th leaf blade in both species were similar; c) areas of blade of next leaves in timothy grass were larger than maximum area of cocksfoot leaves.

Dry matter yield

In the first regrowth yields of both species were similar (Tab. 2). In conditions without fertilization average yields for 2 years were 4.93 t · ha⁻¹ for cocksfoot and 4.81 t · ha⁻¹ for timothy. Under the influence of fertilization yields increased up to 6.61 t · ha⁻¹ for cocksfoot

Table 1. The number of leaves and leaf blade area of *Dactylis glomerata* and *Phleum pratense*.

Leaf number	<i>Dactylis glomerata</i>		<i>Phleum pratense</i>	
	control	+P ₂₀ K ₆₀ N ₆₀	control	+P ₂₀ K ₆₀ N ₆₀
	Surfact area (cm ²)			
	2010			
1	4.18	4.74	2.65	3.38
2	8.74	10.56	3.92	8.91
3	10.12	14.22	6.91	10.88
4	10.51	16.77	11.00	14.80
5	8.09	15.98	11.21	17.99
6	-	-	16.2	20.00
7	-	-	11.10	19.88
8	-	-	-	9.81
Σ	41.64	62.27	63.00	105.65
	2011			
1	4.50	4.98	2.38	2.98
2	7.00	11.97	4.12	7.92
3	8.98	14.43	7.12	11.00
4	11.01	16.28	10.82	14.12
5	9.12	16.07	12.12	16.98
6	-	-	15.21	18.92
7	-	-	12.88	19.12
8	-	-	8.72	11.12
Σ	40.61	63.73	73.37	102.16

and up to 6.78 t · ha⁻¹ for timothy. In relation to control plants yield have been increased on 34% for cocksfoot and on 41% – for timothy. Slightly higher yields were observed in the first year of the study.

Conclusions

The differences between grasses in the number of leaves and the size of their leaf blade should be combined with genetic features (LARDNER *et al.* 2002; KOZŁOWSKI & GOLIŃSKI 1993). Consideration deserves the following facts: a) smallest leaf blade area is in the initial leaf; b) similar number of leaves in a single shoot at each harvest; c) lack of correlation between assimilation area and yield

Table 2. Dry matter yield of I regrowth (t · ha⁻¹).

Variant	Years		\bar{X}
	2010	2011	
<i>Dactylis glomerata</i>	5.05	4.81	4.93
<i>D. glomerata</i> + P ₂₀ K ₆₀ N ₆₀	6.82	6.4	6.61
<i>Phleum pratense</i>	4.93	4.69	4.81
<i>P. pratense</i> + P ₂₀ K ₆₀ N ₆₀	7.05	6.52	6.78
LSD _{0.05}	0.81	0.53	0.67

in case of different species.

The first fact allows explaining study KONCEWICZ & LEWAK (2000). They showed that each appearance of a new leaf is limited by growth of previous leaf and accelerates second one aging. Thus, appearance in a relatively short initial period dominant number of leaves which was observed at the first assessment has been combined with a short period of growth of each leaf.

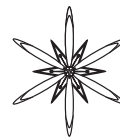
However, at the time of harvest the number of leaves in both grasses was similar and it is a phenomenon difficult to explain. Apparently, in cocksfoot during the first regrowth should be more dried leaves than in timothy grass, because it creates more compact leaf bunch limiting the access of light to the lower leaves.

In both species found positive correlation between fertilization, the total area of leaves and yielding. However, there was no such correlation in the case of differences in the total area of leaves and yielding between species. Timothy was characterized by almost 2 times higher leaf blade area compared with cocksfoot, however their yielding was similar.

References

- FILEK W., KOŚCIELNIAK J., GRZESIUŁ S. 2000. The effect of seed vernalization and irradiation on growth and photosynthesis of field bean plants (*Vicia faba* L. var. *minor*) and on nitrogenase activity of root nodules. *J. Agron. Crop Sci.* **185**: 229–236.
- KASPERCZYK M., SZEWCZYK W. 2010. Struktura plonu na łące górskiej. *Łąkarstwo w Polsce* **10**: 23–26.
- KONCEWICZ J., LEWAK S. 2002. Wzrost i rozwój roślin. W: KOPCEWICZ J., LEWAK S. *Fizjologia roślin*: 426–611. PWN, Warszawa.

- KOZŁOWSKI S., GOLIŃSKI P. 1993.** Powierzchnia asymilacyjna liści jako cecha charakterystyczna traw i zbiorowiska łąkowych. *Rocz. AR w Poznaniu CCLO, Roln.* **43**: 61–74.
- KULIG B. 2004.** Modelowanie wzrostu rozwoju i plonowania zróżnicowanych morfologicznie odmian bobiku za pomocą modelu WOFOST. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Rozprawy* **295**: 137.
- LARDNER H.A., WRIGHT S.B., COHEN R.D. 2002.** Leaf development of eight grass species following grazing. *Canad. J. Pl. Sci.* **82**: 747–750.



ESTIMATING THE FRUIT QUALITY AFTER APPLICATION THE PRUNING OF BLUE HONEYSUCKLE BUSHES

IWONA SZOT * & TOMASZ LIPA

Abstract. The study was performed at University of Life Science in the eighth year after plant's establishment in 2001. In 2008 the "crown thinning" of blue honeysuckle cv. 'Atut' and 'Duet', to improve light penetration and air circulation, was done. In the next year during the "crown reduction" the shortening branches to 5 cm height from ground surface was applied. Effect of treatments on fruit quality in 2010 was evaluated. Berries from pruned bushes characterized significantly by bigger mass of individual fruit and length of fruit, however the diameters of fruit were similar to that from non-pruned bushes. Berries from non-pruned bushes had significantly higher content of soluble solids, sugar and acidity and lower content of anthocyanins as compared to fruits from pruned bushes. Significantly bigger fruit with regard to their weight, length and diameter stated in the 2nd harvest. Fruits from 2nd harvest had much more soluble solids, sugar, anthocyanins and acid versus that harvested in the 1st term.

Key words: *Lonicera caerulea*, fruit, size, chemical properties, crown thinning, crown reduction, lesser known edible fruit

University of Life Sciences in Lublin, 58 Leszczyńskiego str., 20-068 Lublin, Poland; *szoti@autograf.pl

Introduction

Blue honeysuckle has a good chance of occurrence in Polish plantations not only because of the health-promoting properties of the fruit (CHAOVANALIKIT *et al.* 2004; GRUIA *et al.* 2008; JURIKOVA *et al.* 2012). Small habitat requirements and genetic features argue for its cultivation. The plant is interesting because of its high resistance to frost, high tolerance to pests and diseases, very early time of ripening berries, relatively small soil requirements and low production costs (SZOT & WIENIARSKA 2012; SZOT & LIPA 2012). There are not many works about the ways of cultivation this innovative plant. Aim of this study was to evaluate the growing of bushes and determining the fruit quality of two blue honeysuckles cultivars 'Atut' and 'Duet' after application of pruning and at various term of harvesting.

Material and methods

The study was carried out at University of Life Science in Lublin. The plantation of two blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Sevest.) cultivars 'Atut' and 'Duet'

was established in the spring of 2001 near Lublin in Poland (NL: 51°, EL: 22°). Bushes were planted in a bed system with spacing 1 × 1 × 1.2 m. Mutual shading of crowns was found in the seventh year of cultivation (in 2008). To increasing light penetration and air circulation in the beginning of August the "crown thinning" was done by selective removal of branches throughout the bush. In the beginning of September in 2009 the „crown reduction" was done – it was reduction in overall size of the crown by shortening branches to 5 cm height from ground surface. The pruning treatment included 20 bushes of each cultivar. The remaining non-pruned bushes (20 replications of each cultivar) were the control. Fruit were harvested in two term: in 10th and 20th of June – cv. 'Atut', and in 12th and 22nd of June – cv. 'Duet'.

Effect of treatments on fruit quality in 2010 were evaluated on the basis of the following indices: mass of individual fruit – in 50 replications; mean mass of 100 fruits in 6 replications; length and diameter of fruits in 50 replications– using of electronic caliper; dry matter content (%) in 5 replications – with the oven-drying method; soluble solids content (%)

Table 1. The influence of bushes training on some physical and chemical properties of fruits and branches of *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*.

Characteristics	The way of training	
	Non-pruned bushes	Pruned bushes
The mass of individual fruit (g)	1.50 a*	1.64 b
The mass of 100 fruits (g)	133.71 a	137.33 a
The length of fruit (mm)	18.70 a	20.99 b
The diameter of fruit (mm)	12.52 a	12.63 a
Dry matter (%)	13.21 a	13.27 a
Soluble solids (%)	11.52 b	11.01 a
Sugar (%)	8.57 b	7.80 a
Acidity (%)	8.08 b	6.93 a
Anthocyanins (%)	0.60 a	0.71 b

*Means within the row followed by the same letter are not significantly differ by Tukey's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$.

in 10 replications – with an Abbé refractometer; total sugar content (%) in 5 replications was determined according to the Loof-School method (KREŁKOWSKA-KUŁAS 1993); acidity (%) in 5 replications – potentiometrically by titration with 0.1 N NaOH solution and was converted to malic acid (YERMAKOV *et al.* 1987); anthocyanins content (%) in 5 replications – colorimetric method, converted to cyaniding chloride.

Results and discussion

The pruning improves the leaves to fruit ratio (MAUST *et al.* 1999) by increasing the access of light into the interior part of bushes and thus improving the fruit coloring and their uniform ripening (PRITTS 2004). Fruit size was significantly dependent on the treatment of bushes. Berries from pruned bushes characterized significantly bigger mass of individual fruit and length of fruit; however the diameters of fruit were similar to that from non-pruned bushes (Tab. 1). Berries from non-pruned bushes had significantly higher content of soluble solids, sugar and acidity and lower content of anthocyanins as compared to fruits from pruned bushes.

Size is an important characteristic which determines the quality. MAŁODOBRY *et al.* (2008) reported that in the berries of blue honeysuckle,

fruits of more than 1 g were valuable. Studied cultivars were significantly different in fruit size and their chemical properties (Tab. 2). Berries of cv. 'Duet' characterized significantly bigger mass of individual and 100 of fruits, as well as the diameter of fruit, however had significantly shorter fruits as compared to cv. 'Atut'. The characteristic feature of both cultivars was smooth peel with a natural waxy surface. This feature also pointed out GAŚTOŁ *et al.* (2004). Fruits of 'Atut' stand out from the content of dry matter, soluble solids, sugar, anthocyanins and acidity in relation to berries of 'Duet'.

SKUPIEŃ *et al.* (2009) studied the blue honeysuckle cultivar 'Czarna' and non-specified seedling „N” and founded that fruit quality and their chemical composition depended on the time of ripening. Studies have shown that the fruit collected later were larger, characterized by a different chemical composition than a fruit harvested at the beginning of fruiting. In fruits from the later harvest the soluble solids content increased, while the total acidity decreased approximately 20%. There was also a significant increase in content of anthocyanins and total polyphenols in fruits from later harvest. They stated, that better fruit quality from later ripening may have resulted from higher temperatures later in the season. Thus, the fruit collected earlier grew in less favorable weather conditions. The term of harvest had significant influence on

Table 2. The influence of cultivar on some physical and chemical properties of fruits and branches of *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica*.

Characteristics	Cultivar	
	'Atut'	'Duet'
The mass of individual fruit (g)	1.37 a*	1.77 b
The mass of 100 fruits (g)	117.91 a	153.12 b
The length of fruit (mm)	20.63 b	19.06 a
The diameter of fruit (mm)	11.79 a	13.36 b
Dry matter (%)	14.39 b	12.09 a
Soluble solids (%)	11.43 b	11.10 a
Sugar (%)	8.33 b	8.03 a
Acidity (%)	8.32 b	6.70 a
Anthocyanins (%)	0.68 b	0.63 a

*Means within the row followed by the same letter are not significantly differ by Tukey's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$.

Table 3. The influence of cultivar on term of harvest on physical and chemical properties of *Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* fruits.

Characteristics	Term of harvest	
	1 st harvest	2 nd harvest
The mass of individual fruit (g)	1.40 a*	1.74 b
The mass of 100 fruits (g)	129.25 a	141.78 b
The length of fruit (mm)	18.50 a	21.19 b
The diameter of fruit (mm)	11.79 a	13.34 b
Dry matter (%)	13.75 a	12.73 a
Soluble solids (%)	10.49 a	12.04 b
Sugar (%)	6.99 a	9.38 b
Acidity (%)	6.76 a	8.26 b
Anthocyanins (%)	0.55 a	0.76 b

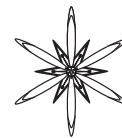
*Means within the row followed by the same letter are not significantly differ by Tukey's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$.

studies features (Tab. 3). Significantly bigger fruits with regard to their weight, length and diameter were stated in the 2nd harvest. Fruits from 2nd harvest had much more soluble solids, sugar, anthocyanins and acidity versus that harvested in the 1st term.

References

- CHAOVANALIKIT A., THOMPSON M.M., WROLSTAD R.E. 2004. Characterization and quantification of anthocyanins and polyphenolics in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.). *J. Agric. Food Chem.* 52: 848–852.
- GĄSTOŁ M., KRÓL K., ZAWIERACZ W. 2004. Rozmnażanie odmian jadalnych suchodrzewu. *Szkółkarstwo* 2: 62–64.
- GRUIA M.L., OPERA E., GRUIA I., NEGOITA V., FARCASANU I.C. 2008. The antioxidant response induced by *Lonicera caerulea* berry extracts in animals bearing experimental solid tumors. *Molecules* 13: 1195–1206.
- JURIKOVA T., ROP O., MLCEK J., BALLA S., SZEKERES L., HEGEDUSOVA A., HUBALEK J., ADAM V., KIZEK R. 2012. Phenolic profile of edible honeysuckle berries (genus *Lonicera*) and their biological effects. *Molecules* 17: 61–79.
- KREJKOWSKA-KUŁAS M. 1993. Badanie jakości produktów spożywczych: 53–55. PWE, Warszawa.

- MAŁODOBRY M., BIENIASZ M., DZIEDZIC E. 2008.** Ocena plonowania oraz zawartości niektórych składników w owocach dwóch odmian suchodrzewu siniego. *XLV Ogólnopolska naukowa konferencja sadownicza (Skierniewice, 28-29 sierpnia 2008 r.):* 94–96.
- MAUST B., WILLIAMSON J., DARNELL R. 1999.** Flower bud density affects vegetative and fruit development in field-grown southern highbush blueberry. *HortSci.* **34:** 607–610.
- PRITS M. 2004.** Blueberry pruning and rejuvenation. *New York Berry News – Cornell University* **3:** 4–5.
- SKUPIEŃ K., OCHMIAN I., GRAJKOWSKI J. 2009.** Influence of ripening time on fruit chemical composition of two blue honeysuckle cultigens. *J. Fruit Ornam. Plant Res.* **17 (1):** 101–111.
- SZOT I., LIPA T. 2012.** Influence of betokson super and fertilizers on chemical composition of fruits and leaves of blue honeysuckle. *Acta Sci. Pol., Hort. Cult.* **11 (5):** 113–126.
- SZOT I., WIENIARSKA J. 2012.** Effect of foliar applications of Goëmar® BM 86 and soil applied calcium nitrate on yield and berry quality of two blue honeysuckle cultivars. *Acta Sci. Pol., Hort. Cult.* **11 (1):** 133–144.
- YERMAKOV A.I., ARASIMOVIC V.V., YAROSH N.P., PERUANSKIJ J.V., LUKOVNIKOVA G.A., IKONNIKOVA M.I. 1987.** Methods of biochemical analyses. Agropromizdat, Leningrad. (in Russian).



EFFECT OF FERTILIZATION METHODS ON GROWTH OF PEAR TREES, YIELDING AND FRUIT QUALITY

TOMASZ LIPA * & IWONA SZOT **

Abstract. The experiment was carried out in the commercial orchard near Lublin on five-year old pear trees of two cultivars: 'Conference' and 'Lukasowka', planted on Quince MA. The objective of the study was evaluated the reaction of pear on the method of application of fertilizers. In the early spring the surface broadcasting of fertilizers was used (N – 71,5 kg, P₂O₅ – 33,0 kg, K₂O – 114,0 kg) and from the May to the middle of August the fertigation was applied (N – 76,4 kg, P₂O₅ – 49,5 kg, K₂O – 84,2 kg). Method of fertilizer's applications had no significant effect on the growth of evaluated trees. There were no differences in quantity of yield in dependence on the method of fertilization. In the case of cv. 'Lukasowka' the beneficial influence of the way of fertilization on morphology of fruits (their diameter, height and mass) was stated. Such an effect was not observed in the case of the 'Conference'.

Key words: *Pyrus*, surface broadcasting of fertilizers, pear size, macro- and micronutrients in soil

University of Life Sciences, Department of Pomology, 58 Leszczyńskiego str., 20-068 Lublin, Poland; * tomasz.lipa@up.lublin.pl, ** szoti@autograf.pl

Introduction

Proper water management is the basis for optimal growth and yield of fruit plants. The other, no less important, yielding factor is the fertilization. From correct fertilization depends not only quantity, but also the quality of the crop.

Pear is a species sensitive to drought (NERI *et al.* 2003; GIACOBBO *et al.* 2008). Climate warming and water shortage in Polish conditions is becoming one of the reasons for failures in the cultivation of this species (LIPA *et al.* 2012). Therefore more and more growers install irrigation systems in the newly established orchard with dwarf trees.

In order to obtain the highest quality pears, the balanced fertilization should be kept. However, the choice of the appropriate fertilization plan involves a number of elements affecting the proper nutrition tree. These factors include: the type of rootstock, variety, soil type, weather conditions (GOMAND *et al.* 2010).

In the literature (ARKEŁ *et al.* 2007; WOJCIK 2007; ZYGMUNTOWSKA & JADCZUK-TOBJASZ 2008) are numerous reports indicating the diverse response to surface broadcasting of

fertilizers on pear trees. Much less information is available for fertilization by fertigation. According to many authors the effectiveness of fertigation, also depends on cultivar (TREDER 1998; OCHMIAN *et al.* 2006). Aim of this study was to compare two methods of fertilization on the tree growth, yield and quality of pears cv. 'Conferencja' and 'Lukasowka'.

Material and methods

The experiment was carried out in the commercial orchard near Lublin (51°03'11.87" N, 22°50'49.29" E). Five-year old pear trees of two cultivars: 'Conference' and 'Lukasowka' on Quince MA were grown in space 3.2×0.8 m. Doses of macronutrients served with fertilizers are given in Tab. 1. All fertilizers for fertigation were applied at a concentration from 0.1 to 0.2% (1-2 kg/1000 l of water). Fertigation was carried out regularly: every 2-3 days, taking into account the indications of tensiometer.

Soil sampling analysis

Content of nutrients in the soil; soil samples were taken from two horizons: I – 0-25 cm, II – 26-50 cm in autumn (in the end of vegetative

Table 1. Comparison of doses of fertilizer in the pure component.

Nutrient composition	Treatment	
	Fertigation (kg · ha ⁻¹)	Surface broadcasting of fertilizers (kg · ha ⁻¹)
N	76.4	71.5
P ₂ O ₅	49.5	33.0
K ₂ O	84.2	114.0

season). Content of available potassium and phosphorus was processed with the Egner-Riehm method, and content of available magnesium – with the Schachtschabel method. The determining micronutrients: Mn, Cu, Zn and Fe in soil were made in 1M HCl extract by AAS method and B – by colorimetric method.

Three growth and fruit quality

The following measurements were taken on individual plot basis at harvest: The trunk diameter was measured at 30 cm aboveground for each plot. Fruit yield was determined by harvesting all fruits from each tree separately (kg · tree⁻¹) and the yield was recalculated for kg · ha⁻¹. For size determination, tree measurements (mm) at right angles were taken per fruit, with a digital caliper: two equatorial

diameters (at 90°) from which the mean diameter was created and length from stem to blossom end of the fruit – height of fruit; the dry matter content (%) in five replications with the oven-drying method; the soluble solids content (%) in ten replications was determined with an Abbé refractometer; the total sugar content (%) in three replications was determined according to the Loof-Schoorl method (KREŁKOWSKA-KUŁAS 1993), the acidity (%) was determined potentiometrically by titration with 0.1 N NaOH solution and was converted to malic acid (YERMAKOV *et al.* 1987). Flesh firmness of fruit was measured on the three positions around the equator approximately 120° apart, perpendicular to the stem – bottom axis, using Magness-Taylor penetrometer (mod. FT 327) with 8.0 mm probe in 30 replications.

The obtained results on yield, plant material, and growing medium were statistically analyzed by analysis of variance based on Tukey's test at a significance level of $\alpha = 0.05$.

Results and discussion

Chemical analysis of the soil after the season (in autumn) showed higher levels of potassium and phosphorus at fertigation treatment, and magnesium at treatment with

Table 2. The influence of fertilization methods on macronutrient content in two soil horizon.

Treatment	Soil horizon	The content of available forms in mg · 100g ⁻¹ of soil		
		Phosphorus	Potassium	Magnesium
Surface broadcasting of fertilizers	Plow layer 0-25 cm	10.4	56.9	11.7
	Under-plow layer 26-50 cm	9.2	38.6	11.7
	Mean	9.8	47.8	11.7
Fertigation	Plow layer 0-25 cm	11.6	46.9	11.0
	Under-plow layer 26-50 cm	11.2	38.6	10.4
	Mean	11.4	42.8	10.7

Table 3. The influence of fertilization methods on micronutrients content in soil.

Treatment	Content of micronutrients in mg · kg ⁻¹ of soil				
	Boron	Manganese	Copper	Zink	Iron
Surface broadcasting of fertilizers	2.40	134.6	9.56	14.5	773
Fertigation	2.34	155.9	9.18	14.8	772

Table 4. The influence of fertilization methods on the trunk diameter (mm) and the mean length of one-year old shoots (cm).

Cultivar	Treatment	Trunk diameter (mm)	Mean length of one-year old shoots (cm)
'Conference'	Surface broadcasting of fertilizers	54.6 b*	51.5 a
	Fertigation	54.9 b	51.3 a
'Lukasowka'	Surface broadcasting of fertilizers	45.2 a	66.6 b
	Fertigation	46.9 a	69.4 b
Mean	Surface broadcasting of fertilizers	49.9 A	59.1 A
	Fertigation	50.9 A	60.4 A

Table 5. The influence of fertilization methods on the diameter and height of fruit, as well as mean fruit mass.

Cultivar	Treatment	Diameter of fruit (mm)	Height of fruit (mm)	Mean fruit mass (g)
'Conference'	Surface broadcasting of fertilizers	66.0 a	100.0 c	202.1 ab
	Fertigation	64.7 a	109.8 c	190.9 a
'Lukasowkaa'	Surface broadcasting of fertilizers	70.1 b	83.4 a	210.9 b
	Fertigation	76.0 c	94.0 b	262.5 c
Mean	Surface broadcasting of fertilizers	68.1 A	91.7 A	206.5 A
	Fertigation	70.4 A	101.9 B	226.7 B

Table 6. The influence of fertilization methods on some quality features of fruits.

Cultivar	Treatment	Flesh firmness (kG/cm ²)	Soluble solids (%)	Total sugar (%)	Acidity (%)	Dry matter (%)
'Conference'	Surface broadcasting of fertilizers	5.7 a	14.2 a	8.4 b	0.15 a	17.2 c
	Fertigation	5.3 a	17.1 b	8.0 b	0.16 a	16.8 bc
'Lukasowka'	Surface broadcasting of fertilizers	5.5 a	17.5 b	7.5 a	0.24 b	16.5 b
	Fertigation	5.6 a	17.0 b	8.1 b	0.29 c	15.8 a
Mean	Surface broadcasting of fertilizers	5.7 A	15.9 A	8.0 A	0.20 A	16.9 A
	Fertigation	5.5 A	17.1 B	8.1 A	0.23 A	16.3 A

*Means within the column followed by the same letter are not significantly differ by Tukey's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$.

surface broadcasting of fertilizers. Soil richness of micronutrients was similar for the evaluated methods of fertilization (Tabs. 2-3).

Method of fertilizer applications had no significant effect on the diameter of the tree trunk and the average increasment in length of one-year shoots (Tab. 4). ZYGMUNTOWSKA & JADCZUK-TOBJASZ (2008) showed the influence of fertilizing on growth of five pear cultivars.

In the case of cv. 'Lukasowka' the significant influence of the way of fertilization on

morphology of fruits (their diameter, height and mass) was stated (Tab. 5). Significant bigger fruits after fertigation were obtained. In the study of ZYGMUNTOWSKA & JADCZUK-TOBJASZ (2008) fertilizing with potassium, independently on rate and method of application, increased the fruit mass.

In the present study, the firmness of flesh of evaluated cultivars remained at a level of 5.3 kG/cm² to 5.7 kG/cm². There was no significant effect of fertilization method on this feature

Table 7. The influence of fertilization methods on fruit yield (kg/tree, t/ha).

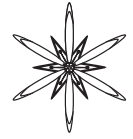
Cultivar	Treatment	Fruit yield (kg · tree ⁻¹)	Fruit yield (t · ha ⁻¹)
'Conference'	Surface broadcasting of fertilizers	11.2	36.9
	Fertigation	11.7	38.5
'Lukasowka'	Surface broadcasting of fertilizers	8.8	29.2
	Fertigation	9.0	29.7
Mean	Surface broadcasting of fertilizers	10.0	33.1
	Fertigation	10.4	34.1

(Tab. 6). Similar results were obtained by KLEIN & SPIELER (1987), who in his experiment, carried out on apples stated that fertigation had no effect on the chemical composition and other fruit properties. Also ZYDLIK & PACHOLAK (1997) did not observe a significant impact of fertigation on the fruit quality, especially on flesh firmness. The influence of fertilizing with potassium on flesh firmness was detected by ZYGMUNTOWSKA & JADCZUK-TOBJASZ (2008). The fruits with the biggest firmness were in treatment with the highest rate of potassium.

There were no significant differences in quantity of yield in dependence on the method of fertilization (Tab. 7). Also in the study of OCHMIAN (2006) and OLSZEWSKI *et al.* (1999) fertigation had no significant effect on fruit yield of apple trees. However ZYGMUNTOWSKA & JADCZUK-TOBJASZ (2008) stated the significant influence of potassium fertilizing on yielding of pear.

References

- ARKEŁ P., JAHAE L., SOSKA A. 2007. Dolistne nawożenie jabłoni i gruszy w Holandii. *Sad Nowoczesny* 4: 45–46.
- GIACOBBO C.L., FACHINELLO J.C., MASSAI R., REMORINI D., LORETI F. 2008. Growth and productive behavior of 'Doyenne du Comice' pear trees grown on two water regimes. *Acta Hort.* 800: 785–792.
- GOMAND A., VERCAMMEN J., GOOSSENS H. 2010. Uwaga! Zachowaj szczególną ostrożność! Nawożenie gruszy. *Sad Nowoczesny* 1: 12–16.
- KLEIN I., SPIELER G. 1987. Fertilization of apple with nitrate or ammonium nitrogen under drip irrigation. II Nutrient distribution in the soil. *Comm. Soil Plant Anal.* 158 (3): 323–339.
- KREŁKOWSKA-KUŁAS M. 1993. Badanie jakości produktów spożywczych: 53–55. PWE, Warszawa.
- LIPA T., LIPECKI J., JANISZ A. 2012. Effect of cultivar, position of fruits in tree-crown and of summer pruning on surface temperature of apples and pears. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 15 (2). <http://www.ejpau.media.pl>
- NERI D., CASTAGNOLI M., PONI S., CORELLI L. 2003. Diversified response to drought of Ligot expose and shaded leaves of Potter grapevine, peach and pear trees. *J. Fruit Ornament. Plant Res.* 11: 5–15.
- OCHMIAN I. 2006. Wpływ nawożenia i nawadniania na wielkość i jakość plonu jabłoni odmiany 'Gloster' na podkładkach półkarlowych. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura* 248 (101): 285–290.
- OCHMIAN I., OSTROWSKA K., CHEŁPIŃSKI P. 2006. Wpływ nawożenia i nawadniania na skład chemiczny liści i owoców pięciu odmian jabłoni. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura* 248 (101): 299–307.
- OLSZEWSKI T., KRAWIEC A., KRUCZYŃSKA D. 1999. Wpływ trzyletniego zróżnicowanego nawożenia NPK na wzrost, owocowanie oraz cechy jakościowe owoców jabłoni odmiany 'Gala Must'. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie* 351: 159–162.
- TREDER W. 1998. Zjazd przodujących sadowników: 16–22. ISiK, Skierniewice.
- WÓJCIK P. 2007. Dokarmianie dolistne drzew owocowych: 84–90. ISiK, Skierniewice.
- YERMAKOV A.I., ARASIMOVIC V.V., YAROSH N.P., PERUANSKIY J.V., LUKOVNIKOVA G.A., IKONNIKOVA M.I. 1987. Methods of biochemical analyses. Agropromizdat, Leningrad.
- ZYDLIK Z., PACHOLAK E. 1997. Wpływ fertygacji na jakość owoców odmiany 'Sampion' i 'Golden Delicious' po zbiorze i w okresie przechowywania. II Ogólnopolskie seminarium pracowników Katedr Sadownictwa i Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa: 79–82.
- ZYGMUNTOWSKA K., JADCZUK-TOBJASZ E. 2008. Wpływ zróżnicowanego nawożenia potasem na wzrost i owocowanie pięciu odmian gruszy. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa* 16: 83–89.



STRUCTURE OF THE FRUIT PEEL OF *PYRUS COMMUNIS* L.

AGATA KONARSKA

Key words: *Pyrus communis*, fruit, morphology

Department of Botany, University of Life Sciences in Lublin, 15 Akademicka, 20-950 Lublin, Poland; agata.konarska@up.lublin.pl

The peel of fruits of *Pyrus communis* L. cv. 'Klapsa', harvested at commercial maturity in September 2011, was examined using bright-field and fluorescence microscopy as well as scanning electron and transmission microscopy.

The fruit peel was found to be composed of an epidermis covered by a cuticle and several layers of hypodermis. SEM observations showed that in the cuticle there were numerous microcracks of various widths, running in different directions, as well as numerous oval- or star-shaped lenticels with a diameter of approximately 130-230 μm . The microcracks ran along the cell walls and the appearance of the widest ones resembled a zipped-up zip. Crystalline wax platelets with horizontal and, more rarely, vertical orientation in relation to the surface of the organ were visible on the surface of the cuticle. The largest number of vertical wax platelets was found inside the microcracks, whereas inside the lenticels mycelium hyphae and/or fungal spores were sometimes observed.

In the cross-section through the surface layer covering the fruit of *Pyrus*, the cells of the

single- and sometimes two-layered epidermis were found to have different shapes and sizes and to be covered with a cuticular epithelium characterized by a varying structure and a thickness of about 10 μm . The cuticle covered not only the external tangential walls, but also penetrated through the anticlinal walls significantly increasing their thickness and reducing the inner diameter of the cells.

TEM observations showed that inside the epidermal cells, which exhibited varying degrees of vacuolation, there was parietal cytoplasm in which cell nuclei, plastids with starch grains, and numerous mitochondria could be observed. In the hypodermis, which was composed of 3 up to 5 layers of tangential collenchyma cells with thickened tangential walls, organelles were found similar to those described in the epidermis, whereas in the vacuoles there were visible fibrous deposits and plasma membranes fragments.



ASPECTS OF MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF OREGANO IN LATVIA

IRINA SIVICKA^{1,2*}, IEVA ŽUKAUSKA^{2**}, ALEKSANDRS ADAMOVIČS^{2***}

Abstract. Oregano populations are variable by morphology, cytology, genetics, biochemistry and agrobotany. Using international Draft Descriptor Lists it is possible to describe oregano samples and to select the most variable accessions for cultivation of *Origanum vulgare* L. The aim of this research was to explore the several aspects of morphological diversity of oregano in Latvia. In summer 2012, 44 oregano accessions from an *ex situ* collection of spice- and medicinal plants of the Laboratory of Cultivated Plants and Apilogy (Jelgava, 1 Strazdu str.) were analysed. Plant growth habit, plant height, number of stems per plant, branching density, colour of the upper surface and shape of blade of the leaf, density of flowers, colour of petals were described in this research. The results showed that oregano accessions differ morphologically in Latvia. It is necessary to continue this research to allow plants to fully express their characteristics and to explore the possible changeableness of parameters.

Key words: *Origanum vulgare*, oregano, morphology

¹ Latvian Academy of Agricultural and Forestry Sciences, 2 Republikas laukums, LV-1981, Riga, Latvia

² Latvia University of Agriculture, Institute of Agrobiotechnology, 2 Liela, LV-3001, Jelgava, Latvia; * irina.sivicka@inbox.lv, **ieva.zukaуска@llu.lv, *** aleksandrs.adamovics@llu.lv

Introduction

Oregano (*Origanum vulgare* L.) is classified as medicinal, spice- and ornamental plant (HAMMER & SPAHILLARI 2000). According to the Medicinal and Aromatic Plants Working Group of the European Cooperative Programme for the Plant Genetic Resources (ECPGR MAP) oregano is included in the List of «Priority Species» that are the paramount medicinal and aromatic plants in Europe. The general criteria for including oregano in this document were: actual economic use, current conservation status, endemism, restricted range, recent rate of decline, rarity, eco-geographical distinctiveness, threat of genetic erosion, biological characteristics and importance, cultural importance and high social demand, occurrence and frequency in current protected areas, status of protection, ethnical consideration, taxonomic or phyletic uniqueness or isolation, ecosystem role (ASDAL *et al.* 2006).

In Latvia only *O. vulgare* ssp. *vulgare* could be found in nature (BARICEVIC 2010). Oregano is a common plant in certain areas of Latvia. It

is found in dry and middle humid meadows, at the field borders and on dry hills. The wide use of oregano in Latvia is one of the reasons why the wild populations have been gradually depleted (SIVICKA 2012). Therefore, it is necessary to cultivate these plants for keeping the biological diversity of the Latvian nature. It is important to use local plants in agrocenosis as they are adapted to the Latvian agroecological conditions and possible stress situations in a specific environment.

It is proved, that oregano populations are variable by morphology, cytology, genetics, biochemistry and agrobotany (PADULOSI 1997; KOKKINI 1996). The wide heterogeneity of oregano represents the individual genetic diversity, the morpho- and ontogenetic variability or modifications due to the environment. Using new international Draft Descriptor Lists, it is possible to describe oregano samples and to select the most variable accessions for cultivation.

The aim of this research was to explore the several aspects of morphological diversity of oregano in Latvia.

Material and methods

The samples for experiment were selected from the *ex situ* collection of spice- and medicinal plants (N 56°39'47"; E 23°45'13"). It is a fundamental collection in Latvia, attached to the Laboratory of Cultivated Plants and Apilogy (Jelgava, 1 Strazdu str.). The oregano collection was planted in 2008 and reconstructed in 2009. There are 44 accessions of oregano, planted in three rows, each accession in three repetitions. Accessions are in random order. In the process of selection of wild accessions, the latitude and longitude have been registered. The topographic descriptions of places as well as the morphological description of plants have been made. All these data were registered in the system of Nordic Gene Bank. The plants have been collected from nature using the method of professor E. Muižarāja (ŽUKAUSKA 2008). The main point of this method is the initial visual division of an area into squares and zig-zag passing through these squares, as well as the random gathering of samples.

After the methodology of the Draft Descriptor List *O. vulgare*, which was published in November 2011, characters should be recorded on an average of minimum 10 repetitions. That is why in spring 2012 each accession was propagated by cloning and grown in the field conditions.

The soil at the trial site was strongly altered by cultivation loam with organic matter content of 2.7 g · kg⁻¹, soil reaction was slightly acidic (pH KCl – 6.3), P content was 102 mg · kg⁻¹ and K content was 207 mg · kg⁻¹. Plant care was provided for the *ex situ* collection.

Despite the statement, that characterization should preferably be done during the second year after establishment to allow plants to fully express their characteristics; the previous description of samples was proved at the first year, in summer 2012. It is planned to continue the experiments in the next years too. 2012 year data are important for evaluation of growth dynamics, plant development and productivity, cultivation planning and strategy, economical calculation. These results are important for successful and profitable oregano growing and

production in Latvia.

Characters had been recorded on an average of 10 plants per each of 44 oregano accessions. Such parameters as plant growth habit, plant height, number of stems per plant, branching density, colour of the upper surface and shape of blade of the leaf, density of flowers and colour of petals were described for this research (ŽUKAUSKA & SIVICKA 2011).

From the Descriptor List, plant growth habit can be prostrate, semi-erect or erect, branching density – sparse, intermediate or dense, density of flowers – very sparse, sparse, medium, dense or very dense. Shape of blade can be ovate, roundish, oblong, rhomboid or other. The colour of petals can be pink, white, purplish red, pale lilac or purple. The colour of upper surface can be pale green, green, dark green, greyish green or other. Plant height were characterized in centimeters.

Results

Plant description had been made until inflorescence emergence. Two parameters – plant growth habit and plant height – were defined in this research. The results showed, that plant growth habit of 15 oregano accessions (34%) was erect, it was prostrate for 2 accessions (5%) and semi-erect for 27 accessions (61%). Plant height was measured on fully grown plants, from ground level to the tip of the plant. It varied from 50.1 to 85.0 cm. The average height was 68.14 cm. The data statistical analysis showed that the variability between accessions was significant ($p < 0.05$), but between samples of each accession it was non-significant ($p > 0.05$).

Stem description had been made at the date of beginning of flowering. Two parameters – number of stems per plant and branching density – were defined in this research. Branching density of 8 oregano accessions (18%) was intermediate and it was sparse for 36 accessions (82%). Number of stems per plant varied from 1 to 14 stems. The average number was 2.5 stems per plant. The data statistical analysis showed that the variability between accessions was significant ($p < 0.05$), but between samples of each accession it was non-significant ($p > 0.05$).

Leaf description had been made at the date of beginning of blooming; measured leaves are those of the middle node of the leafy part. Two parameters – colour of the upper surface and shape of blade of the leaf – were defined in this research. Colour of the upper surface of 23 accessions (52%) was pale green and it was green for 21 accessions (48%). Shape of blade was oblong for 4 accessions (9%), roundish for 1 accession (2%), rhomboid for 19 accessions (43%), oval for 2 accessions (5%) and other (triangular or reniform with a heart-shaped base) for 18 accessions (41%).

Inflorescence description had been made at the date of full flowering. Two parameters - density of flowers and colour of petals – were defined in this research. Density of flowers was very sparse for 2 accessions (5%), sparse – for 5 accessions (11%), medium – for 10 accessions (23%), dense – for 20 accessions (45%) and very dense – for 7 accessions (16%). Colour of petals was pink for 34 accessions (77%), white – for 5 accessions (11%), purplish red – for 2 accessions (5%), pale lilac – for 1 accession (2%) lilac – for 2 accessions (5%).

Discussion and Summary

The results showed that oregano accessions differ morphologically in Latvia by before-mentioned characters. It is important to conserve biodiversity of oregano in Latvia. On the other site, it is important to select more productive accessions for cultivation. The research of morphological characters can help to evaluate plant growth material.

It is preferable to use the erect plant growth habit in agrocenosis (mechanical harvest is possible, easy and cheap plant growing process can be provided). The maximal oregano plant height was 90 cm in Latvia (ASDAL *et al.* 2006). In this research it was 85 cm, but average result was 68.14 cm, that is good result – more than 50 cm (SIVICKA & ŽUKAUSKA 2011). Also, it is a perfect result for the first year of characterization after establishment.

Speaking about the number of stems and branching density, it is difficult to provide optimal result (10 stems per plant and dense

branching). That is why it is important to explore the growth and dynamics in the next years.

It is important to correlate the results of colour of the upper surface, shape of blade, colour of petals and density of flowers with content and composition of essential oil.

It is necessary to continue this research next years to allow plants to fully express their characteristics. It is important to explore the possible changeableness of parameters and the influence of meteorological conditions on oregano growing and plant production.

Draft Descriptor List contents just 60 parameters for *O. vulgare*. It is recommended to describe plants more thoroughly.

Acknowledgment

Thanks to assistant Marta Liepniece from the Institute of Agrobiotechnology for assisting in this research.

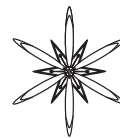
Participation in the conference is possible due to the financial support of the European Regional Development Fund project No. 2010/0294/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/009.



References

- ASDAL *et al.* 2006. Spice- and medicinal plants in the Nordic and Baltic countries. Conservation of genetic resources. Report from a project group at the Nordic Gene Bank. Nordic Gene Bank, Alnarp.
- BARICEVIC D. 2010. MAP Oregano project proposal for Phase VIII. ECPGR, Ljubljana.
- HAMMER K. & SPAHILLARI M. 2000. Crops of European origin. In: MAGGIONI L., SPELLMAN O. (eds), Report of a Network Coordinating Group on Minor Crops: 35–43. IPGRI, Rome.
- KOKKINI S. 1996. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. In: PADULOSI S. (ed.), *Oregano. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops: 2–12*. IPGRI, Rome.

- PADULOSI S. 1997.** The neglected wild and cultivated plant richness of the Mediterranean. In: MONTI L. (ed.), Neglected plant genetic resources with a landscape and cultural importance for the Mediterranean region (*Proceedings of a meeting, Naples, Italy 7-9 November 1996*): 11–19.
- SIVICKA I. 2012.** Ecological assessment of wild populations and *ex situ* conservation of genetic resources of oregano (*Origanum vulgare* L.) in Latvia. *J. Int. Sci. Pub., Ecology & Safety* **6** (1): 254–260.
- SIVICKA I. & ŽUKAUSKA I. 2011.** Research of optimal qualitative indices of oregano (*Origanum vulgare* L.). *Ražas svētki «Vecauce – 2011»: LLU mācību un pētījumu saimniecībai Vecauce – 90 (zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, Latvia)*: 47–51. (In Latvian).
- ŽUKAUSKA I. 2008** Genetic resources of culinary herbs in Latvia. *Agronomijas Vēstis. Jelgava, Latvia* **10**: 241–247. (In Latvian).
- ŽUKAUSKA I. & SIVICKA I. 2011.** Draft Descriptor List. *Origanum vulgare* L. European Cooperative Program for Plant Genetic Resources, Rome.



MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDIES OF CYANI HERBA

TATIANA CHIRU *, TATIANA CALALB, ANATOLIE NISTREANU

Abstract. Morphological and anatomical investigation were carried out on stem, leaves, flowers and bracts of the species *Centaurea cyanus* L. The diagnostic parameters of vegetal product *Cyani herba* were defined.

Key words: *Centaurea cyanus*, *Cyani herba*, macroscopy, microscopy, diagnostical features

State Medical and Pharmaceutical University of Republic of Moldova „Nicolae Testemitanu”, 22 Nicolae Testemitanu str., Chisinau, MD 2025, Republic of Moldova, * tatiana.usmf@gmail.com

Introduction

Centaurea cyanus L. is one of the species of Asteraceae family that has not been the subject of many investigations. It is an annual plant, growing as a weed in the fields. It is also used as ornamental plant because of its intense blue flowers. Cornflower has a long history of herbal use. The officinal vegetal product is *Cyani flores*. Externally it is used as anti-inflammatory and astringent for eye ailments and skin cleansing. An eye wash made with cornflower blossoms is used for conjunctivitis as well as to relieve strained, tired and puffy eyes. The dried flowers are antipruritic, antitussive, weakly diuretic, emmenagogue, ophthalmic, very mildy purgative, and tonic (GARBACKI *et al.* 1999).

According to our investigations (TURCAN *et al.* 2011) and in agreement with (PÎRVU *et al.* 2008, 2012) aerial parts of *C. cyanus* are an incontestable source of many phenolic compounds and polysaccharides. Pharmacological studies pointed out strong gastroprotective effect of the *Cyani herba* selective extracts (PÎRVU *et al.* 2012). Since *Cyani herba* is not officinal vegetal product we decided to conduct morphological and anatomical studies of cornflower aerial parts. The aim of this research was to define diagnostical features of organs of vegetal product *Cyani herba*.

Results and discussion

Common morphology of *Centaurea cyanus*

C. cyanus is an annual plant growing to 1-1.5 m tall, with grey-green branched stems and tap root system. The leaves are lanceolate, 1-4 cm long, arranged alternately on the stem, and like the stem are covered more or less with white cobwebby down that gives the whole plant a somewhat dull and grey appearance. The flowers are most commonly of an intense blue colour, produced in flowerheads 1.5-3 cm diameter, with a ring of a few large, spreading ray florets surrounding a central cluster of disc florets. The fruits are achenes.

Macroscopic identification of *Cyani herba*

Cyani herba consists of dried fragments of stem, leaves, inflorescences, and marginal, central flowers, bracts. Stem up to 3 mm in diameter, fistular, bright green, longitudinally furrowed, slightly pubescent. Leaves linear, a prominent central vein, both surfaces pubescent (Fig. 1). The flowers are produced in flowerheads 1.5-3 cm diameter, with a ring of a few large, spreading ray florets surrounding a central cluster of disc florets. The ray florets up to 2 cm length, sterile, consist of fused petals with small 5-8 upper teeth. In the disc florets the petals are fused into a tube five apical lobes. They are bisexual, containing both fertile anthers and a fertile pistil. The bracts, 12-15 mm length, 5-9 mm width, enclosing the hard head of the flower are numerous, with tightly overlapping

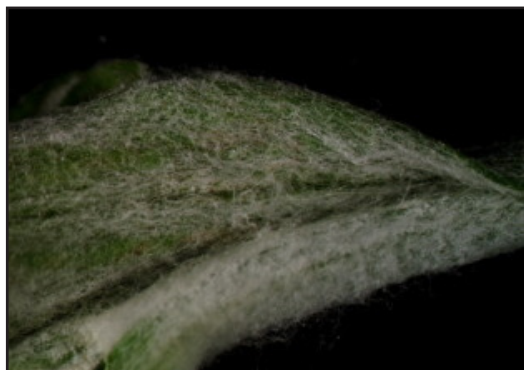


Fig. 1. *Centaurea cyanus* leaf with protective trichomes.

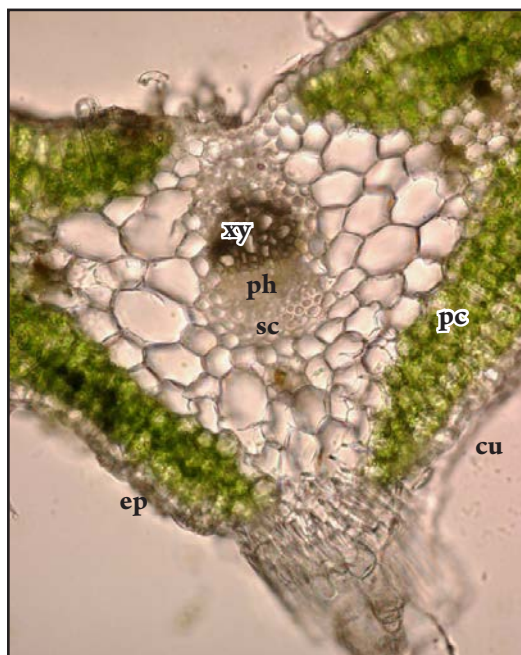
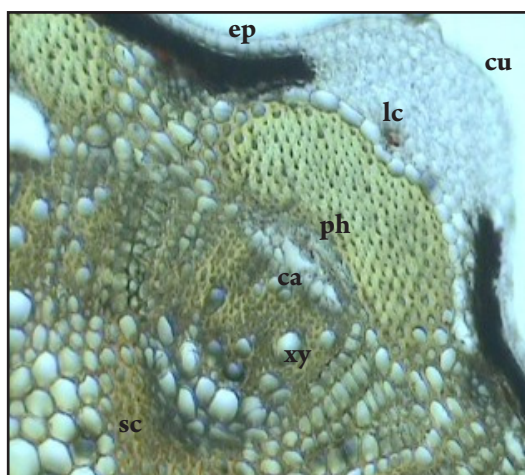


Fig. 3. Cross section through the *Centaurea cyanus* leaf: ep – epidermis; cu – cuticula; pc – palisade cells; ph – phloem; sc – sclerenchyma; xy – xylem.

◀ Fig. 2. Cross section through the *Centaurea cyanus* stem: ep – epidermis; ca – cambium; cu – cuticula; lc – latex channel; ph – phloem; sc – sclerenchyma; xy – xylem.

scales, each bordered by a fringe of brown teeth. Odour is faint, pleasantly aromatic.

Microscopic characteristic of *Cyani herba*

Microscopic stem features. The stem is wavy in outline, with distinct ridges and furrows. The epidermis with a thick cuticle, composed of a single, outermost layer of cells. Cortex is multilayer. It comprises a monolayer collenchyma close to the epidermis and parenchymatous cells. There are latex vessels. The stem contains vascular bundles of various size embedded in the parenchyma of the stem. They are collateral and open, consist of xylem, cambium and phloem, as well as capped by a sheath of sclerenchyma (Fig. 2).

Microscopic leaf features. The leaf has isobilateral structure. Both the adaxial epidermis and the abaxial epidermis are simple, with thick

cuticle. The leaves are amphistomatic, with anomocytic stomates. The leaves are densely covered with protective trichomes on both sides, very numerous on the abaxial epidermis. Trichomes are pluricellular, with one-celled sharp apex and widened at the base (Fig. 5). The mesophyll consists of three layers of condensed long palisade cells. The vascular bundles bordered by parenchyma and sclerenchymatous sheath. In the median region of the leaf, there is a large vascular bundle. In the leaves one can contains latex vessels (Fig. 4).

Microscopic flower features. The epidermis of the ray florets consists of elonged cells, straight walls. They contain anthocyanins. Disc florets have brown, spheric pollen grains on stigma.

Microscopic bract features. There is a single layered epidermis having flat-ovoidal cells. The adaxial epidermis has protective, bicellular,

scutiform trichomes, length 3.75 μm (Fig. 6). Latex vessels are present.

Based on the characters of morphology and anatomy the key features for identification of vegetal products *Cyani herba* are presented below:

Stem – fistular, longitudinally furrowed, slightly pubescent; collateral, open vascular bundles.

Leaves – linear, prominent central vein, both surfaces pubescent; pluricellular trichomes, with one-celled sharp apex and widened at the base.

Flowers – elonged epidermic cells contain anthocyanins.

Bracts – protective, bicellular, scutiform trichomes.

In stem, leaves, and bracts one can observe latex vessels.

Conclusions

Morphology and anatomy of *Cyani herba* were examined in this study. For macroscopic identification of *Cyani herba*, fistular furrowed stem, pubescent with prominent median vein leaves, and flowerheads with ray and disc florets are the most important features to be considered. Microscopically, the aerial parts of *C. cyanus* can be clearly identified from protective pluricellular long trichomes on the epidermis of leaf, whereas on the epidermis of bracts from protective bicellular scutiform trichomes. Moreover, the presence of latex vessels was observed in the stem, leaves, and bracts.

References

- GARBACKI N., GLOGUEN V., DAMAS J. 1999. Antiinflammatory and immunological effects of *Centaurea cyanus* flower-heads. *J. Ethnopharmacol.* **68**: 235–241.
- PIRVU L., ARMATU A., RAU I., SCHIOPU S. 2008. *Centaurea cyanus* L. – herba, chemical composition and therapeutical potential. *Proceedings of the International Symposium on New Research in Biotechnology, Series F*: 187–194.



Fig. 4. Leaf protective trichomes and latex channels in *Centaurea cyanus*.



Fig. 5. Base of leaf protective trichome in *Centaurea cyanus*.

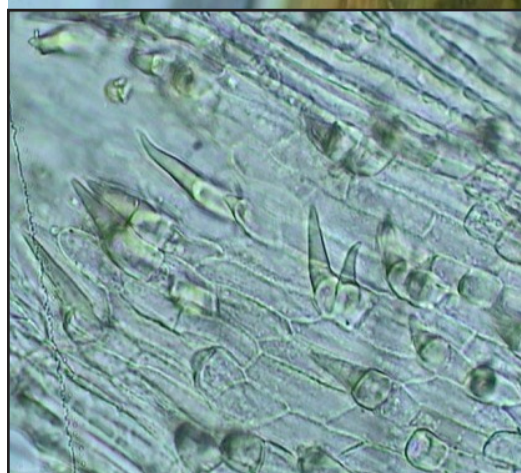


Fig. 6. Epidermis of *Centaurea cyanus* bract.

- PÎRVU L., DRAGOMIR C., SCHIOPU S., COLCERU MIHUL S. 2012.** Vegetal extracts with gastroprotective activity. Part I. Extracts obtained from *Centaurea cyanus* L. raw material. *Romanian Biotechnolo. Lett.* **17 (2)**: 7169–7176.
- TURCAN T., NISTREANU A., DIUG E., CORCODEL N. 2011.** Studiul extractiei flavonoidelor din specia *Centaurea cyanus* L. *Analele USMF “Nicolae Testemitanu”, Chisinău.*



MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL RESEARCH OF *HELIANTHUS TUBEROSUS* L. INFLORESCENCE

TATYANA GONTOVAYA, YANA KICHIMASOVA *, OLGA SOKOLOVA

Abstract. For the first time the features of an external and internal structure of inflorescences of Jerusalem artichoke's (*Helianthus tuberosus* L.) from Asteraceae family has been investigated. As a result of researches macro- and microscopic diagnostic signs which can be used for the identification of medicinal vegetable stuff and the development of the QCT (quality control technique) project were revealed.

Key words: *Helianthus tuberosus*, inflorescence, floret, involucre, morphology, anatomy

National Pharmaceutical University, 53 Pushkinskaya str., Kharkov, 61002, Ukraine; *yasa_botany@ukr.net

Introduction

In recent years the prevention of various diseases becomes of topical interest due the complicated ecological situation. Drug plants are the source of BAS complexes which reveal various ranges of action.

Jerusalem artichoke or tuberiferous sunflower (*Helianthus tuberosus* L.) is a perennial plant from Asteraceae family (ТАХТАДЖАН 1987). In Russia and Ukraine the species is known as a girasol, while in Europe it is called 'Jerusalem artichoke'. *H. tuberosus* is well known in traditional and folk medicine thanks to retardant action on organism aging. It also contains harmful substances preventing different diseases (КОЧНЕВ *и др.* 2002).

H. tuberosus is well cultivated as technical, fodder and dietary crop. It grows on all types of soils without use of mineral and organic fertilizers. It is frost-resistant, low-maintenance species which is not affected by pests and diseases. Moreover it does not accumulate nitrates, heavy metals and radioactive nuclides in areas with technical pollution (ПОСКРЕВЫШЕВА 2000; SEILER 2007).

In traditional medicine broths and grass infusions, as well as girasol tubers are used in the treatment of diabetes, atherosclerosis, diseases of gastrointestinal tract and cardiovascular system, acute and chronic hepatitis, and also in cosmetic for removing skin defects. The

leaves and the flowers of a girasol are used for treatment of articulate diseases such as arthritis, arthrosis, bursitis, osteochondrosis, radiculitis, gout, and stabilization of the musculoskeletal system after traumas, arteriosclerosis of vessels of lower extremities (ЛАВРЕНОВ *и др.* 2001).

From the chemical point of view *H. tuberosus* is most fully studied (KAYS & NOTTINGAM 2008.). Girasol's tubers contain proteins (up to 3,2% from the weight of dry substance), pectin substances (up to 11% from the weight of dry substance), amino acids, organic and fatty acids, and such elements as iron, silicon, zinc. The girasol is more than 3 times richer than potato, carrot and beet by content of vitamins of B- B_1 and B- B_2 groups, ascorbic acid. A unique carbohydrate complex based on the fructose and its polymers (fructooligosaccharides and inulins) distinguishes the girasol from other vegetables. The grass and blossoms of *H. tuberosus* are studied a little less. The research on girasol flowers and inflorescences presents obvious scientific interest because these parts are often successfully used in medicine as separated types of feedstock (ДЕРЖАВНА ФАРМАКОПЕЯ УКРАЇНИ 2008).

Completing above-mentioned results we studied an external and internal structure of the leaflets of inflorescence's involucre, ray and middle florets and the bracts of *H. tuberosus* to establish its diagnostic macro- and micromorphological features.

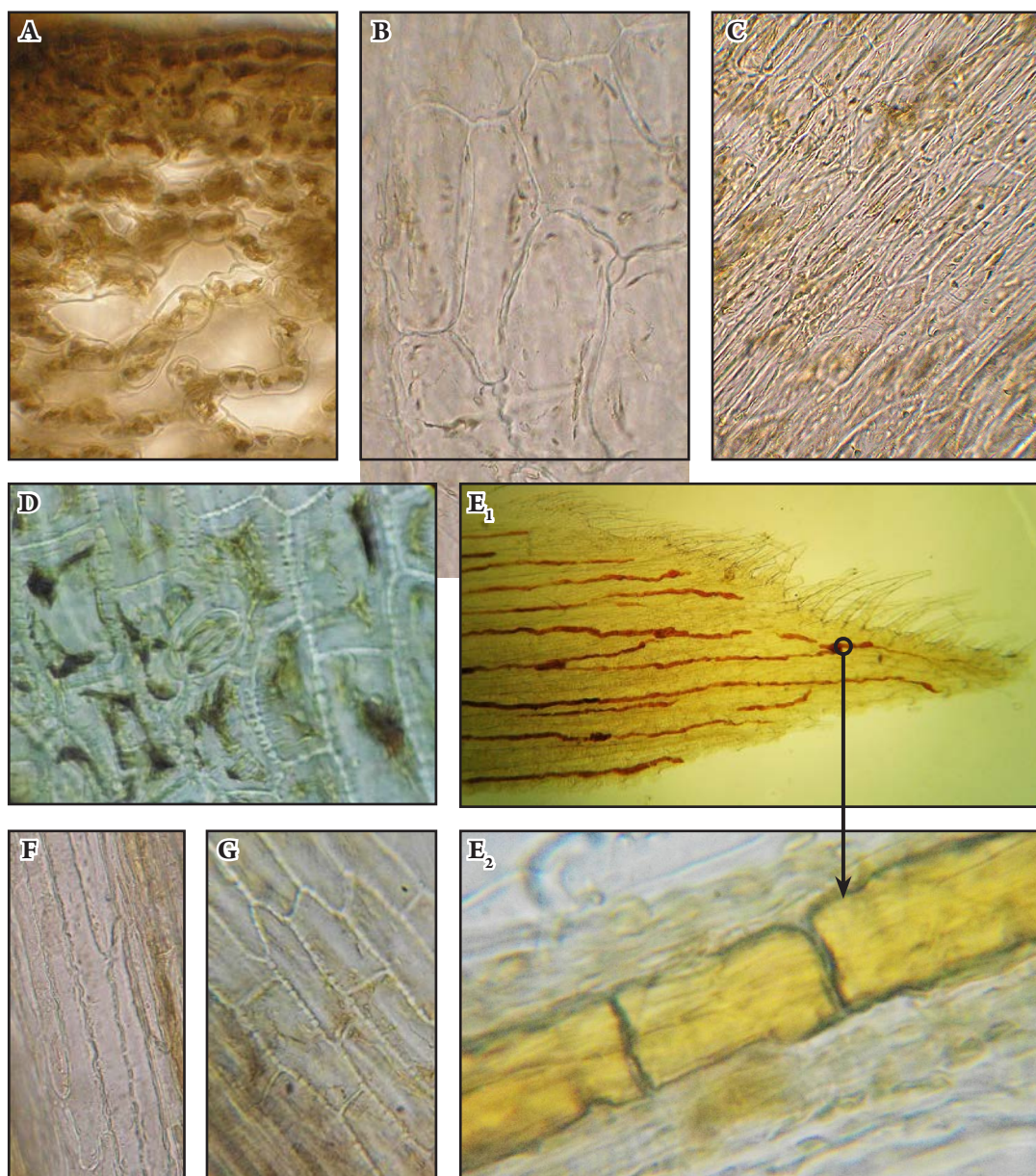


Fig. 1. Microscopic features of involucre leaflets (A-D) and the bracts (E-F) of *Helianthus tuberosus*: **A** – cross section through the involucre leaflet; **B** – adaxial epidermis among the veins of the involucre leaflet; **C** – adaxial epidermis over the veins of the involucre leaflet; **D** – abaxial epidermis of the involucre leaflet; **E** – the fragment of the bract with laticifers; **F** – adaxial epidermis of the bract, **G** – abaxial epidermis of the bract.

Material and methods

Anthodiums were gathered for research on the experimental lots in the Kharkov region, village Tishki. The stocking of feedstock was carried out during the blossoming period at the

end of September 2011. After that anthodiums were dried on aerated shaded place.

The fresh and fixed material was used for identification the macro- and the microscopic features of flowers, bracts and involucre of inflorescences. The structure of the involucre's

leaflets was studied on cross sections and from a surface, epiderm of flowers and bracts – only from a surface applying standard methods (БАРЫКИНА и др. 2004; СЕРБИН и др. 2006; EVERT 2006; RUDALL 2007). There were used magnifying glass, binocular microscope MBS-9, MBI-6 LOMO microscope with $\times 80$, $\times 120$, $\times 300$ and $\times 600$ magnifications.

Diagnostic features were photographed using digital camera Olympus FE-140. Then photos were processed using Adobe Photoshop CS5 2.1 software.

Results and discussion

As a result of researches the main features of anthodium were described. The size of apical inflorescences varies from 5 to 10 cm in diameter. Involucre of anthodium is tiled, 3-layered. Its leaflets are thin, lanceolate, with sharp tip, rigid, densely fibrous on edge and ends. Leaflets of the first row are unbent down, and the second and the third row are adjoined to flowers. Leaflets are about 12-14 mm in length and 2-3 mm in width. Bracts are scarious, pubescent from the outer edge. Ray florets are falsely ligulate, yellow, female or sterile, up to 30 mm in length, usually in number of 10-20 pieces. Median flowers are tubular, bisexual, 13-18 mm in diameter. Synantherous androecium consists of 5 stamens. Cenocarpous gynoecium is formed by 2 pistils. Stigmas are two-lobed, with pinnate lobes covered by papillae (Fig. 2 E-G). Calyx is represented by two very small awl-shaped sepals.

Leaflets of involucre on a cross section have dorsiventral structure (Fig. 1 A). Palisade mesophyll consists of 3 layers, its cells are small, roundish or elongated. Spongy mesophyll consists of 5-6 layers, its cells are small, roundish and T-shaped, grouping in chains and forming very large blind pits.

Epidermal cells are enlarged, oval, and thin-walled, they are covered with a thin folded cuticle (Fig. 1). The cells are strongly extended along the veins, they have straight walls, sometimes a little bit sinuous (Fig. 1 C). From outward side epidermal cells are thick-walled with dark brown content (Fig. 1 D). Stomata are

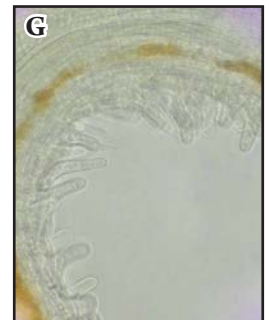
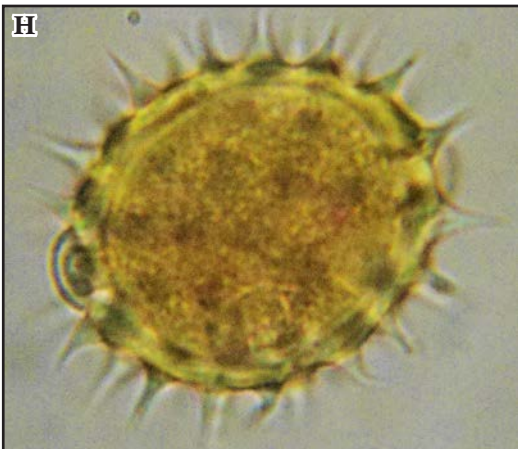
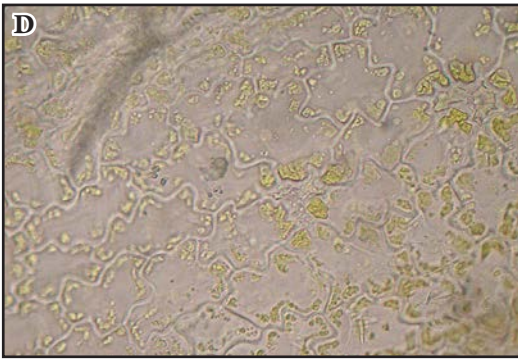
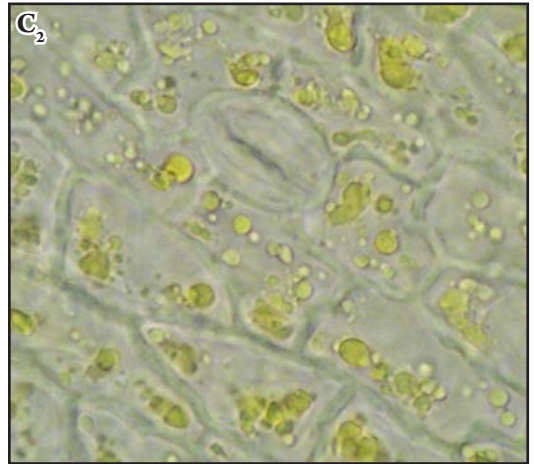
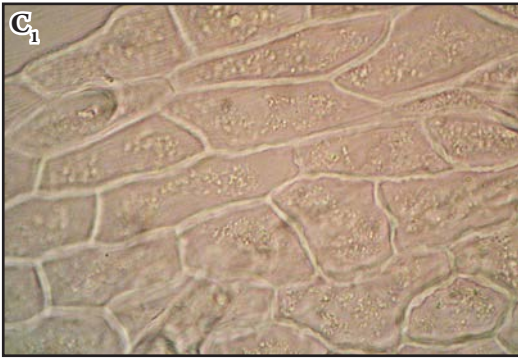
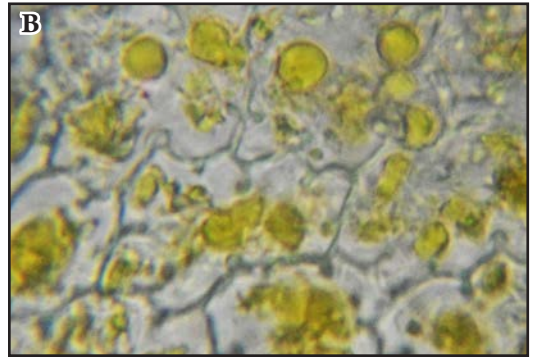
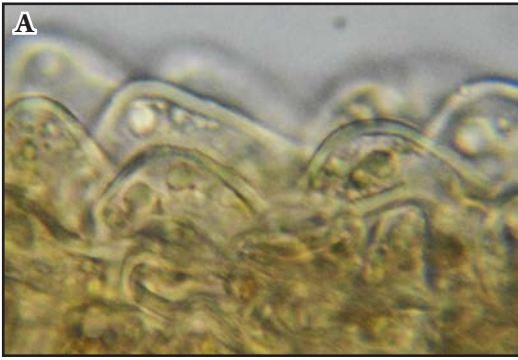
thick, very large and oval.

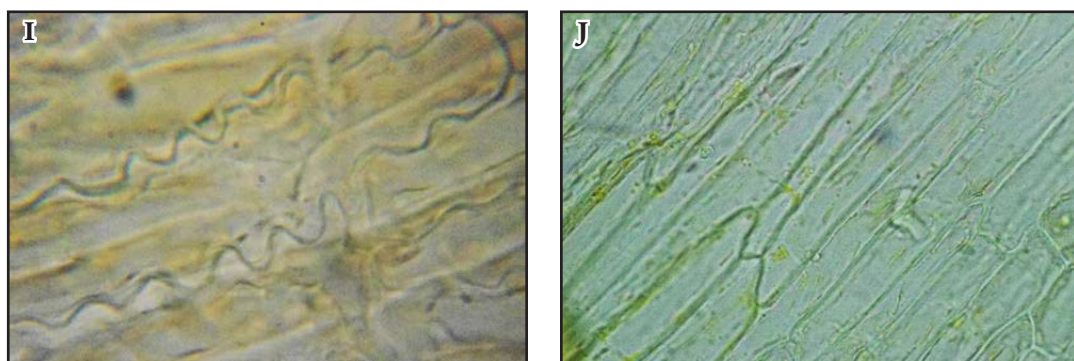
Leaflets of involucre are pubescent from both sides but on its edges hairs are more often founded. At the basis of leaflets hairs are short, 2- and 3-cellular (Fig. 3). Near the middle rib pubescence is denser, there hairs are longer, straight or bent on the top, 5-7-cellular; their 2-3 basic cells are parenchymatous, and the others are extended (Fig. 3 E). At the tips of leaflets are sparsely pubescent, hairs are smaller, often break off. Among large covering hairs on the stalks also occasionally occur short, 5-7-cellular, glandular hairs (Fig. 3 A). 3-4-cellular short hairs with the wide basis are met over an internal and external surface of leaflets (Fig. 3 C, D).

Adaxial epidermis of bracts consists of strongly extended cells with thin, a little bit sinuous walls. While abaxial epidermis consists of oval cells with more or less straight, and clearly conspicuous thickened walls (Fig. 1 G). The edges of bracts are densely pubescent by three types of trichomes: 3-4-cellular capitate (Fig. 3 A), covering (Fig. 3 C, D) and multicellular (Fig. 3 E) hairs. On superficial preparations there are noticed articulate laticifers with brown contents (Fig. 1 E).

Adaxial epidermis of tepals' edges is presented by parenchymatous cells with loop-like thin emergences of the cell walls (Fig. 2 B) which also forms papillae on the tip of tepal (Fig. 2 A). Abaxial epidermis on the edge is formed by parenchymatous cells of irregular shape with poorly thickened walls. Near the centre of tepal abaxial cells have thin, strongly sinuous walls. On abaxial surface large stomata of anomocytic type sparsely occur. There are glandular trichomes on a short bicellular stalk with a roundish multicellular head (Fig. 3 F).

Adaxial epidermis of the tepals from tubular flowers is papillate, the cells are extended, thin-walled, poorly sinuous-walled. The cells of abaxial epidermis are strongly extended, with thin and straight walls. The epidermis on a pharynx and sprockets contains 3-4-cellular simple hairs (Fig. 3 C, D), while in the central part of calyx the multicellular glandular hairs occur very sparsely (Fig. 3 A). Abaxial epidermis of tepals from tubular flowers is presented by narrow, extended cells with thin straight walls.





◀ **Fig. 2.** Microscopic features of ray (A-G) and tubular (H, I) flowers, and the pollen grain (J) of *Helianthus tuberosus*: A – papillate top epidermis of the perianth of ray flower; B – looplike cells of adaxial epidermis of the perianth of ray flower; C – abaxial epidermis near the edge of the tepal from ray flower; D – abaxial epidermis near the middle of the tepal from ray flower; E-G – stigma; H – pollen grain. On current page: I – adaxial epidermis of the perianth of tubular flower; J – abaxial epidermis of the perianth of tubular flower.

Pharynx on abaxial surface is densely pubescent by 2-4-cellular (Fig. 3 C, D) and glandular hairs (Fig. 3 A). In the central part of calyx and on the sprockets the hairs are absent; however the sprockets are densely covered with papillate emergences.

Pollen grains (Fig. 2 H) are three-furrowed, goldish. Surface sculpture is prickly; thorns are extended and pointed, they are located in regular intervals. In outlines from a pole and equator the pollen grains are almost roundish or little equatorially extended. The furrows are short, deckle-edged, with often poorly noticed contours and dull ends.

Conclusions

For the first time the anatomic structure of flowers and the leaflets of involucre of *Helianthus tuberosus* inflorescences has been studied. The main diagnostic macroscopic features of anthodium are: a) presence of two types of the flowers (bisexual tubular and sexless false-ligulate); b) filmy bracts with slantwise cut tips. The main microscopic signs are: a) special shape of epidermal cells of calyx, bracts and leaflets of involucre; b) presence of articulate laticifers in all parts of anthodium; c) 4 types of trichomes (glandular multicellular; 3-cellular with a collapsed basic cell; 3-4-cellular covering; multicellular glandular with a spherical head); d) three-furrowed, thorny pollen grains. The

obtained data can be used for standardization of medicinal raw materials.

References

- БАРЫКИНА Р.П., ВЕСЕЛОВА Т.Д., ДЕВЯТОВ А.Г. и др.** 2004. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Изд.-во МГУ, Москва.
- ДЕРЖАВНА ФАРМАКОПЕЯ УКРАЇНИ** 2008. РИРЕГ, Харків.
- КОЧНЕВ Н.К. и др.** 2002. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века. Арес. Москва.
- ЛАВРЕНОВ В.К. и др.** 2001. Энциклопедія практичної фітотерапії. Стакер, Донецк.
- ПОСКРЕБЫШЕВА Г.И.** 2000. Топинамбур. Олма-пресс, Москва.
- СЕРБИН А.Г. и др.** 2006. Атлас по анатомии растений. Растительная клетка, ткани, органы. Колорит, Харьков.
- ТАХТАДЖАН А.А.** 1987. Система магнолиофитов. Наука, Ленинград.
- EVERT R.F.** 2006. Esau's plant anatomy. Wiley-Interscience. New York.
- KAYS S.J. NOTTINGAM S.F.** 2008. Biology and chemistry of Jerusalem artichoke *Helianthus tuberosus* L. CRC Press, New York.
- RUDALL P.J.** 2007. Anatomy of flowering plants. Cambridge University Press, New York.
- SEILER G.J.** 2007. The potential of wild sunflower species for industrial uses. *Helia* 30: 175–198.

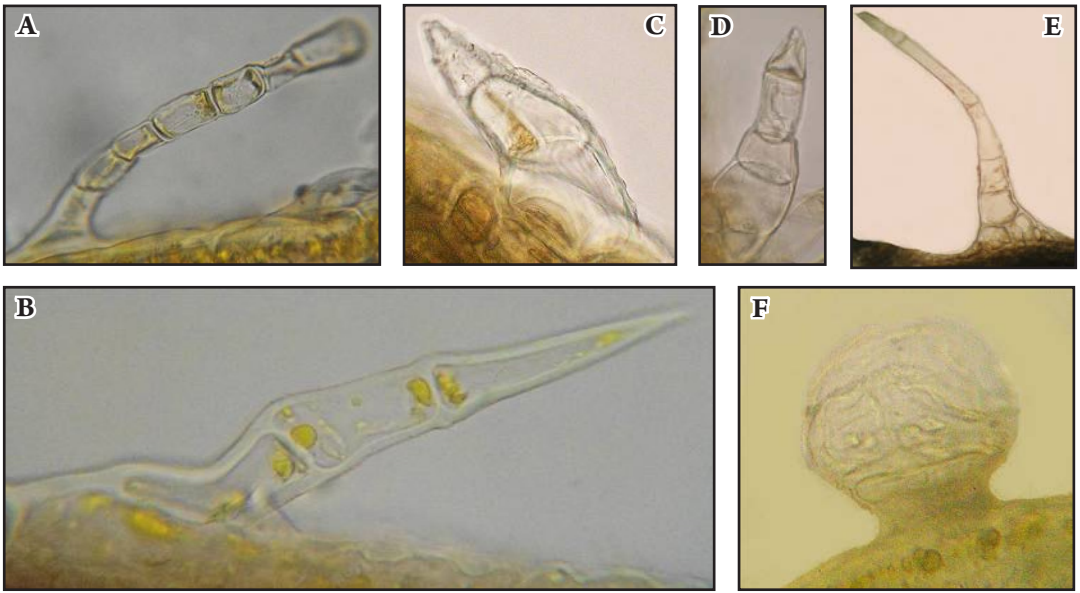


Fig. 3. The types of trichomes of *Helianthus tuberosus* inflorescences: **A** – multicellular glandular; **B** – 3-cellular with collapsed basal cell; **C, D** – covering 3-4-cellular; **E** – 5-7-cellular bent; **F** – glandular with short bicellular stalk and roundish multicellular head.



ASSESSMENT OF CADMIUM AND NICKEL TOLERANCE OF MAIZE CULTIVARS BASED ON ROOT AND SHOOT GROWTH

V.M. GRYSKO^{1*}, D.V. SYSHCHYKOV¹, T.A. ARTIUSHENKO¹, I. MATUSIKOVA²

Abstract. The test of tolerance degree of some maize cultivars to the heavy metals action (in particular cadmium and nickel) by the Wilkins root test has been conducted. It has been established that the greatest tolerance to the stress was in the cv. 'Dniprovski 425', and the lowest in 'Premija 190'.

Key words: maize, cadmium, nickel, tolerance, stress

¹ Kryvyi Rig botanical garden NAS of Ukraine, 50 Marshaka str., Kryvyi Rig, 50089, Ukraine; * vit.grishko@rambler.ru

² Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Slovak Academy of Sciences, Akademická 2, P.O. Box 39A, Nitra, 95007, Slovak Republic

Under the influence of any kind of stress changes of various physiological parameters arise in organisms. As a total reflection of all primary physiological-biochemical disturbances (permeability of membranes, structural state of DNA, changes of cytoplasm osmoregulation and other) and secondary responses (braking of protein synthesis and inhibition of cell division) there are integrated changes of important physiological functions in plant organism: e.g. increasing of total biomass and size of a whole plant and its certain vegetative organs (KHALID & TINSLEY 1980; ГУРАЛЬЧУК 1994; OUZOUNIDOU 1997; ERNST 1998).

The level of seedling tolerance to the heavy metals influence was determined by root test. For this purpose, seeds of maize after germination were transferred on a medium with the ions of Cd²⁺ and Ni²⁺ in followings concentrations: for Cd²⁺ – 4 mg/l (1 MPC) and 40 mg/l (10 MPC), for Ni²⁺ – 3 mg/l (1 MPC) and 30 mg/l (10 MPC). After 72-hour exposure the Wilkins root index (RI) was calculated (WILKINS 1978).

The analysis of experimental data in variants with the use of cadmium compounds at low concentration shows that it was not possible to differentiate the maize cultivars with the high- or low degree of tolerance to the stress. Therefore the analyzed cultivars were divided into two groups: with the low and high degree of metal tolerance. In the first group of cultivars

('Blitz 160', 'Delikatesnaja', 'Euro 401', 'Premija 190', 'Euro 301', 'Tone 320') the diminishing of main root' length exceeded 10% in total and 15% – in average relation to control plants (Tab. 1). For the rest of cultivars ('Svit 400', 'Dniprovski 425', 'Fond 404') the length of main root decreased by 6-7% in total or did not differ from control ('Dniprovski 425'). The second case belongs to the group with the highest tolerance to cadmium action.

After adding of the other heavy metal – nickel into the medium, length of shoot and main root were decreased in less extent comparing to cadmium. The grouping of cultivars was according to tolerance levels were comparing to the cadmium variants of experiment. So, the number of sensitive cultivars in this case diminished: 'Delikatesnaja', 'Euro 401', 'Premija 190', 'Euro 301' and 'Tone 320'. At this group of cultivars length of main root diminishes, and value of RI changes from 0.88 to 0.92 (Tab. 1). Absence of statistically reliable difference of main root length was fixed for the followings cultivars: 'Blitz 160', 'Svit 400', 'Dniprovski 425', 'Fond 404'. Experimental information and expected values of RI allow including of these cultivars in a group with the high degree of metal tolerance. Thus, our research testified that using low concentration of cadmium and nickel compounds the tolerance to heavy metals in maize cultivars is relatively high. This tolerance

Table 1. Length of main root (cm) and root index (RI) of some maize cultivars under the influence of heavy metals, n = 100.

Cultivar	Control	1 MPC Cd		10 MPC Cd		1 MPC Ni		10 MPC Ni	
		M±m	RI	M±m	RI	M±m	RI	M±m	RI
'Blitz 160'	2.71±0.07	2.39±0.06*	0.88	2.07±0.06*	0.76	2.87±0.08	1.06	2.06±0.05*	0.76
'Delikatesnaja'	1.6±0.05	1.36±0.04*	0.85	1.07±0.03*	0.67	1.45±0.04*	0.91	1.18±0.05*	0.74
'Svit 400'	1.46±0.05	1.34±0.03*	0.91	1.06±0.04*	0.72	1.37±0.04	0.94	1.27±0.05*	0.87
'Euro 401'	2.16±0.06	1.84±0.06*	0.85	1.49±0.04*	0.69	1.98±0.05*	0.92	1.7±0.04*	0.79
'Premija 190'	2.76±0.06	2.33±0.08*	0.84	1.6±0.05*	0.58	2.35±0.06*	0.85	1.86±0.05*	0.68
'Euro 301'	2.35±0.07	2.05±0.05*	0.87	1.67±0.05*	0.71	2.09±0.06*	0.89	1.86±0.05*	0.79
'Dniprovski 425'	2.46±0.05	2.32±0.06	0.94	2.12±0.06*	0.86	2.59±0.06	1.05	2.26±0.06*	0.92
'Tone 320'	2.01±0.06	1.69±0.05*	0.84	1.47±0.05*	0.73	1.77±0.04*	0.88	1.58±0.04*	0.79
'Fond 404'	2.68±0.06	2.49±0.05*	0.93	2.07±0.04*	0.77	2.69±0.05	1.0	2.26±0.04*	0.84

* – statistically reliable difference in relation to control, p < 0,05.

is not only cultivar-specific but also depends on the used heavy metal.

Growth of maize on a medium which contains the high concentration of cadmium and nickel compounds have appeared as a better selective factor to display the tolerance degree to heavy metals influence and allowed more expressively to define steady and unsteady cultivars. Under the influence of cadmium in concentration 40 mg/l the shoots of the cultivar 'Premija 190' were the most oppressed. In addition, the main root length has also decreased to 42% in comparison to control (Tab. 1). Shoots of 'Dniprovski 425', which showed no changes under low concentrations, at high metal doses (40mg/l) also shows the highest tolerance as resulted from RI values. Other cultivars which showed tolerance to low concentrations of heavy metals, in this case occupy an intermediate position. In plants of these cultivars ('Blitz 160', 'Delikatesnaja', 'Svit 400', 'Euro 401', 'Euro 301', 'Tone 320' and 'Fond 404') the diminishing of main root exceeded 20% and increased from 23% to 33% in relation to control.

Adding the nickel in high concentration (30 mg/l) also resulted in the statistically reliable suppression of main root and shoot lengths in all investigated maize cultivars. But it should be noted that the difference was not as clear as in the case of cadmium (Tab. 1). For the cultivar 'Premija 190' the most substantial reduction of root growth (length of main root diminished by

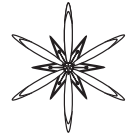
32%) and accordingly the lowest degree of metal tolerance were noted. However, the cultivar 'Dniprovski 425' did not show remarkable sensitivity to nickel what was expressed in the statistically reliable decreasing of main root just by 8%. As a result the cultivar 'Dniprovski 425' was suggested as the most tolerant cultivar to a stress influence caused by the heavy metals. The other cultivars used in experiment both by RI calculations and by the absolute values of main root length were attributed to a group of moderate metal tolerance.

As a result of the conducted research it is possible to establish that under the obtained cadmium and nickel concentrations the cultivar 'Premija 190' seems to be unsteady, while the cultivar 'Dniprovski 425' is a relatively tolerant cultivar.

This work was performed in the frames of scientific project NAS of Ukraine «Translocation of heavy metals and fluorine in the «soil-plant» system and increase of plants stability at the action of abiotic factors» (№ 36/2010-2014) and joint project between Kryvyi Rig botanical garden NAS of Ukraine and Institute of Plant Genetics and Biotechnology of Slovak Academy of Sciences «Participating of the antioxidant plants systems in a physiological-biochemical response on a cadmium and nickel stress influence».

References

- ГУРАЛЬЧУК Ж.З. 1994.** Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам. *Физиология и биохимия культ. растений* **26 (2)**: 107–117.
- ERNST W.H.O. 1998.** Effects of heavy metals in plants at the cellular and organismic level. In: SHUURMANN G., MARKERT B. *Ecotoxicology. Ecological fundamentals. Chemical exposure and biological effect*: 587–620. Heidelberg, Wiley.
- KHALID B.Y., TINSLEY J. 1980.** Some effects of nickel toxicity on ryegrass. *Plant Soil* **55**: 139–143.
- OZOUNIDOU G., MOUSTAKAS M., ELEFThERIOU E.P. 1997.** Physiological and ultrastructural effects of cadmium on wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **32**: 154–160.
- WILKINS D.A. 1978.** The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth. *New Phytol.* **80 (3)**: 623–633.



THE SHARE OF ROOTS, SWARD AND STUBBLE BIOMASS IN BIOLOGICAL YIELD OF SELECTED GRASS SPECIES

PIOTR KACORZYK *, MIROŚLAW KASPERCZYK **, JOANNA SZKUTNIK ***

Abstract. In this study assessed the share of harvested yield and share of root stem bases and stolon biomass in biological yield of 6 grass species grown in pure sowing. The biological yield included harvested yield from 3 regrowth and biomass of RSS (roots, sward and stubble), which was taken after 3th cut. The highest biological yield was observed in *Festuca rubra*, next in *Arrhenatherum elatius* and *Poa pratensis*, and the smallest in *Holcus lanatus* and *Agropyron repens*. In *F. rubra* harvested yield held 13.8% of biological yield, and RSS biomass held 86.2%. In contrast, in *H. lanatus* harvested yield was 44.7% and RSS biomass was 55.3% of biological yield.

Key words: *Agropyron repens*, *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Poa pratensis*, biological yield, harvested yield, root, sward and stubble biomass

University of Agriculture in Krakow, Institute of Plant Production, Department of Grassland Management, 21 Al. Mickiewicza, 21-130 Krakow, Poland; * p.kacorzyk@ur.krakow.pl; ** kl@ur.krakow.pl; *** j_szkutnik@op.pl

Introduction

Productivity of grass is generally evaluated in terms of dry matter yield. Less attention is paid to a total yield (biological yield) produced by the plant species. According to DOMAŃSKI (1998) non-utilization yield (biomass of roots, sward and stubble – RSS) determined the durability of plant and rate of recovery after the winter and each regrowth after harvest. According to WOLSKI *et al.* (2006) in the grass coverage process the proper development of root system is an essential element in stabilizing the ground horizontally and vertically. RSS biomass determines the level of grass coverage process, the resistance of sod and soil from destruction. The size and location of the root mass is dependent not only on the type of grass but also of abiotic conditions (GŁĄB *et al.* 2009). Compact and strong sod is the most desired features in places often trampled and exposed to erosion. Thus, the aim of this study was to determine the biological yield, as well as RSS biomass in selected grass species with the ability to display their possibility to utilization in different management areas.

Material and methods

The assesment of species yielding was conducted for 3 years. Experimental field was located in Krakow – Bielany (50°2'9.41 N, 19°49'34.52 E). Experiment was established on the soil which in Polish soil taxonomy from 2011 is set as brown earths. The chemical properties of the soil were: pH(KCl) – 5.34; organic substance – 1.134%, total nitrogen – 0.078%, sulfur – 0.013%; assimilable P, K and Mg – 31.03, 138.46, 86.22 mg · kg⁻¹ DM respectively. Following grasses: *Poa pratensis* L., *Holcus lanatus* L., *Festuca rubra* L., *Lolium perenne* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl. and *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. was sown in pure sowing in the early spring of 2010. Above replacement grass seeds come from local ecotypes. Annually grasses received 15 kg · ha⁻¹ of P, 30 kg · ha⁻¹ of K and 100 kg · ha⁻¹ of N.

Phosphorus and potassium was used once in the spring, nitrogen was used in three doses – 40% in the first regrowth and 30% at the second and third regrowth. Sward was mowed three times per year. In the third year of the study participation of species in the sward was follow: *P. pratensis* was 90%, *H. lanatus* – 94%, *F. rubra* – 97%, *A. elatius*



Fig. 1. The holding of the soil by: 1 – *Poa pratensis*; 2 – *Holcus lanatus*; 3 – *Festuca rubra*; 4 – *Arrhenatherum elatius*; 5 – *Lolium perenne*, 6 – *Agropyron repens*.

– 86%, *L. perenne* – 87%, *A. repens* – 90%.

Harvested yield was weighed annually. Third column of Tab. 1 shows the average data for three years. Samples of RSS biomass were collected after third cutting in the third year of experiment (25.09.2012). Because RUTKOWSKA *et al.* (1980) and TOMAŠKIN (1997) shown that grasses after this period have the relation between aboveground and underground biomasses very close to that in perennial meadows and pastures. Roots with stolons were taken with special instrument for collecting plant material (PATENT NO. 212867). Samples were collected in 10 replicates taken from a depth 0-20 cm. The surface area of ten replicates was 0.25 m², and results were calculated per 1 ha. Roots and stolon biomasses from soil and determined dry matter, as well as calculated size of the RSS biomass are shown in Tab. 1. The results were analyzed statistically with ANOVA and LSD difference traits were considered significantly at the level of $p < 0.05$ applying Statistica 7.0 software.

Results

Fig. 1 shows how root systems of grasses holding the soil. *F. rubra* roots the best penetrate the soil profile horizontally as well as vertically

(Fig. 1 3). In this species most roots are developed in the soil up to 18 cm and strongly holding the soil. In second place in this respect was *P. pratensis* (Fig. 1 1) and *A. elatius* (Fig. 1 4). In these species, most roots reached up to 18 cm, but holding of the soil was worse. In the next position in terms of the above-mentioned features were *H. lanatus* (Fig. 1 2) and *A. repens* (Fig. 1 6). The shallowest root system has *L. perenne* (Fig. 1 5). In this first species roots were developed in the soil up to 5 cm and only to this depth they well hold the soil.

The data of Tab. 1 show that the highest biological yield was produced by *F. rubra* – 29 t · ha⁻¹ DM. Almost 20% smaller biological yields were in *P. pratensis* and *A. elatius*, about half less – in *H. lanatus*, *A. repens* and *L. perenne*.

The highest harvested yield was produced by *A. elatius* (8.5 t · ha⁻¹, and 38.2% of biological yield). Harvested yields of *H. lanatus* and *L. perenne* were lower than the yield of *A. elatius* by 34%, and of *P. pratensis* and *A. repens* – by 42%. The smallest yield was in *F. rubra* – just 4 t · ha⁻¹. However, the RSS biomass of *F. rubra* was more than in 6 times higher than the harvested yield, and it was the largest among studied species.

Biomass of RSS of *P. pratensis* comparing the harvested yield was almost 3.5 times higher, while in the other species this value was ranged

Table 1. Biological and harvested yield, and RSS biomass of selected grass species.

Species	Biological yield	Harvested yield	RSS biomass	The share of RSS biomass in the biological yield, %
	t · ha ⁻¹ (DM)			
<i>Poa pratensis</i>	22.1b	5.0	17.1b	77.3
<i>Holcus lanatus</i>	14.6d	6.5b	8.1d	55.3
<i>Festuca rubra</i>	29.0a	4.0d	25.0a	86.2
<i>Arrhenatherum elatius</i>	22.3b	8.5a	13.8	61.8
<i>Lolium perenne</i>	16.2c	6.5b	9.7c	59.9
<i>Agropyron repens</i>	14.7d	5.0c	9.7c	65.9

*Means within the column followed by the same letter are not significantly differ by Tukey's Multiple Range Test at $P \leq 0.05$.

from 1.2 to 1.9 times. The share of RSS biomass in the biological yield was the highest in *F. rubra* and amounts up to 86.2%, in the second position was *P. pratensis* – 77.3%. In the rest species the share of RSS biomass in biological yield was on 1/3 lower than in *F. rubra*.

Discussion

The roots of *F. rubra*, *P. pratensis* and *A. elatius* are very well developed vertically. However, in two last species roots weakly holding the soil what indicates the lower horizontal development. According to TURGEON (2005) and WOLSKI *et al.* (2006) in most species of grasses roots are developed in orthotropic way. The research of RYCHNOWSKA (1983) and JANKOWSKI *et al.* (2012) shown that main root mass is located in the soil up to 20 cm, but their horizontal arrangement shows wide variability.

Presented study on RSS biomass in share of biological yield in *H. lanatus*, *L. perenne*, *A. repens* and *A. elatius* is similar to the results represented by PECHAČKOVA & KRAHULEC (1995) in the meadows with mixed sward. According to JANICKA (2004) RSS biomass in the yield of the most grasses is about 70%. It corresponds to our observations for *P. pratensis* and *A. repens*, while for *F. rubra* the value was about 1/5 higher than obtained by JANICKA (2004).

Conclusions

1. Location of grass roots in the soil profile

is a feature which mostly depends from species.

2. There was no obtained strong correlation between harvested yield and RSS biomass.

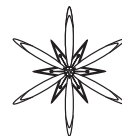
3. Biomass of biomass of roots, sward and stubble (RSS) in *Festuca rubra* was the largest and was in 3 times higher than in *Holcus lanatus*.

4. The smallest harvested yield provided by *Festuca rubra*, and the largest – by *Arrhenatherum elatius*. The yield of these species differs more than twice.

References

- DOMAŃSKI P. 1998. Trawy darniowe: kostrzewa czerwona, wiechlina łąkowa, życica trwała. *Synteza wyników doświadczeń odmianowych. Seria 1994. COBORU Słupia Wielka 1136*: 1–21.
- GLĄB T., KACORZYK P., ZALESKI T. 2009. Effect of land management in mountains regions on physical quality of sandy loam Haplic Cambisol soli. *Geoderma 149*: 298–304.
- JANICKA M. 2004. Rozmieszczenie biomasy kilku gatunków traw w zależności od terminu siewu i uwilgotnienia siedliska w trzecim roku po zasiewie. *Annales UMCS, Sect. E 59 (4)*: 1705–1713.
- JANKOWSKI K., CZELUŚCIŃSKI W., JANKOWSKA J., SOSNOWSKI J. 2012. Wpływ odpadu popieczarkowego na masę korzeniową mieszanek trawnikowych. *Inżynieria Ekologiczna 28*: 94–101.
- PATENT NO. 212867. Udzielenie patentu w UPRP Pt. „Urządzenie do pobierania próbek” Na rzecz: Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Twórca: Piotr Kacorzyk.
- PECHAČKOVA S., KRAHULEC F. 1995. Efficient nitrogen economy: Key to the succes of *Polygonum bistorta* in an abandoned mountain meadow. *Folia Geobot. Phytotax. 30*: 211–222.

- RUTKOWSKA B., STANKO-BRÓDKOWA B., LEWICKA E., DEBSKA Z. 1980.** Kształtowanie się biomasy nadziemnej i podziemnej roślin na pastwisku wieloletnim i nowo zasianym. *Rocz. Nauk Rol., Ser. F* **80 (1)**:129–144.
- RYCHNOWSKA M. 1983.** Grasslands: a multifunctional link between natural and man-made ecosystems. *Ekologia* **2**: 337–345.
- TOMAŠKIN J. 1997.** Akumulacja i rozwój systemu korzeniowego na użytkach zielonych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* **453**: 153–165.
- TURGEON A. 2005.** Turfgras management. 7th edition. Opearson Prentice Hall. Upper sadle River, New Jersey.
- WOLSKI K., KOTECKI A., SPIAK Z., CHODAK T., BUJAK H. 2006.** Ocena wstępna możliwości wykorzystania kilkunastu gatunków traw w stabilizacji skarp obwałowań składowiska „Żelazny Most” w Rudnej. *Zeszyty Naukowe UP Wrocław, Rolnictwo LXXXVIII* **545**: 293–299.



DECORATIVE VALUE OF THREE DAHLIA CULTIVARS (*DAHLIA* × *CULTORUM* THORSR. ET REIS) TREATED WITH GIBBERELLIN

KRYSTYNA PUDELSKA * & EWELINA PODGAJNA

Abstract. Dahlia (*Dalia* × *cultorum* Thorsr. et Reis) is a perennial that due to special decorative value, diversity of inflorescences colours and shapes as well as plants height, is widely planted in flowerbeds, borders and different garden containers. Growth regulators play a significant role in ornamental plants cultivation. They influence size and shape of plants, number of inflorescences and flowering earliness. Gibberellins are among substances that are commonly used in plants production. In the years 2010-2011 research on the effect of GA₃ on morphological features of 3 Polish dahlia cultivars of Top-Mix group was conducted.

Key words: *Dalia* × *cultorum*, dahlia, Polish cultivar, gibberellic acid, field production

Institute of Ornamental Plants and Landscape Architecture, University of Life Science in Lublin; 20-068 Lublin, 58 Leszczynskiego str., Poland; * krystyna.pudelska@up.lublin.pl

Introduction

Dahlia is a valuable species in a group of flowering plants, used in landscape architecture. It was introduced in Europe in the XVII century from a mountainous region of Mexico and Guatemala, and became one of the most sought-after and fashionable plants (CLÉNET 1995). Currently, around 2000 cultivars of dahlia are classified as *Dalia* × *cultorum* Thorsr. et Reis (DE HERTOIGH & LE NARD 1993). In the Polish market, there are domestic cultivars available apart from the foreign ones, which win numerous diplomas and medals on national and international horticulture exhibitions (LEGUTKO 1995, 2012).

Gibberellins are growth regulators that have an advantageous influence on plants flowering (HOPKINS 1995; JANKIEWICZ 1997). They quicken flowers formation and enhance a number of flowers per plant in different species, such as *Tulipa* sp. (FRANSEN *et al.* 1997), *Gypsophila paniculata* L. (DAVIES *et al.* 1996), *Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook. f. (NOWAK 2000), *Aquilegia hybrida* Sims (GIANFAGNA & MERRITT 1998), *Zinnia elegans* Jacq. (GRZESIK & CHOJNOWSKI 1992), *Iris nigricans* Dinsm. (AL-KHASSAWNEH *et al.* 2006). It also happens

that GA₃ used in different concentration worsen plants quality (NEUMAIER *et al.* 1987).

The aim of the research was to check the efficiency of GA₃ use on growth and flowering of three Polish cultivars of dahlia: 'Irma', 'Luna' and 'Rita', which reach 25-30 cm of height and produce inflorescences of 4 cm in diameter.

Material and methods

The research was conducted in the years 2010-2011 at the Felin Research Station of the Institute of Ornamental Plants and Landscape Architecture of the University of Life Sciences in Lublin. A gibberellic acid (GA₃) was used in concentrations of 50 or 100 mg · dm⁻³ in a form of spray. The research material was plants of three Polish cultivars of dahlia of Top-Mix group: 'Irma', 'Luna' and 'Rita'. Plants obtained from soft cuttings were planted into field between the 15th and 20th of May in 50×50 cm spacing. Dahlias were sprayed with GA₃ solution 14 days after planting. A single plant was sprayed with 20 ml solution. Control plants were not sprayed with gibberellic acid.

The experiment was done in 3 replications, with 8 plants per replication. Measurements of number of inflorescences per plant, stalk

Table 1. Mean number of days from planting into the field till flowering.

Years	2010			2011		
	Concentration of GA ₃ mg · dm ⁻³					
Cultivar	0	50	100	0	50	100
'Irma'	48	53	48	48	53	48
'Luna'	48	68	48	48	68	48
'Rita'	45	50	66	45	50	60

and inflorescence diameter were done in the phase of full maturity, systematically during a whole flowering period. The plants height was estimated in September.

The obtained data was analyzed statistically. Significance of differences was estimated with the analysis of variance with the Tuckey's confidence intervals at the 0.05 level of significance.

Results and discussion

In the years 2010-2011 it was observed, that chosen Polish cultivars of dahlia started flowering after 48-68 days from planting into the field (middle of May) after use of GA₃ (Tab. 1). Control plants, not treated with GA₃, flowered after 45-48 days. Spraying dahlia with GA₃ in concentration of 50 mg · dm⁻³ delayed flowering by 5 to 10 days, depending on a cultivar. 'Irma' and 'Lena' cultivars treated with GA₃ in higher concentration (100 mg · dm⁻³), started flowering at the same time as plants not sprayed with gibberellic acid. Plants of 'Rita' cultivar treated with GA₃ in concentration of 100 mg · dm⁻³ in successive vegetative seasons delayed flowering by 15 to 21 days, in comparison to control plants.

Treating ornamental plants with gibberellic acid is one of the ways to stimulate flowering (KING *et al.* 2000; BROOKING & COHEN 2002; KURTAR & AYAN 2005). This growth regulator is necessary to induce plants flowering and plays an important role in flower bud development (SANIWESKI & KAWA-MISZCZAK 1992). In conducted research the influence of GA₃ on number of inflorescences in three dahlia cultivars was not observed (Tab. 2). However, plants sprayed with GA₃ in concentration of

100 mg · dm⁻³ formed more inflorescences, especially 'Irma' (161-149) and 'Rita' (159-485), while dahlias treated with solution in concentration of 50 mg · dm⁻³ and control plants, formed less inflorescences, especially 'Luna' cultivar (40-240). CORR & WIDMEM (1987) observed that GA₃ used as a spray had no influence on number of inflorescence stems of *Zantedeschia elliottiana* (W. Watson) Engl. and *Zantedeschia rehmannii* Engl., while CROZZA TALIA (1985) noted advantageous influence of GA₃ on *Freesia ×hybrida hort.* flowering without changes in flowers quality.

In the conducted research advantageous influence of GA₃ on morphological features of inflorescence (flower head diameter and stalk length) and plants (height) was not observed (Tabs. 3-5). The obtained results confirm the ones noted by KURTAR & AYAN (2005), who did not note influence of gibberellins on elongation of tulip. On the other hand gibberellic acid has a positive effect on inflorescence stems length of *Convallaria keiskei* Miq. (SANG YOUNG *et al.* 2002). It should be remembered that plants species may react in different way depending on growth regulator and used concentration (KING *et al.* 2000).

The results of the research on three dahlia cultivars show, that main factors that determine inflorescence features, diameter and stalk length, were conditions of cultivation (vegetative season) and genetic features of the cultivar. In the year 2011 dahlias formed bigger inflorescences and longer stalks in comparison to the 2010 season (1 cm and from 2.5 to 4 cm respectively). While evaluating stalk length a tendency to form longer stalk was observed at dahlias treated with GA₃ in higher concentration. The significant effect of GA₃ on height of dahlia

Table 2. Number of inflorescences of Polish dahlia cultivars.

Years	2010			2011			2010	2011
	Concentration of GA ₃ mg · dm ⁻³							
Cultivar	0	50	100	0	50	100		
'Irma'	157	140	161	248	350	497	153 C	365 A
'Luna'	40	40	42	240	218	418	40 D	292 B
'Rita'	117	94	159	209	216	485	123 C	303 B
Mean	105 C*	91 C	120 C	232 B	261 B	467 A	105 B	320 A

*Means followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

Table 3. Diameter of inflorescences of Polish dahlia cultivars.

Years	2010			2011			2010	2011
	Concentration of GA ₃ mg · dm ⁻³							
Cultivar	0	50	100	0	50	100		
'Irma'	3	2.7	3.3	4.5	4.2	4.5	3 D	4.4 BC
'Luna'	2.9	2.8	3	4.7	4.7	4.6	2.9 D	4.7 AB
'Rita'	3.9	4.2	4.8	4.6	4.9	4.9	4.3 C	4.8 A
Mean	3.3 C*	3.3 C	3.7 B	4.6 A	4.6 A	4.7 A	3.4 B	4.6 A

*Means followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

Table 4. Length of inflorescences stalks of Polish dahlia cultivars.

Years	2010			2011			2010	2011
	Concentration of GA ₃ mg · dm ⁻³							
Cultivar	0	50	100	0	50	100		
'Irma'	4.6	3.7	5	7.8	8.2	10.4	4.4	8.8
'Luna'	5.3	5.1	5.4	8.5	8.3	11.1	5.3	9.3
'Rita'	6.6	6.9	8.5	7.6	8	8.6	7.3	8.1
Mean	5.5	5.2	6.3	8	8.1	10	5.7	8.7

*Means followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

Table 5. Height of plants (cm) of Polish dahlia cultivars.

Years	2010			2011			2010	2011
	Concentration of GA ₃ mg · dm ⁻³							
Cultivar	0	50	100	0	50	100		
'Irma'	30.8	26.2	22.2	23.7	34.8	33	26.4 D	30.5 AB
'Luna'	19.8	20.5	23.7	29.7	25.2	32.5	21.3 E	29.1 BC
'Rita'	23.5	27	35.9	27.5	32.8	35	28.5 CD	31.8 A
Mean	24.7 B*	24.6 B	26.9 B	26.9 B	30.9 A	34 A	25.4 B	30.5 A

*Means followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

was not observed. However, plants sprayed with gibberellin were higher than control ones by 1 to 12 cm, depending on cultivar.

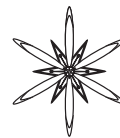
Conclusions

1. GA_3 used in different concentration in a form of spray influenced flowering of dahlia. GA_3 used in concentration of $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ delayed flowering of examined dahlia cultivars by 5-10 days.

2. Foliar use of GA_3 had no effect on quality features of inflorescences (inflorescence diameter and stalk length) and plants height of three dahlia cultivars of Top-Mix group.

References

- AL-KHASSAWNEH N.M., KARAM N.S., SHIBLI R.A. 2006.** Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. *Sci. Hort.* **107**: 187–193.
- BROOKING J.R., COHEN D. 2002.** Gibberellin-induced flowering in small tubers of *Zantedeschia 'Black Magic'*. *Sci. Hort.* **95**: 63–67.
- CLÉNET Y. 1995.** Les Dahlias. Rustica.
- CORR B.E., WIDMER R.E. 1987.** Gibberellic acid increases flower number in *Zantedeschia elliotiana* and *Zantedeschia rehmannii*. *HortSci.* **22** (4): 605–607.
- CROZZA TALIA M. 1985.** Further research about the effects of gibberellic acid upon freesia flowering. *Acta Hort.* **167**: 187–192.
- DAVIES L.J., HICKLENTON P.R., CATLEY J.L. 1996.** Vernalization and growth regulator effects on flowering of *Gypsophila paniculata* L. cvs 'Bristol Fairy' and 'Bridal Veil'. *J. Hort. Sci.* **71** (1): 1–9.
- DE HERTOGE A.A., LE NARD M. 1993.** The physiology of flower bulbs. Elsevier.
- FRANSSEN H., VOSKENS P., VAN DER HULST C., DE MUNK W. 1997.** The involvement of $GA_{4/7}$ in growth and flowering of *Tulipa* cv. 'Aplendoorn'. *Acta Hort.* **430**: 95–100.
- GIANFAGNA T. J., MERRITT R.H. 1998.** $GA_{4/7}$ promotes stem growth and flowering in a genetic line of *Aquilegia ×hybrida* Sins. *Plant Growth Regul.* **24**: 1–5.
- GRZESIK M., CHOJNOWSKI M. 1992.** Effect of growth regulators on plant-growth and seed yield of *Zinnia elegans 'Red Man'*. *Seed Sci. Technol.* **20**: 327–330.
- HOPKINS W.G. 1995.** Introduction to plant physiology. 1st ed. John Wiley and Sons Inc., New York.
- JANKIEWICZ L. 1997.** Regulatory wzrostu i rozwoju roślin. Cz. 1 i 2. PWN, Warszawa.
- KING R.W., SETO H., SACHS R.M. 2000.** Response of gibberellin structural variants shows that ability to inhibit flowering correlates with effectiveness for promoting stem elongation of some plant species. *J. Plant Growth Regul.* **19** (4): 437–444.
- KURTAR E.S., AYAN A.K. 2005.** Effects of gibberellic acid (GA_3) and Indole-3-acetic acid (IAA) on flowering, stalk elongation and bulb characteristics of tulip (*Tulipa gesneriana* var. *cassini*). *Pakistan J. Biol. Sci.* **8** (2): 273–277.
- LEGUTKO W. 1995.** Dalie odkrywamy na nowo. *Kwiaty* **2**: 4–5.
- LEGUTKO W. 2012.** Katalog roślin firmy LEGUTKO.
- NEUMAIER E.E., BLESSINGTON T.M., PRICE J.A. 1987.** Effect of gibberellic acid on flowering and quality of double Persian violet. *HortSci.* **22** (5): 908–911.
- NOWAK J. 2000.** Wpływ różnych preparatów zawierających kwas giberelinowy na wzrost i kwitnienie cyklamena i gerbery. *Zesz. Nauk. Inst. Sad. i Kwiac.* **7**: 260–263.
- SANG YOUNG S., CHI SEON K., HEE JUN K., JEONG MAN K., DONG CHIL C., YEONG GEUN C. 2002.** Characteristics of growth and flowering by shading and growth regulators in the lily of the valley (*Convallaria keiskei* M.). *J. Korean Soc. Hort. Sci.* **43** (5): 644–648.
- SANIWESKI M., KAWA-MISZCZAK L. 1992.** Hormonal control of growth and development of Tulips. *Acta Hort.* **325**: 43–54.



THE EFFECT OF GIBBERELIC ACID GA_3 ON MORPHOLOGICAL FEATURES OF ARTICHOKE (*CYNARA SCOLYMUS* L.)

ANDRZEJ SAŁATA *, ROBERT GRUSZECKI, JAN DYDUCH

Abstract. An artichoke is a commonly cultivated vegetable in the Mediterranean region. It is cultivated for an undeveloped flower head. Because of high thermal requirements in Poland the artichoke is cultivated as an annual plant. In the years 2009-2011 the research on the influence of gibberelic acid (GA_3) on yielding and morphology of artichoke plants was conducted. In order to establish the optimal date of spraying and development stage of plants GA_3 was used in 2 different variants: spraying done once at the stage of 8 leaves, spraying done twice at the stages of 8+12 leaves, in comparison to the control (without use of GA_3). Plants which were sprayed with gibberellic acid once or twice formed inflorescences up to 45 days earlier in comparison to control plants. Plants treated with GA_3 were shorter, formed less leaves in rosettes, leaves had blades of smaller length and width and shoots at the base were thicker in comparison to control plants. Plants sprayed with GA_3 formed less floral heads on inflorescence shoots but they characterized with higher mean weight in comparison to plants not treated with the gibberellic acid. Plants sprayed once gave higher yield of heads by 0.4 kg · plant⁻¹ in comparison to control plants and plants sprayed twice.

Key words:

Department of Vegetable Crops and Medicinal Plants, University of Life Sciences in Lublin, 58 Leszczyńskiego, 20-068 Lublin, Poland; * andrzej.salata@up.lublin.pl

Introduction

An artichoke (*Cynara scolymus* L.) belongs to the Asteraceae family and is a perennial. In Poland, due to the risk of freezing out during winter, it is cultivated only in an amateur way (SAŁATA & GRUSZECKI 2010). This vegetable is cultivated for fresh, undeveloped flower head (SAŁATA *et al.* 2012).

The artichoke needs lower temperature and specific photoperiod to form generative stem and bloom (MAUROMICALE & IERNA 1995). The most suitable temperature for vernalization ranged from 2°C to 7°C (HARWOOD & MARKARIAN 1968). BASNIZKI & GOLDSCHMIDT (1994) observed that artichoke plants in the unfavourable photoperiod conditions initiate generative stems under the influence of gibberellic acid. Many authors indicate that this compound shortens period from planting to harvest and increases yield (CALABRESE & BIANCO 2000).

The aim of this work was to estimate the effect of gibberellic acid (GA_3) on yielding and

morphology of artichoke plants. In order to determine the best date of spraying and stage of plant development, GA_3 was used in two different variants.

Material and methods

The research was conducted in the years 2009-2011 at the Felin Research Station of the Department of Vegetable Crops and Medicinal Plants of the University of Life Sciences in Lublin. The research material was artichoke (*C. scolymus*) of 'Green Globe' variety. A single-factor experiment was established in a completely randomized blocks in four replications with 20 plants per each combination. Plants were planted in spacing of 1.0×1.0 m, the area of each plot was 20 m². Plants were sprayed with gibberellic acid solution in concentration of 60 ppm (1 ppm=1 mg/1 l H₂O). Two levels of the factor were used in the experiment: GA_3 used once at the stage of 8 leaves and GA_3 used twice at the stages of 8+12 leaves. Control plants were not treated with GA_3 . 100 ml of solution

per plant was used at the stage of 8 leaves and 300 ml of solution per plant was used at the stages of 8+12 leaves.

Plants were cultivated from transplants produced in a greenhouse. In the years of research transplants were planted to the ground in the first decade of May. During artichoke vegetation dates of arising of new generative stems were noted. The assumed moment of inflorescence shoots development beginning was when at least three plants per object formed them in leaf rosettes.

Measurements of such features as: main shoot height together with bud, number of leaves per plant, length and width of all leaves and stem base diameter were done before harvest of buds. Harvesting of artichoke floral heads was done successively as they developed. The evaluation of yield of heads was done as well. Directly after harvesting the diameter and height of head and its unit weight were established.

The obtained results were analyzed statistically with the analysis of variance using SAS 9.1 software and applying Tuckey's confidence half-intervals at the 0.05 level of significance.

Results and discussion

In the years 2009-2011 differences in the date of inflorescence shoots formed on artichoke plants were observed (Tab. 1). Plants formed inflorescence shoots the earliest (in June) if they had been treated with GA_3 . Plants sprayed with gibberellic acid once or twice formed inflorescences up to 45 days earlier in comparison to control plants. Earlier initiation of generative shoots after using of GA_3 was also observed by other authors (RANGARAJAN *et al.* 2000; GARCIA *et al.* 2004).

Studies on morphological structure changes of artichoke shoots were conducted during full generative development stage. Significant differences were observed in case of main shoot height (Tab. 2). When gibberellic acid was used twice plants were on average shorter by 56% in comparison to control once. Plants sprayed with GA_3 formed less leaves in rosettes, had shorter and narrower leaf blades and thicker

shoots at the base in comparison to control plants. There were less floral heads, but of bigger mean weight on inflorescence shoots of plants sprayed with GA_3 in comparison to plants not sprayed (Tab. 3). Larger yield of heads by $0.4 \text{ kg} \cdot \text{plant}^{-1}$ was obtained from plants sprayed once in comparison to plants sprayed twice or not treated with gibberellic acid.

Use of gibberellic acid (GA_3) in cultivation of artichoke sown directly into the ground in warm climate conditions allowed to get yield in the same year (LÓPEZ *et al.* 2007), and to obtain earlier harvest of buds by 20 days (MIGUEL *et al.* 2004). FIRPO *et al.* (2005) noted that use of gibberellin in cultivation of 'Violet de Provence' plants increased early yield of artichoke buds by 115%. The advantageous influence of gibberellin (GA_3) on equality of artichoke buds and their even maturing on plants was observed (HALTER *et al.* 2005).

Character and effectiveness of gibberellins changes depend on artichoke variety, phenophase, concentration used as well as climate conditions during and after use (MAUROMICALE & IERNA 2000; GARCIA *et al.* 2004). Stimulative influence of gibberellins in concentration of 20-30 ppm on plants was observed in research of PARADISO *et al.* (2007). High concentration of gibberellic acid stimulated flowering of late flowering varieties, and low concentration stimulated flowering of early flowering varieties (BAIXAULI *et al.* 2007). In the research conducted in Turkey the influence of gibberellic acid used in concentration of 25 ppm on earlier yielding of 'Sakiz' variety was not observed (ERCAN *et al.* 2007). In the conducted experiment gibberellic acid (GA_3) used in a form of spray on plants in a stage of 8 leaves and in stages of 8+12 leaves influenced yielding and growth habit of artichoke plants.

Conclusions

1. A course of growth and development of artichoke plants in climate conditions of Poland did not differ significantly from the ones typical for the species cultivated in traditional regions of cultivation.
2. Used doses of gibberellic acid (GA_3)

Table 1. Period of inflorescence shoots formation on artichoke plants depending on GA₃ use.

Level of factor	2009	2010	2011
GA ₃ ×1	11.06-27.06 (34-50)*	17.06-30.06 (40-54)	27.06-11.07 (50-66)
GA ₃ ×2	14.06-28.06 (37-51)	20.06-29.06 (45-53)	22.06-30.06 (45-53)
Control	7.07-15.07 (74-82)	5.07-18.07 (72-85)	15.07-29.07 (84-102)

* number of days from planting.

Table 2. The mean number of leaves and some morphological features of the artichoke plants depending on GA₃ use.

Level of factor	Main shoots height, cm	Number of leaves per plant	Leaf length, cm	Leaf width, cm	Shoot diameter at the bottom, cm
GA ₃ ×1	56.1b	18.5b	62.3b	40.0b	3.7b
GA ₃ ×2	36.0c	15.0c	59.0c	33.0c	4.2a
Control	64.6a	19.5a	80.3a	57.0a	3.5b
p=0.05	3.04	0.33	1.44	2.06	0.30

* mean in the columns followed by the same letters do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Table 3. The influence of GA₃ on yielding and morphological features of the artichoke head.

Level of factor	Yield of head per plant, kg	Number of head per plant	Mean weight of head, g	Height of head, cm	Diameter of head, cm
GA ₃ ×1	2.12a	7.9b	268.5a	5.7ab	5.4a
GA ₃ ×2	1.68b	6.6b	255.2a	6.0a	5.6a
Control	1.74b	11.6a	145.5b	5.5b	5.6a
p=0.05	0.26	2.1	15.51	0.46	0.26

* mean in the columns followed by the same letters do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

influenced a shape of artichoke plants: height of plants, number and size of leaves.

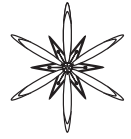
3. A significant effect of gibberellic acid (GA₃) on number of floral heads formed per plant was observed.

4. Gibberellic acid (GA₃) used in a form of spray once, in stage of 8 leaves, significantly increased yield of floral heads.

References

- BAIXAULI C., GINER A., MIQUEL A., LÓPEZ S., SAN BAUTISTA A., MAROTO J.V. 2007. Interaction between cultivar and gibberellic acid concentration in seed propagated artichoke. *Acta Hort.* **630**: 165–170.
- BASNIZKI Y., GOLDSCHMIDT E.E. 1994. Further examination of gibberellin GA₃ effects on flowering of globe artichokes (*Cynara scolymus* L.) under controlled environment and field condition. *Isr. J. Plant Sci.* **42**: 159–166.
- CALABRESE N., BIANCO V.V. 2000. Effect of gibberellic acid on yield and quality of seed grown artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori). *Acta Hort.* **514**: 25–32.
- ERCAN N., TEMIRKAYNAK M., AYAR SENSOY F. 2007. Comparative efficiency of some treatments on earliness and yield of globe artichoke. *Acta Hort.* **630**: 177–179.
- FIRPO I.T., GARCÍA S.M., COINTRY E.L., LÓPEZ ANIDO F.S., CRAVERO V.P. 2005. Evaluation of the performance of different cultivars in offseason production. *Acta Hort.* **681**: 89–93.
- GARCÍA S.M., COINTRY E.L., FIRPO I.T., LÓPEZ ANIDO F. S., CRAVERO V.P., ASPRELLI P. 2004. Vernalization of seed-grown artichoke. *Acta Hort.* **660**: 443–445.
- HALTER L., HABEGGER R., SCHNITZLER W.H. 2005. Gibberellic acid on artichoke (*Cynara scolymus* L.) cultivated in Germany to promote earliness and to increase productivity. *Acta Hort.* **681**: 75–81.

- HARWOOD R.R., MARKARIAN D. 1968.** Annual culture of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). I. Preliminary report. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **92**: 400–409.
- LÓPEZ J., GONZÁLEZ A., VICENTE F.E., CONDÉS L.F., FERNÁNDEZ J.A. 2007.** Artichoke production in the province of Murcia (SE Spain). *Acta Hort.* **630**: 223–227.
- MAUROMICALE G., IERNA A. 1995.** Effects of gibberellic acid and sowing dates on harvest time and yields of seed-grown globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Agronomie* **15**: 527–538.
- MAUROMICALE G., IERNA A. 2000.** Characteristics of heads of seed-grown globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori) as affected by harvest period, sowing date and gibberellic acid. *Agronomie* **20**: 197–204.
- MIGUEL A., BAIXAULI C., AGUILAR J.M., GINER A., MAROTO J.V., LÓPEZ S., SAN BAUTISA A., PASCUAL B. 2004.** Gibberellic acid concentration in seed propagated artichoke. *Acta Hort.* **660**: 167–172.
- PARADISO R., CUOCOLO B., DE PASCALE S. 2007.** Gibberellic acid and nitrogen rate affect yield and quality of artichoke. *Acta Hort.* **630**: 211–216.
- RANGARAJAN A., INGALL B.A., ZEPPELIN V.C. 2000.** Vernalization strategies to enhance production of annual globe artichoke. *Hort. Technol.* **10** (3): 585–588.
- SALATA A., GRUSZECKI R. 2010.** The quantitative analysis of polyphenolic compounds in different parts of the artichoke (*Cynara scolymus* L.) depending of growth stage of plants. *Acta Sci. Pol., Hort. Cultus* **9** (3): 175–181.
- SALATA A., GRUSZECKI R., DYDUCH J. 2012.** Morphological and qualitative characterization of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) cultivars 'Symphony' and 'Madrigal' on depending of the heads growth. *Acta Sci. Pol., Hort. Cultus* **11** (5): 67–80.



THE CONTENT OF PHENOLICS AND TANNINS IN NATIVE AND INVASIVE *SOLIDAGO* SPECIES

OXSANA OMELCHUK^{1*}, AMBER HEITMAN², BOHDAN PROTS¹

Abstract. This paper deals with plant invasions in the Transcarpathian region of the Ukraine. Within *Solidago* genus, one native (*S. virgaurea*) and one invasive (*S. canadensis*) species were studied by measuring contents of phenolics and tannins. The results support the enemy release hypothesis. Because the invasive species can save its energy by aborting the phenolics production, and use this energy for other processes like growth or reproduction.

Key words: *Solidago virgaurea*, *Solidago canadensis*, invasions, alien plants, novel weapon hypothesis, metabolites, phenolics, tannins

¹ State Natural History Museum NAS Ukraine, 18 Teatralna str., Lviv, 79008, Ukraine; * omelchukoksana@gmail.com

² University of Applied Sciences HAS Den Bosch, 221 Onderwijsboulevard, DE Den Bosch, 5223, Noord-Brabant, Netherlands

A lot of ecosystems around the world are threatened by invasions of biological organisms. Invasive species are usually non-native (introduced) organisms that grow and reproduce very quickly, and pose a big threat to the biodiversity of their surroundings (BISWAS *et al.* 2007). However, the invasion is possible only if a current area is invulnerable.

This study has been done in the Transcarpathia territory which is a good example of an invulnerable area for invasive plants because of its moderate climate and nutrient-rich soils. Favorable conditions give the opportunity to colonize this territory by a lot of plant species (POP 2003).

Within the genus *Solidago*, one native (*S. virgaurea* L.) and one invasive (*S. canadensis* L.) species were studied in July 2011. For each species the processing of leaf samples in five different locations were carried out. The locations were defined predominantly by different vegetation with different plant communities. Eight sets of samples (invasive/native) were taken from each location. In total, next leaf traits were measured both in field and lab conditions: leaf size (LS), specific leaf area (SLA), leaf dry matter content (LDMC), leaf carbon content (LCC), nitrogen content (LNC) and phosphorous content (LPC), C/N ratio, and N/P ratio. Moreover, three other traits were

measured: stem specific density (SSD), specific root length (SRL), and mean root diameter (MRD). Four secondary carbon compounds were measured as well: phenolics, tannins, lignin, and cellulose. This publication is focused only on two traits – contents of phenolics and tannins.

It is hypothesized that invasive species have more phenolic acids than their native relatives, based on the novel weapon hypothesis (CALLAWAY & RIDENOUR 2004). Phenolic acids are very important for growth, reproduction, pigmentation, tolerance and resistance against pathogens (LATTANZIO 2006). Tannins are the most abundant phenolic acids occurring in plants. Tannins play a role in the defence mechanism of a plant against herbivorous insects (BARBEHENN & CONSTABEL 2011).

The term "phenolic" or "polyphenol" can be precisely defined as a substance which possesses an aromatic ring bearing one (phenol) or more (polyphenol) hydroxyl substituents, including functional derivatives (esters, methyl ethers, glycosides, etc.): as a general rule, the terms phenolics and polyphenols refer to all secondary natural metabolites arising biogenetically from the shikimate-phenylpropanoids-flavonoids pathways, producing monomeric and polymeric phenols and polyphenols (LATTANZIO 2006). Several classes of phenolics have been

categorized on the basis of their basic skeleton: C6 (simple phenol, benzoquinones), C6-C1 (phenolic acid), C6-C2 (acetophenone, phenylacetic acid), C6-C3 (hydroxycinnamic acids, coumarins, phenylpropanes, chromones), C6-C4 (naphthoquinones), C6-C1-C6 (xanthenes), C6-C2-C6 (stilbenes, anthraquinones), C6-C3-C6 (flavonoids, isoflavonoids), (C6-C3)₂ (lignans, neolignans), (C6-C3-C6)₂ (biflavonoids), (C6-C3)_n (lignins), (C6)_n (catechol melanins), (C6-C3-C6)_n (condensed tannins) (Harborne 1980).

Total phenolic contents and total tannin contents was determined with the Folin-Ciocalteu method. The approach that was taken involves the following steps: extraction of the phenolic hydroxyl groups by a 50% methanol solution. A Folin-Ciocalteu reagent was used to colour the phenolics. A spectrophotometer at 760 nm was applied to measure the samples. The procedure was executed following the guidelines in "Total phenolics and tannins with the Folin Ciocalteu method" (VAN LOGTESTIJN, unpublished protocol).

The 2-way ANOVA analysis showed that *S. canadensis* produce significantly less content of phenolics and (almost significantly) less tannins. The total average content of the phenolics and tannins in *S. virgaurea* was bigger than in *S. canadensis* on 37 %.

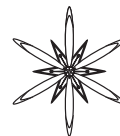
The Principal Component Analysis showed the positive correlation between leaf LDMC and phenols/tannins content. It is known that LDMC is related to secondary C-compounds (lignin, cellulose, phenols, and tannins). A high LDMC corresponds to a high development of sclerenchyma, and as a result it corresponds to high level of cellulose, insoluble sugars and lignin concentrations. Also, high level of LDMC

is often associated with herbivory (POORTER & BERGKOTTE 1992). Our results showed that LDMC is closer correlated to phenols/tannins content than to the lignin content. This correlation has presumably not been found earlier and an explanation for this still has to be found.

The higher phenolics and tannin content in the native species might be related to the enemy release hypothesis in the following way: invasive species have significantly less specific enemies than native species, because they simply left them behind in their native range. This is the reason why they might not need as much secondary metabolites as the native species do. Finally, invasive species saves its energy for growth or reproduction. However, to verify this hypothesis more investigations are needed.

References

- BARBEHENN R.V., CONSTABEL C.P. 2011. Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry* 72: 1551–1565.
- BISWAS S.R., CHOUDHURY J.K., NISHAT A., RAHMAN M. 2007. Do invasive plants threaten the Sundarbans mangrove forest of Bangladesh? *Forest Ecol. Manag.* 245: 1–9.
- CALLAWAY R.M., RIDENOUR W.M. 2004. Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Front. Ecol. Environ.* 2 (8): 436–443.
- LAITANZIO V., LAITANZIO V.M.T., CARDINALI A. 2006. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Phytochemistry: Adv. Res.*: 23–67
- POORTER H., BERGKOTTE M. 1992. Chemical composition of 24 wild species differing in relative growth rate. *Plant Cell Environ.* 15: 221–229.
- POP S.S. 2003. Natural resources of Transcarpathia. Spektral, Uzhgorod.
- VAN LOGTESTIJN R. Total phenolics and tannins with the Folin Ciocalteu method. *Unpublished protocol.*



MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF *HYSSOPUS OFFICINALIS* L. AND CHEMICAL COMPOSITION OF ITS ESSENTIAL OIL

GRAŻYNA ZAWIŚLAK

Abstract. Hyssop is grown on plantations in Poland. The aim of present study was to investigate the morphological character of *Hyssopus officinalis* and chemical composition of essential oil from hyssop. The plants were cut in the middle of August. Hyssop plants achieved mean height of 41.8 cm and the diameter of 37.1 cm. Main components of hyssop essential oil were: cis-pinocamphone, trans-pinocamphone, β -pinene, elemol and germacrene D.

Key words: *Hyssopus officinalis*, yield, oil, cis-pinocamphone, trans-pinocamphone, β -pinene, elemol, germacrene D

Department of Vegetable Crops and Medicinal Plants, University of Life Science in Lublin, 58 Leszczyńskiego, 20-068 Lublin, Poland; grazyna.zawislak@up.lublin.pl

Introduction

Hyssop (*Hyssopus officinalis* L., Lamiaceae) occurs in natural habitats in Europe, Asia, and America (RAM *et. al* 2002). In Poland, hyssop is grown on plantations (ZAWIŚLAK 2011). The herbal raw material is the hyssop herb (*Hyssopi herba*) (STRZELECKA & KOWALSKI 2000). The aim of present study was to investigate the morphological character of *H. officinalis* and chemical composition of its essential oil.

Material and methods

The study was carried out during 2007-2008 in The Experimental Farm of Department of Vegetable and Medicinal Plants, University of Life Sciences in Lublin. Hyssop seedlings were produced in a greenhouse. The plants were planted in the field in the middle of May at 30×40 cm spacing. The plants were cut in the middle of August at the height of 8 cm above ground. The herb was dried in a drying oven at a temperature of 30°C. The whole dried herb was ground through 4-5 mm mesh sieves, thereby obtaining the ground herb. The ground herb was used to extract hyssop oil by steam distillation (POLISH PHARMACOPOEIA VII 2006).

Analysis of essentials oil: GC-MS

The GC-MS instrument ITMS Varian 4000 GC-MS/MS (Varian, USA) was used, equipped with a CP-8410 auto-injector and a 30 m × 0.25 mm i.d. VF-5ms column (Varian, USA), film thickness 0.25 μ m; carrier gas, helium at a rate of 0.5 ml/min; injector and detector temperature, 220°C and 200°C, respectively; split ratio, 1:20; injection volume, 1 μ l. A temperature gradient was applied (60°C for 0.5 min, then incremented by 3°C/min to 246°C and held at this temperature for 10 min); ionization energy, 70 eV; mass range, 40-1000 Da; scan time, 0.80 s.

GC-FID

A Varian 3800 Series (Varian, USA) instrument with a DB-5 column (J&W, USA) was used, operated under the same conditions as GC-MS; FID, 256°C; split ratio 1:50.

The qualitative analysis was carried out on the basis of MS spectra, which were compared with the spectra of the NIST library (MASS SPECTRAL LIBRARY 2002) and with data available in the literature (ADAMS 2001). The identity of the compounds was confirmed by their retention indices, taken from the literature (ADAMS 2001).

Results and discussion

Average monthly air temperatures from May to August in 2007 and 2008 were close to the

Table 1. Air temperature and total precipitation in 2007 and 2008 years against a background of long-term averages.

Month	Temperature (°C)								1951-2005
	2007				2008				
	decade			Mean	decade			Mean	
I	II	III	I		II	III			
V	9.9	15.1	19.6	14.9	11.3	13.3	13.6	12.7	13.0
VI	18.2	20.0	16.2	18.1	18.0	16.4	18.8	17.7	16.5
VII	17.1	21.0	19.3	19.1	17.1	18.9	18.9	18.3	17.8
VIII	17.9	18.9	18.4	18.4	19.9	20.7	17.3	19.3	17.1

Month	Precipitation (mm)								1951-2005
	2007				2008				
	decade			Σ	decade			Σ	
I	II	III	I		II	III			
V	13.5	29.9	37.1	80.5	57.1	34.7	9.8	101.6	57.7
VI	52.4	25.4	10.0	87.8	0.0	19.6	6.3	25.9	65.7
VII	48.8	35.0	3.2	87.0	39.6	19.3	18.2	77.1	83.5
VIII	22.3	12.9	2.4	37.6	11.4	7.0	26.6	45.0	68.6

Table 2. Morphological features and yield of *Hyssopus officinalis*.

Years	Plant height (cm)	Plant diameter (cm)	Number of main branches (pcs · plant ⁻¹)	Yield of fresh herb (kg · m ⁻²)	Yield of dry herb (kg · m ⁻²)	Yield of grated herb (kg · m ⁻²)	Essential oil (%)
2007	43.5	38.9	19.7	1.8	0.4	0.2	1.5
2008	40,1	35.4	24.2	1.2	0.3	0.1	1.6
Mean	41.8	37.1	21.9	1.5	0.3	0.1	1.5

long-term average temperatures (Tab. 1). Total precipitation in May 2007 and 2008 was higher than the long-term average precipitation. In June 2007 rainfalls were more than three times higher than in 2008. No differences were observed in plant growth in spite of the fact that, as reported by WOLSKI *et al.* (2006), hyssop is a plant that grows well in dry areas.

On the basis of the performed measurements it was demonstrated that hyssop plants achieved mean height of 41.8 cm and the diameter of 37.1 cm. The number of main shoots was 21.9 pcs · plant⁻¹ on average (Tab. 2). Studies conducted by ROSŁON *et al.* (2002) revealed that *H. officinalis* plants in full bloom achieved the height of 70 cm. Thus, they were higher than those examined in the experiment. In the observations conducted by MARTYNIAK-

PRZYBYSZEWSKA (2005) the height of hyssop plants in August was 51.2 cm on average.

The yield of fresh herb, yield of dry and grated herb was the highest from plants cultivated in the year 2007 and equaled, respectively: 1.8 kg · m⁻², 0.4 kg · m⁻² and 0.2 kg · m⁻².

The content of essential oil was 1.5% on average. In the studies by ROSŁON *et al.* (2002) the content of oil in blooming period did not exceed 1%. WOLSKI *et al.* (2006) report that the most oil is contained in hyssop flowers and leaves.

The chemical composition of essential oil in herbal plants depends on the place of origin of raw material (WESOŁOWSKA *et al.* 2010). A study showed the presence of 45 compounds in hyssop oil, among which 1 was not identified. Main components of hyssop

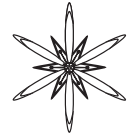
Table 3. Chemical composition of essentials oil in *Hyssopus officinalis* (> 2.0%).

Year	Compounds
2007	cis-pinocamphone (33.52%), trans-pinocamphone (28.67%), β -pinene (8.12%), elemol (5.86%), germacrene D (3.23%), <i>E</i> -caryophyllene, (2.67%), β -phellandrene (2.54%), sabinene (2.08%).
2008	cis-pinocamphone (37.13), trans-pinocamphone (23.43%), elemol (8.95%), β -pinene (7.89%), germacrene D (4.65%), β -phellandrene (2.17%), myrtenol (2.11%).

essential oil were: cis-pinocamphone (33.52-37.13%), trans-pinocamphone (23.43-28.67%), β -pinene (7.89-8.12%), elemol (5.86-8.95%) and germacrene D (3.23-4.65%) (Tab. 3). Cis-pinocamphone and trans-pinocamphone were the dominant constituents in hyssop oil in the studies of MITIĆ & DORDEVIĆ (2000), REY *et al.* (2004) and ZHELJAZKOV *et al.* (2012). MITIĆ & DORDEVIĆ (2000) showed the content of cis-pinocamphone to be at a level of 44.7%, whereas the content of trans-pinocamphone was lower (14.1%) than in the present study.

References

- ADAMS R.P. 2001. Identification of essential oil compounds by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. Allured Carol Stream, IL.
- MARTYNIAK-PRZYBYSZEWSKA B. 2005. Wzrost i plonowanie wybranych gatunków roślin przyprawowych. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. Wroc., Rol.* **515**: 347–351.
- MASS SPECTRAL LIBRARY 2002. NIST/EPA/NIH: USA.
- MITIĆ V., DORDEVIĆ S. 2000. Essential oil composition of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Serbia. *Facta Universitatis Series: Phys., Chem. Technol.* **2** (2): 105–108.
- POLISH PHARMACOPOEIA VII. 2006. Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa.
- RAM G., GARG S.N., GUPTA S.K., KUMAR B., PATRA N.K. 2002. Growth performance of *Hyssopus officinalis* L. in Indian plains. *Indian Perfum.* **46** (2): 119–121.
- REY C., CARRON C.A., COTTAGNOUD A., BRUTTIN B., CARLEN C. 2004. The hyssop (*Hyssopus officinalis*) cultivar 'Perlay'. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* **36** (6): 337–341.
- ROSLON W., OSIŃSKA E., WĘGLARZ Z. 2002. Evaluation of three species of *Hyssopus* genus with respect to their development as well as essentials oil content and its composition. *Folia Hort.* **14** (2): 145–151.
- STRZELECKA H., KOWALSKI J. 2000. Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- WESOŁOWSKA A., JADCAK D., GRZESZCZUK M. 2010. Essential oil composition of (*Hyssopus officinalis* L.) cultivated in north-western Poland. *Herba Pol.* **56** (1): 57–65.
- WOLSKI T., BAJ T. AND KWIATKOWSKI S. 2006. Hyssop lekarski (*Hyssopus officinalis* L.) zapomniana roślina lecznicza, przyprawowa oraz miódodajna. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sect. DDD* **41** (1): 1–10.
- ZAWIŚLAK G. 2011. Hyssop herb yield and quality depending on harvest term and plant spacing. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* **10** (3): 331–342.
- ZHELJAZKOV V.D., ASTETKIE T., HRISTOV A.N. 2012. Lavender and hyssop productivity, oil content, and bioactivity as a function of harvest time and drying. *Ind. Crop. Prod.* **36**: 222–228.



EFFECT OF “BIOSEPT 33 SL” ON THE GROWTH OF *PHOMOPSIS SOJAE* LEHMAN IN *IN VITRO* CONDITIONS

ELŻBIETA PATKOWSKA

Abstract. The present studies determined the effect of preparation “Biosept 33 SL” in inhibiting the linear growth of five isolates of *Phomopsis sojae* in *in vitro* conditions. The experiment was conducted on PDA medium using the method of “the medium poisoning”. The examined preparation was used at the concentrations of 165, 330 and 660 μg grapefruit extract $\cdot \text{cm}^{-3}$. The pathogen’s mycelium growing under the grapefruit extract was pale white, and the mycelium hyphae formed a fairly loose structure as distinct from the more compact mycelium of control colonies. Strong degeneration of mycelium hyphae was visible in microscopic preparations.

Key words: *Phomopsis sojae*, “Biosept 33 SL”, *in vitro* conditions

Department of Phytopathology and Mycology, University of Life Science in Lublin, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin; elzbieta.patkowska@up.lublin.pl

Fungi *Phomopsis* spp. infect a lot of cultivated plants, including those from the family of Fabaceae. One of the most dangerous pathogens of soybean is *Phomopsis sojae* Lehman. It can infect all aboveground parts of this plant throughout its period of vegetation, at the same time it causing no clear disease symptoms (PEDERSEN & GRAU 2010). One of the popular methods of protecting soybean from this pathogen is the application of biotechnical preparations based on natural substances of plant origin. In recent years much attention has been devoted to the possibility of using preparation “Biosept 33 SL” to reduce the growth and development of pathogenic fungi, both in laboratory and field conditions.

The present studies determined the effect of preparation “Biosept 33 SL” (33% grapefruit extract) in inhibiting the linear growth of five isolates of *P. sojae* in *in vitro* conditions. The experiment was conducted on PDA medium using the method of “the medium poisoning” described by PIĘTA *et al.* (2004). The examined preparation was used at the concentrations of 165, 330 and 660 μg grapefruit extract $\cdot \text{cm}^{-3}$. The controls were the colonies of the studied fungi isolates growing on Petri dishes with the medium without an addition of the tested

preparation. After 4 and 8 days the linear growth of particular isolates of *P. sojae* was established. Besides, the appearance of the fungus and its structure was observed.

The smallest diameter of 4-day-old colonies was found for isolate ‘Sn 54’ at all tested concentrations of preparation “Biosept 33 SL”, whereas the greatest inhibition of the growth of this isolate’s colonies was found on the medium containing 660 μg grapefruit extract $\cdot \text{cm}^{-3}$. After four and eight days of the culture, it was, respectively, 69.25% and 74.36%. In the other isolates growing on the medium containing 165 μg , 330 μg and 660 μg grapefruit extract $\cdot \text{cm}^{-3}$, after four days of culture the colony diameter was bigger than the diameter of the colony of isolate ‘Sn 54’ but smaller than the diameter of control colonies.

The biggest diameter of 4-day-old colonies was observed for isolate ‘Sn 204’ growing on the medium containing 165 μg grapefruit extract $\cdot \text{cm}^{-3}$. It was 39 mm but it was insignificantly smaller than the diameter of the control colony. The biggest diameter of 8-day-old colonies was observed for isolates ‘Sn 204’ and ‘L 32’ growing on the medium containing 165 μg grapefruit extract $\cdot \text{cm}^{-3}$. The mean inhibition of growth of 4- and 8-day-

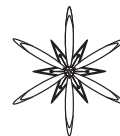
old colonies of the studied isolates of *P. sojae* growing on the medium containing 660 µg grapefruit extract · cm⁻³ was higher than the mean inhibition of colony growth with the other values of concentrations. The pathogen's mycelium growing under the influence of grapefruit extract was pale white, and the mycelium hyphae formed a fairly loose structure as distinct from the more compact mycelium of control colonies. Strong degeneration of mycelium hyphae was visible in microscopic preparations.

The present studies confirmed the ability of preparation "Biosept 33 SL" to directly inhibit the growth of *P. sojae* and to cause macro- and microscopic changes in the mycelium of this pathogen. This is similar to the results of studies by other authors on different species of pathogenic fungi (ORLIKOWSKI & SKRZYPCZAK 2003; KUĆMIERZ *et al.* 2010). The present studies found out intraspecific diversity

of *P. sojae*, which was reflected in morphological variability and differentiated reactions of some fungi isolates to the effect of "Biosept 33 SL".

References

- KUĆMIERZ J., NAWROCKI J., KLATA E., STADNIK U. 2010. Skuteczność kilku preparatów biotechnicznych w zwalczaniu *Rhizoctonia solani* Kühn i *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 554: 71–76.
- ORLIKOWSKI L.B., SKRZYPCZAK Cz. 2003. Biocides in the control of soil-borne and leaf pathogens. *Hortic. Veget. Grow.* 22: 426–433.
- PEDERSEN P., GRAU C.R. 2010. Effect of agronomic practices and soybean growth stage on the colonization of basal stems and taproots by *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae*. *Crop Sci.* 50 (2): 718–722.
- PIĘTA D., PATKOWSKA E., PASTUCHA A. 2004. Oddziaływanie biopreparatów na wzrost i rozwój niektórych grzybów chorobotwórczych dla roślin motylkowatych. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 3 (2): 171–177.



NEW PATHOGENS OF FRUIT PLANT SHOOTS IN POLAND

EWA DOROTA KRÓL *, BARBARA ANNA KOWALIK, ZOFIA MACHOWICZ-STEFANIAK,
EWA DOROTA ZALEWSKA

Abstract. The studies conducted in the years 2010-2012 showed that among the fungi species inhabiting shoots of fruit plants there were cultures of *Phomopsis* spp. They were isolated mainly from the shoots originated from orchards without chemical protection. Moreover, isolates of *Phomopsis* obtained both from shoots with disease symptoms and from visually healthy ones. The morphological characteristics of isolated strains and their pathogenic abilities as well as genetic similarity suggest that they represent one species of fungus.

Key words: *Phomopsis*, fruit plants, pathogenic fungi

Department of Phytopathology and Mycology, University of Life Sciences, 7 Leszczyńskiego, 20-069 Lublin, Poland;
* ewa.krol@up.lublin.pl

Introduction

Among the fungi pathogenic to bark and wood of fruit plants, both worldwide and in Poland, the most frequently mentioned are: *Nectria galligena* Bres., *Pezicula* spp., *Valsa* spp., *Leucostoma* spp., *Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar and *Botryosphaeria* spp. In the literature there are also a few reports on *Physalospora obtusa* (Schw.) and *Phacidiella discolor* (Mont. et Sacc.) Potebn. Recently, diseases caused by *Phomopsis* spp. have become an increasing problem in the orchard regions of the world (REHNER & UECKER 1994; SMIT *et al.* 1996; UDDIN *et al.* 1998). These fungi are common in various climatic zones and colonize many plant species. They are associated with bark necrosis, shoots blight and canker, wilting, decay, fruit rot and mummification (UECKER 1988). Because of the lack of information on their occurrence and harmfulness for fruit plants in our country studies were undertaken in orchards of south-eastern Poland.

Material and methods

The studies were conducted in four orchards in Lublin region. In two of them chemical protection was carried out according to recommendations of plant protection. In the

other two orchards there was no plant protection applied. One year old shoots of different varieties of apple, pear, cherry and plum trees showing disease symptoms were collected twice during the growing season in May and September. Additionally, samples from healthy shoots were taken for comparative purposes. In the laboratory mycological analysis was performed according to the phytopathological principles.

Obtained *Phomopsis* strains were characterized on the basis of color and appearance of colonies, colony growth rate, sporulation and morphology of alpha conidia. Pathogenicity tests were performed by cross inoculation of apple, pear, cherry and plum shoots with one-spore cultures of *Phomopsis* strains originated from investigated plants species. DNA analysis was carried out using of RAPD technique.

Results

From chemically protected plants *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. and *Fusarium* spp. were isolated most frequently whereas *Phomopsis* isolates were obtained only occasionally. However, from the plants where was no chemical protection applied cultures of *Phomopsis* were isolated much more. They formed on PDA medium white-gray colonies with brown and

black reverse. Conidiomata producing spores were formed with difficulty therefore the stimulation of sporulation have been required (KRÓL 2005). It was shown that *Phomopsis* isolates have been obtained from all tested fruit plants, both from the shoots with visible disease symptoms as well as from the apparently healthy ones. *Phomopsis* strains showed similarity in appearance and growth rate of cultures regardless of the host plant species. Suitable conditions for mycelial growth was observed in the range from 16°C to 25°C. All tested strains formed alpha (α) and beta (β) conidia with dimensions 6.3-8.6 μm \times 1.5-3.2 μm and 19.5-45 μm \times 1.2-3.1 μm , respectively. It was also found that the fungal communities colonizing the shoots of fruit plants limited the development of *Phomopsis* spp. as reflected by positive summary biotic effects within three years of study. Results of cross-inoculation tests proved the pathogenic abilities of *Phomopsis* strains towards tested plant species. The analysis of RAPD products indicated the similarity within the studied population of *Phomopsis* regardless of the origin of isolates, suggesting that the tested strains may represent this same species of fungus.

Conclusions

1. Morphological similarity within the genus *Phomopsis* indicates the necessity for combining classical and molecular diagnostic methods to accurately detection and

identification of these fungi.

2. The results of pathogenicity tests may be used to determine the range of host plants for investigated *Phomopsis* species.

3. The ability of *Phomopsis* sp. to latent existence in plant tissue poses a risk of their transmission with propagation material.

Acknowledgments

The studies were financed by Ministry of Science and Higher Education within the project No N N310 774940.

References

- KRÓL E. 2005. Identification and differentiation of *Phomopsis* spp. isolates from grapevine and some other plant species. *Phytopathol. Pol.* **35**: 151–156.
- REHNER S.A., UECKER F.A. 1994. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer phylogeny and host diversity in the coleomycete *Phomopsis*. *Can. J. Bot.* **72**: 1666–1674.
- SMIT W.A., VILJOEN C.D., WINGFIELD B.D., WINGFIELD M.J., CALITZ F.J. 1996. A new canker disease of apple, pear and plum rootstocks caused by *Diaporthe ambigua* in South Africa. *Plant Dis.* **80**: 1331–1335.
- UDDIN W., STEVENSON K.I., PARDO-SCHULTHEISS .A., REHNER S.A. 1998. Pathogenic and molecular characterization of three *Phomopsis* isolates from peach, plum and asian pear. *Plant Dis.* **82**: 732–737.
- UECKER F.A. 1988. A world list of *Phomopsis* names with notes on nomenclature, morphology and biology. *Mycol. Mem.* **13**: 1–231.



THE MOST DANGEROUS PATHOGENS OF HERBS FROM LAMIACEAE AND PLANTAGINACEAE FAMILY

BEATA ZIMOWSKA *, ZOFIA MACHOWICZ-STEFANIAK, EWA DOROTA KRÓL,
EWA DOROTA ZALEWSKA

Abstract. Studies on the diversity of fungi colonizing and damaging various parts of herbs from Lamiaceae family were carried out in 2004-2009 and from Plantaginaceae family in 2009-2011 correspondingly. *Phoma strasseri*, the most dangerous pathogen of peppermint (*Mentha piperita*) was commonly obtained from peppermint rhizomes and stems with symptoms of necrosis and tissue disintegration. *Phomopsis sclarea* was isolated from sage (*Salvia officinalis*) stems, showing symptoms of necrosis, peeling off and bark breaking. *Phoma nepeticola* was obtained from the motherwort (*Leonurus cardiaca*) leaves and stems with symptoms of small necrotic spots. *Phyllosticta plantaginis* was isolated from leaves of ribwort (*Plantago lanceolata*) showing symptoms of small, regular, necrotic spots.

Key words: *Phoma nepeticola*, *Phoma strasseri*, *Phomopsis sclarea*, *Phyllosticta plantaginis*, fungi, occurrence, peppermint, sage, motherwort, ribwort

Department of Phytopathology and Mycology, University of Life Sciences, 7 Leszczyńskiego, 20-069 Lublin, Poland;
*beata.zimowska@up.lublin.pl

Introduction

In recent years, in south-eastern Poland spice and medicinal plants from the Lamiaceae family, e.g. motherwort (*Leonurus cardiaca* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and peppermint (*Mentha piperita* L.) and Plantaginaceae family e.g. ribwort (*Plantago lanceolata* L.) have been cultivated. Grouping of the herbaceous plants in this region causes their frequent return to the same field, which contributes to the accumulation of fungi decreasing the quality and quantity of the yield (ZIMOWSKA & MACHOWICZ-STEFANIAK 2005; ZIMOWSKA 2007, 2011).

The present paper discusses the results of perennial studies on the diversity of fungi occurring and damaging the underground and aboveground parts of herbs from Lamiaceae and Plantaginaceae families.

Material and methods

The studies conducted in 2004-2009 concerned three plantations of two-year-old motherwort plants, sage plants and peppermint

and in 2009-2011 three one-year-old plantations of ribwort plants. The percentage of plants with necrotic symptoms on the stems and the leaves, and in the case of peppermint, also on the rhizomes, was determined each year at the beginning of vegetation and at full vegetation, directly in the fields. Plants with disease symptoms were taken for laboratory studies. The presence of fungi was established on the basis of etiological symptoms occurring on the infected parts of plants, and on the basis of mycological analysis. Fungi were isolated from the superficially disinfected roots, the stems up to the height of 25 cm from the base, leaves and peppermints rhizomes. The plant material was disinfected in 10% sodium hypochlorite and the mineral medium was used for the isolation of fungi (ZIMOWSKA & MACHOWICZ-STEFANIAK 2005). The obtained fungal colonies, after segregation and after making single-spore cultures, were marked for the species on the maltose medium or on standard media (RIFAI 1969; ELLIS 1971; RAMIREZ 1982; NELSON *et al.* 1983; UECKER 1988; VAN DER AA & VANEV 2002; BOEREMA *et al.* 2004).

Results

During the studies, different disease symptoms on all examined parts of plants were observed. Regular, necrotic spots of 3-5 mm diameter occurred on motherwort leaves and stems up to the height of 5 to 20 cm from the base. Etiological signs in the form of conidia with the features typical of *Phoma* genus were found on such plant parts. *Phoma nepeticola* (Melnik) Dorenb was isolated from the stems and the leaves showing above mention symptoms. The mean proportion of the isolates of this fungus constituted 11.74% and 8.57% of all fungi obtained from the studied parts, respectively.

Characteristic disease symptoms were observed on the sage stems at the height of 10 to 20 cm from the base. Those were brown, oblong spots, which frequently merged together, covering the stem around. Peeling off and breaking of the bark occurred in such places. Conidioma and conidia with the morphological features characteristic of *Phomopsis* genus were found in the cracks of the stem bark. *Phomopsis sclarea* Sarwar was obtained from the sages stems with such symptoms. The isolates of this species constituted 8.86% of all fungi obtained from that part.

Phoma strasseri Moesz was commonly isolated from the stems and the rhizomes of peppermint showing symptoms of necrosis and tissue disintegration. The mean proportion of the isolates of this fungus constituted 9.47% and 15.15% of all fungi obtained from the examined parts.

Isolates of *Phyllosticta plantaginis* Sacc. were obtained in all studied years for the leaves of ribwort with the symptoms of small, irregular, necrotic spots with the diameter ranging from 2 to 4 mm, where etiological signs were observed in the form of pycnidia including conidia with the features typical of genus *Phyllosticta*. Totally, 161 isolates of *P. plantaginis* were obtained during the 3 years of studies, which constitutes 32.99% of all fungi obtained from the analyzed leaves of ribwort plantain.

Discussion and conclusions

The present studies pointed to diversity of pathogenic fungi occurring in the cultivated environment of the studied herb species from Lamicaeae and Plantaginaceae families. One of these fungi is *Phoma nepeticola*, which was obtained from the stems and leaves of motherwort with the symptoms of regular necrotic spots. The fungus is described in literature as a commonly occurring pathogen of nepeta (*Nepeta cataria* L.) and other species from genus *Nepeta* (DE GRUYTER *et al.* 2002). Monographic studies also provide information on the possibility of the above mentioned species infecting other plants from the family of Lamicaeae, e.g. motherwort and peppermint (MEL'NIK 2000; DE GRUYTER *et al.* 2002; BOEREMA *et al.* 2004).

The species of *Phomopsis sclarea* was recognized as the main cause of specific symptoms on sage stems, in the form of necrotic spots and breaking of the bark (UECKER 1988). Such a conclusion is justified by the fact of isolating the fungus cultures from the infected places and the presence of etiological signs in the form of fungal conidia. Among the many species from genus *Phomopsis*, over 60 are regarded as important pathogens to different host plants, including herbaceous ones (UECKER 1988). The latter include, for example, *P. diachenii* Sacc., occurring on caraway and causing dying out of umbels (GABLER & EHRIG 2000; MACHOWICZ-STEFANIAK 2009), *P. subordinaria* (Desm.) Trav., causing necrosis and dying out of buckthorn plantain inflorescences (LAINE 2003), *P. lavendulae* (Gabotto) Cif. & Vegni, lavender pathogen commonly occurring in Europe (BEUS 2006) and *P. sclarea*, isolated in Poland for the first time (UECKER 1988, ZIMOWSKA 2010).

The species of *Phoma strasseri* was recognized as the cause of necrosis, and then rot of the stems and rhizomes of peppermint (BOEREMA *et al.* 2004). Common isolation of the fungus cultures from the dying parts, the presence of etiological signs on them as well as positive results of pathogenicity tests justify such conclusions (ZIMOWSKA 2012). Black rot of mint stems and

rhizomes also called mint phomosis is at present one of the most dangerous diseases of plants cultivated in India, Japan, the United States and in Europe (MELOUK & HORNER 1972; KALRA *et al.* 2004; ZIMOWSKA 2007). Yield losses reaching even 90% are caused by quickly proceeding tissue degradation resulting from the enzymatic decomposition of pectin compounds by polygalacturonase and macerating enzymes produced by *P. strasseri* (MELOUK & HORNER 1973).

What deserved special attention is obtaining the species that was not noted in Poland before, namely *Phyllosticta plantaginis*, from ribwort leaves with the symptoms of small necrotic regular spots. The fungus is described in literature as a pathogen causing the spots of ribwort and broadleaf (*Plantago major* L.) (SACCARDO 1878; FARR *et al.* 1995). Isolation of numerous fungus cultures from the leaves showing specific disease symptoms, the presence of etiological signs on them and the fulfillment of Koch's postulates for selected isolates of the fungus in pathogenicity tests in *in vitro* conditions allow to consider *P. plantaginis* as a pathogen of ribwort.

The satisfactory and repeatable quality of raw materials obtained from herbaceous plants depends on a number of abiotic and biotic factors. One of them is the phytosanitary condition of plants during their cultivation. The present studies pointed to the diversity of pathogenic fungi, which – as a result of injuring the plants – exerts a negative effect on the quality and quantity of raw materials. In the light of GAP principles, all injured plants or their parts must be eliminated from the further process of production.

References

- BEUS C. 2006. Growing and marketing Lavender: 1–28. Washington State University Extension, Pullman.
- BOEREMA G.H., DE GRUYTER J., NOORDELOOS M.E., HAMERS M.E.C. 2004. *Phoma* identification manual, CABI Publishing, London.
- DE GRUYTER J., BOEREMA G.H., VEN DER A.A. 2002. Contributions towards a monograph of *Phoma* (Coelomycetes). VI (2). Section Phyllostictioides: Outline of its taxa. *Persoonia* 18 (1): 1–53.
- ELLIS M.B. 1971. Dematiaceous, Hyphomycetes. Com. Myc. Inst., Kew.
- FARR D.F., G.F. BILLS, G.P. CHAMURIS, A.Y. ROSSMAN. 1995. Fungi on plant and plant products in the United States. APS Press the American Phytopathological Society. St. Paul.
- GABLER J., EHRIG F. 2000. *Phomopsis diachenii* Sacc., ein aggressiver Krankheitserreger an Kümmel (*Carum carvi* L.) – Erstnachweis für Deutschland. *Z. Arzn. Gew. Pfl.* 1: 36–39.
- KALRA A., SINGH H.B., PANDEY R., SAMAD A., PATRA N.K., KUMAR S. 2004. Diseases in mint: causal organisms, distribution and control measures. *J. Herbs Spec. Med. Plants* 11 (1/2): 71–91.
- LAINÉ A.L. 2003. First report of *Phomopsis subordinaria* in natural population of *Plantago lanceolata* in south-west Finland. *Plant Pathology* 52 (3): 422.
- MACHOWICZ-STEFANIAK Z. 2009. The occurrence and biotic activity of *Phomopsis diachenii* Sacc. *Acta Agrobot.* 62 (2): 125–135.
- MEL'NIK V.A. 2000. Key to the fungi of the genus *Ascochyta* Lib. (Coelomycetes). *Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- u Forstwirtschaft* 379: 1–192. (Translation of MEL'NIK 1977 by MEL'NIK V.A., BRAUN U. & HAGEDORN G.).
- MELOUK H.A., HORNER C.E. 1972. Growth in culture and pathogenicity of *Phoma strasseri* to peppermint. *Phytopathology* 62: 576–578.
- NELSON P.E., TOUSSOUN T.A., MARASAS W.F.O. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. The Pennsylv. St. Univ. Press., University Park and London.
- RAMIREZ C. 1982. Manual and atlas of the *Penicillia*. Elsevier Biomedical Press., Oxford.
- RIFAI M.A. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. Kew Surrey, England.
- SACCARDO P.A. 1878. Fungi veneti novi vel critici vel mycologiae venetae addendi: Series VII. *Michaelia* 1: 133–221.
- UECKER F.A. 1988. A word list of *Phomopsis* names with notes on nomenclature, morphology and biology. *Mycol. Mem.* 13: 1–323.
- VAN DER AA H.A., VANEV S. 2002. A revision of the species described in *Phyllosticta*. CBS, Utrecht.
- ZIMOWSKA B. 2007. Fungi colonizing and damaging different parts of peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivated in south-eastern Poland. *Herba Pol.* 53 (4): 97–105.
- ZIMOWSKA B. 2010. Characteristics of *Phomopsis sclarea* obtained from sage (*Salvia officinalis* L.). *Biologia (Bratisl.)* 65 (4): 603–608.
- ZIMOWSKA B. 2011. Characteristics and occurrence of *Phoma* spp. on herbs from the family Lamiaceae. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 10 (2): 213–224.

- ZIMOWSKA B. 2012.** Pathogenicity and ultrastructural studies of the mode of penetration by *Phoma strasseri* in peppermint stems and rhizomes. *Pol. J Microbiol.* **61** (4): 273–279.
- ZIMOWSKA B., MACHOWICZ-STEFANIAK Z. 2005.** Charakterystyka izolatów nie notowanego dotychczas patogena mięty pieprzowej (*Mentha piperita* L.). *Acta Agrobot.* **58** (2): 151–162.



DISEASES OF HERBS FROM APIACEAE FAMILY

EWA DOROTA ZALEWSKA *, ZOFIA MACHOWICZ-STEFANIAK, EWA DOROTA KRÓL,
BEATA ZIMOWSKA

Abstract. The largest participation in causing the disease of herbal plants have fungi. Studies on their occurrence on plants of the family Apiaceae are conducted in the Lublin region since 2001. The observations of plant healthiness are carried out directly on the plantations. Plants with symptoms of disease are studied in the laboratory. Identification of the fungi is performed based on etiological symptoms and on the base of fungal cultures isolated from plants. Among the many species of fungi obtained from diseased plants to the particularly harmful belong: *Septoria carvi*, *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. dematium*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Passalora puncta* (*Cercosporidium punctum*) and *Erysiphe umbelliferarum*.

Key words: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Colletotrichum dematium*, *Erysiphe umbelliferarum*, *Passalora puncta*, *Septoria carvi*, *Sclerotinia sclerotiorum*, diseases, pathogenic fungi, caraway, angelica, dill

University of Life Sciences, Department of Phytopathology and Mycology, 7 Leszczyńskiego str., 20-069 Lublin, Poland;
* ewa.zalewska@up.lublin.pl

Introduction

In phyllosphere and rhizosphere of plants present a lot of various microorganisms and some of them are pathogenic. The pathogenic soil fungi infect roots and lower parts of the plants, causing their decaying and dying at the end. In this mean they cause the reduction of yields. Many species of fungi colonize seeds of herbs, which make moving diseases to the next growing season. The fungi occurred and developed very often, and in the case of biennial and perennial plants also overwinter on aboveground parts of the plant and caused a variety spots and contaminate herbal material with products of their metabolism. Herbs are grown widely in the Lublin region, so there are problems with their health status.

The aim of this study was to clarify the diseases and to identify the pathogens of chosen species of herbs from Apiaceae family.

Material and methods

The studies were carried out on several plantations of herbs: caraway (*Carum carvi* L.), angelica (*Archangelica officinalis* Hoffm.) and dill (*Anethum graveolens* L.) since 2001.

Directly on the plantation the participation of plants with disease symptoms was determined at the beginning of growing season, during the time of flowering and at the end at harvest time. Identification of fungi was carried out on the basis of occurrence of etiological symptoms as well as basing on obtained, growing cultures of fungi. To this purpose, a mycological analysis of diseased, superficially disinfected fragments of plants, using artificial culture method and malt agar medium was carried out (MACHOWICZ-STEFANIAK & ZIMOWSKA 2000; MACHOWICZ-STEFANIAK & ZALEWSKA 2008). The obtained cultures of fungi were identified on PDA medium and on standard media using light and scanning (SEM) microscope with elaborations of some authors (VON ARX 1957; PIDOPLIČKO 1978; SUTTON 1980; MARCINKOWSKA 2003; BOEREMA *et al.* 2004; LESLIE & SUMMERELL 2006).

Results

Caraway (*Carum carvi* L.)

The research has shown that the participation of plants with disease symptoms ranged from 15% to 75% dependently of the weather conditions at the growing season.

It was shown that the plants can be colonized by complex of various species of fungi including pathogenic and saprotrophic. The fungus *Septoria carvi* Syd., causing septoriosiis of plants has epidemic importance. This species was obtained often especially in the years 2001-2003, 2007-2008 and 2011 (MACHOWICZ- STEFANIAK & ZALEWSKA 2008). This fungus is considered to be a dangerous pathogen of caraway in other countries (TETREVNKOVA-BABAYAN 1987; ODSTRČILOVA *et al.* 2002; BEDLAN 2005). From studied plants a few isolates of *Phomopsis diachenii* Sacc., were obtained and in recent years the species *Colletotrichum dematium* (Fr.) Grove and *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. et Sacc. were appeared more often. On the underground part of plants and on the stems *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary and many species of fungi from the genus *Fusarium* were found. However, on the stems, leaves and schizocarps the powdery mildew is caused by *Erysiphe umbelliferarum* (Lev.) de Bary and was observed at the vegetation periods with high temperature.

Angelica (*Archangelica officinalis* Hoffm.)

The evaluation of healthiness of angelica plants indicated the presence of disease symptoms on all above-ground plant organs. The disease symptoms were observed on 15-55% of the studied plants.

The next obtained species belong to the particularly common pathogenic: *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. dematium*, *Phomopsis diachenii*, *Fusarium* spp. The species *P. diachenii* was obtained only in 2010 from umbels at the beginning of ripening of schizocarps. At that time, the temperature arose up to 28°C and were often little rainfalls. The obtained 22 isolates of this fungus accounted 22.68% of all isolates of fungi grown from umbels. *P. diachenii* was isolated from caraway and angelica plants from field crops which did not show specific symptoms of disease. *P. diachenii* are recognized as dangerous pathogen of caraway grown in Germany and its prevalence was found in the Czech Republic and Bulgaria (GABLER & EHRIG 2000; RODEVA & GABLER 2004).

Dill (*Anethum graveolens* L.)

In the full growth period of plants on the leaves, stems, umbels and even on schizocarps black, dipped spots the fungi were observed. These symptoms occurred in 10-52% of the plants.

During the maturation of schizocarps on the infected tissue appeared gray or white, sprinkle tufts of mycelium. Lately, these etiological symptoms covered all surface of aboveground parts of plants as compact layer of mycelium. Schizocarps of dill were improperly developed, deformed and prematurely dropped up. Depending of the years and a variety the number of plants with disease symptoms ranging from 70% to 85% and sometimes 100% infection was observed and the death of all plant of studied varieties.

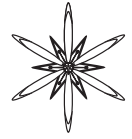
The conducted microscopic study of mycelium, sporodochia, conidiophores and conidia of fungus indicated a mass occurrence of the species *Passalora puncta* (Delacr.) Arx (*Cercosporidium punctum* (Lacroix) Deighton). This fungus was found to be the main pathogen of dill in the study area. This species is considered to be a dangerous pathogen of plants of Apiaceae family, especially dill, fennel and parsley grown in Germany, Bulgaria and in the Czech Republic as well as in North America and Central Asia (FARR *et al.* 1995; KUSTERER & GABLER 2000; KRAUTHAUSEN & KREISELMAIER 2002; ODSTRČILOVA *et al.* 2002).

Numerous species of genera *Alternaria*, *Fusarium*, *Phoma* and *Stemphylium botryosum*, isolated from various organs were recognized as fungi accompanying to this species.

References

- BEDLAN G. 2005. *Septoria carvi* an Kümmel. *Gemüse* 11: 25.
- BOEREMA G.H., DE GRUYTER J., NOORDELOOS M.E., HAMERS M.E.C. 2004. *Phoma* identification manual, CABI Publishing, London, UK.
- FARR D.F., G.F. BILLS, G.P. CHAMURIS, ROSSMAN A.Y. 1995. *Fungi on plant and plant products in the United States*. APS Press the American Phytopatological Society. St. Paul.

- GABLER J., EHRIG F. 2000.** *Phomopsis diachenii* Sacc., ein aggressiver Krankheitserreger an Kümmel (*Carum carvi* L.) – Erstnachweis für Deutschland. *Z. Arzn. Gew. Pfl.* **1**: 36–39.
- KRAUTHAUSEN H.J., KREISELMAIER J. 2002.** *Cercosporidium punctum* an Fenchel. *Gemüse* **38** (3): 80.
- KUSTERER A., GABLER J. 2000.** Krankheiten bei Dill – welche Bedeutung haben Pilze, Bakterien, Viren? *Gemüse* **36** (12): 31–32.
- LESLIE J.F., SUMMERELL B.A. 2006.** The *Fusarium* laboratory manual. Blackwell Professional Publishing, Ames.
- MACHOWICZ-STEFANIAK Z., ZALEWSKA E. 2008.** Biodiversity of fungi inhabiting various parts of caraway (*Carum carvi* L.). *EJPAU. Horticulture* **11** (1): 21. <http://www.wjpau.media.pl/volume11/issue1/art-21.html>.
- MACHOWICZ-STEFANIAK Z., ZIMOWSKA B. 2000.** Grzyby przenoszone przez materiał siewny roślin zielarskich. *Acta Agrobot.* **53** (2): 25–38.
- MARCINKOWSKA J. 2003.** Oznaczanie rodzajów grzybów w patologii roślin. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa.
- ODSTRČILOVÀ L., ONDRÉJ M., KOCOURKOVÀ B., RŮŽIČKOVÀ G. 2002.** Monitoring of incidence and determination of chemical protection. *Plant Protect Sci.* **38** (Special Issue 2): 340–343.
- PIDOPLIČKO H.M. 1978.** Griby parazity kulturnych rastenij. T. 3. Pknidialnye griby. Naukowa Dumka, Kijów.
- RODEVA R., GABLER J. 2004.** First report of *Phomopsis diachenii* in Bulgaria. *Mycologica Balcanica* **1**: 153–157.
- SUTTON B.C. 1980.** The Coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. CMI, Kew.
- TETEREVNIKOVA-BABAYAN D.N. 1987.** Griby roda *Septoria* w SSR. Akademia Nauk Armeńskiej USSR.
- VON ARX J.A. 1957.** Die Arten der Gattung *Colletotrichum* Cda. *Phytopathol. Z.* **29**: 413–468.



THE RUST FUNGUS *UROMYCES GERANII* (DC.) LEV. LOCALIZATION AND IMPACT ON ANATOMY OF THE HOST PLANT *GERANIUM SANGUINEUM* L.

EMMA BIRULIOVA *, IRINA PROSIANNYKOVA *, ALEXANDRA FEDOTOVA **

Abstract. The investigations on the rust fungus *Uromyces geranii* (DC.) Lev. influence on the anatomy of the vegetative organs of the host plant *Geranium sanguineum* L. (Geraniaceae) were conducted. The local and endophytic arrangement of *U. geranii* in the tissues of the host plant were identified. The tissues hypertrophy and organs deformation in *G. sanguineum* were revealed as a consequences of the fungus *U. geranii* influence as well as increment of pericyclic ring sclerenchyma lignification in the stem. While the mature aecia and uredinia on the stem cause the epidermis tears and fill the primary cortex up to the stele.

Key words: *Uromyces geranii*, *Geranium sanguineum*, rust fungi, anatomy, vegetative organs

Taurida V. Vernadsky National University, 4 Vernadski av., Simferopol, 95007, Ukraine; * aphanisomenon@mail.ru, ** bfau83@mail.ru

Introduction

The harmfulness of rust fungi is revealed not only in the fact that fungi are parasites penetrating the tissues of the host plant and feeding on the host's expense, but also in the decrease of assimilation surface often inducing death of leaves and stems. The violation of the anatomical integrity of the plant tissues under the influence of rust fungi results in the change of water, mineral and organic substances' transportation, destabilizes the physiological condition of the plants making them more vulnerable to abiotic environmental factors (RUBIN *et al.* 1975).

Accordingly to the literary sources (KUPREVICH & ULYANISCHEV 1975, DUDKA *et al.* 2004), the rust fungus *Uromyces geranii* (DC.) Lév. is a monoecious type with the full cycle (macrocytic) of development: spermogonia (pycnia) (0), aecia (I), uredinia (II) and telia (III) developing on *Geranium sanguineum* L. (Geraniaceae).

The aim of our research was to reveal the localization of the rust fungus *U. geranii* and to investigate its influence on the anatomical structure of the host plant *G. sanguineum*.

Material and methods

The exploration was carried out in the vicinity of Nautsniy town in Bakhchisaray region of Crimea on the top of one of the summits of Sel-Buhra Mountain (658.2 m a.s.l.) on two homogeneous test areas 100 m² each. The natural vegetation of the limestone Mountains of Sel-Buhra is represented with pubescent oak and juniper sparse wood, where *G. sanguineum* forms rather large and multiple curtains. According to the schematic map of the Crimean zones, Nautsniy town is located in Mountainous Crimea (DIDUKH 1992). The identification of the samples of *U. geranii* on the leaves of the host plant was made using standard methods: according to the field guide (KUPREVICH & ULYANISCHEV 1975), while the name of the host plant is represented by JENA (2012).

The plants of *G. sanguineum* infected by rust fungus *U. geranii* were the objects of the study. The variants of the experiment were as follows: healthy plant control test and the experiment with plants infected by fungus (Fig. 1). In order to detect mycelial hyphae in plant tissues the fixator was used (BARYKINA *et al.* 2004). In order to identify lignin the medications were treated with phloroglucin and hydrochloric acid.



Fig. 1. The pynia and aecia of the rust fungus *Uromyces geranii* on the leaves of *Geranium sanguineum*.

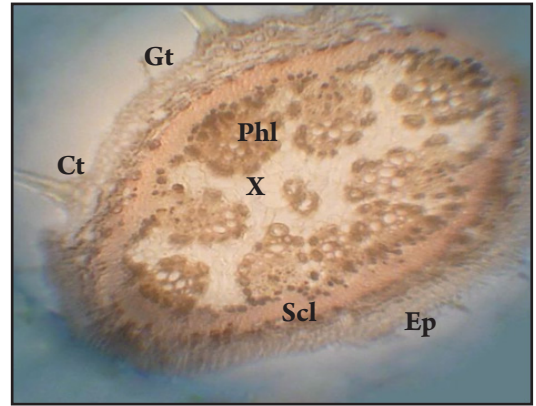


Fig. 4. Cross section through the petiole of *Geranium sanguineum* control plant (magn. 15×20): **Ct** – covering trichome, **Ep** – epidermis, **Gt** – glandular trichome, **Phl** – phloem, **Scl** – sclerenchyma ring, **X** – xylem.

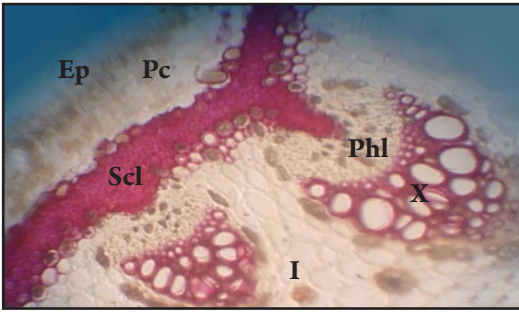


Fig. 2. Cross section through the stem of *Geranium sanguineum* control plant (magn. 15×20): **Ep** – epidermis, **I** – ideoblasts; **Pc** – primary cortex; **Phl** – phloem; **Scl** – sclerenchyma ring; **X** – xylem.

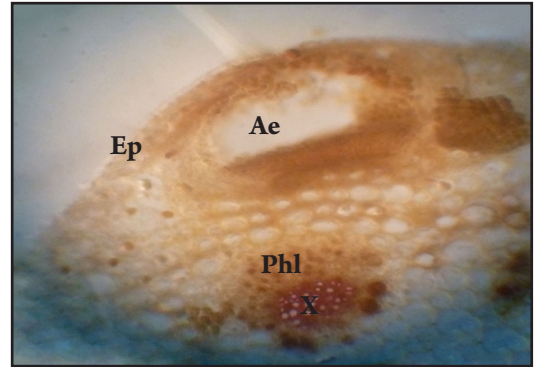


Fig. 5. Cross section through the petiole of *Geranium sanguineum* infected by *Uromyces geranii* aeciospores (magn. 15×20): **Ae** – aecia, **Ep** – epidermis, **Phl** – phloem, **X** – xylem.

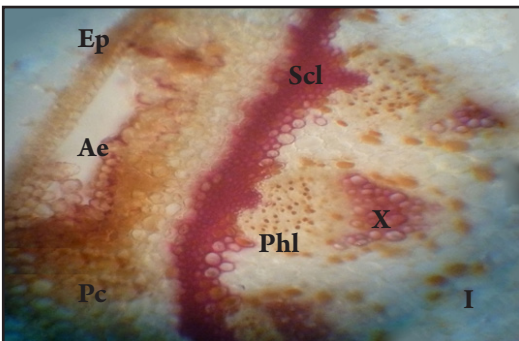


Fig. 3. Cross section through the stem of *Geranium sanguineum* infected by *Uromyces geranii* aeciospores (magn. 15×20): **Ae** – aecia; **Ep** – epidermis; **I** – ideoblasts; **Pc** – primary cortex; **Phl** – phloem; **Scl** – sclerenchyma ring; **X** – xylem.

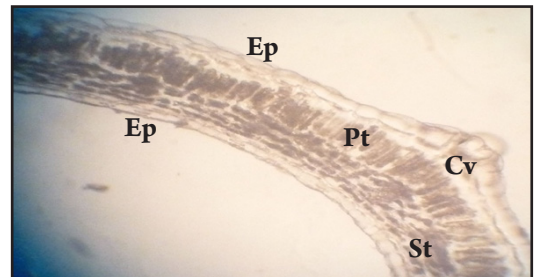


Fig. 6. Cross section through the leaf blade of *Geranium sanguineum* control plant (magn. 15×20): **Cv** – central vein, **Ep** – epidermis, **Pt** – palisade tissue, **St** – sponge tissue.

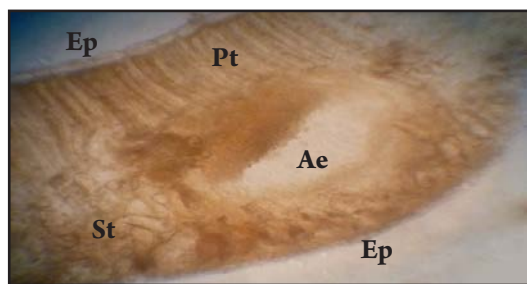


Fig. 7. Cross section through the leaf blade of *Geranium sanguineum* infected by *Uromyces geranii* aeciospores (magn. 15×20): **Ae** – aecia, **Ep** – epidermis, **Pt** – palisade tissue, **St** – sponge tissue.

Results and discussion

The main area of *G. sanguineum* distribution is European-Mediterranean. In Ukraine the species is widespread mainly in the Crimean Mountains. Its biomorphological characteristic: aeropedophyte, litophyte, polycarpous summer-winter green, semirosette, herbaceous, early-middle annual plant species with middle-rhizome, sympodial shoot branching and racemiferous roots. Its ecomorphological characteristic: xeromesophyte, skioheliophyte, glycophyte, melliferous, source of vitamins, technical, a rather frequently occurred plant (GOLUBEV 1996).

The pycnia of *U. geranii* grow on both sides of the leaf blades in small groups of aecia, forming the yellow spots, spherical, small, 135-150 µm, sometimes orange or brown. The aecia are located on the underside of the leaf blades, as well as on the veins and petioles gathered

into oblong loose groups on small rounded or elongated, thickened, yellow, or brown spots, sometimes arranged in circles, rounded and yellow, 0.2-0.3 mm in diameter. The peridium is calyciform with slightly dissected, upraised and contorted edge; the peridium cells are rounded or elongated, 28-40(45)×12-22 µm; external and internal walls are 4-5 µm width; the external wall is the cross-striated, the internal – barbellate; veruccae are arranged in short lines.

The uredinia located on the underside of the leaves or rarely on petioles, stems and pedicels have an appearance of yellow-reddish or brown spots. The uredinia are often sparse or arranged in small groups, round or oblong in shape, 1-2 mm long. The telia are similar to uredinia, but are darker-colored.

Anatomical structure of G. sanguineum stem

On the external side the stem is covered by monolayer epidermis with strongly thickened external and internal tangential walls. The cuticle on the epidermis, sparsely located trichomes and glandular hairs with three-celled pedicel and capitulum are formed. Under the epidermis the primary cortex follows where one or two cells-layered angled collenchyma is represented. Under the primary cortex stele is located. Its pericycle forms a ring of mechanical tissue consisting of 5-8 cell layers. The internal layers of sclerenchyma form the ring which covers outside the largest vascular bundles between which the smaller ones are located. The bundles are open collateral (Fig. 2). There is the marrow in the center of the stem, formed by large thin-

Table 1. The impact of the rust fungus *Uromyces geranii* on the size of parenchyma cells in *Geranium sanguineum*.

Vegetative organ	Variant	Length of the parenchyma cells, µm	Width of parenchyma cells, µm
Stem	Control	19.4±0.8	18.8±0.4
	Experiment	30.1±1.4	29.6±0.4
Petiole	Control	16.9±0.6	15.7±0.5
	Experiment	31.0±2.1	29.7±0.3
Leaf	Control (palisade parenchyma)	44.6±1.4	19.4±1.2
	Experiment (palisade parenchyma)	101.9±6.3	20.6±0.4
	Control (spongy parenchyma)	14.5±1.2	13.8±0.3
	Experiment (spongy parenchyma)	44.6±1.0	42.8±0.3

walled parenchymal cells. In the parenchymal tissue of the whole stem idioblasts with essential oils found mostly in the marrow.

The mature aecia and uredinia of rust fungus *U. geranii* on the stem of the infected plants cause the breaks in epidermis and fill in a primary cortex toward the stele. The subepidermal layer of cells is more clearly expressed in comparison to the control variant (Fig. 3). Visually the amount of covering glandular hairs on the epidermis increases. The cells of the primary cortex adjacent to aecia and uredinia are crumpled and between them the air cavities are formed. Apparently the parasite which penetrated into the plant contributes to the development of the air cavities in the primary cortex of the host plant's stem. The cavities are required for the aecia and uredinia laying and forming. Until maturation and distribution of aecia and uredinia the remaining cells of subepidermal layer protect the stem from unfavorable environmental factors. The idioblasts contain essential oils and may be abundantly found in all the tissues of a stem in all topographic zones.

There has been observed an increasing lignification of pericyclic sclerenchyma ring under the influence of *U. geranii* fungus. Moreover, there was identified the hypertrophy of the tissues of *G. sanguineum* infected by rust fungus, which probably promotes the excretion of the growth regulators by the plant cells.

Anatomy of *G. sanguineum* petiole

The leaf petiole is visually more pubescent with glandular and simple trichomes comparing to stem. The structure of leaf petiole epidermis is the same as of the stem. The pericyclic sclerenchyma ring is poorly lignified. The number of vascular bundles is about 6-8 (Fig. 4). The idioblasts are also present.

Due the infection of the petiole by the fungus *U. geranii* a strong thickening of the external wall of the epidermis as well as the development of a monolayer lamellar collenchyma are observed. In the area of primary cortex the cells are stretched and large intercellular spaces are observed. The sclerenchyma ring is missing. The number of conducting bundles under the fungal

infection reduces to 4-5 (Fig. 5).

Anatomy of *G. sanguineum* leaf blade

The leaf blades are pubescent, reniform in contour, palmately veined, deeply palmately dissected, with 5-7 lobes with 3-5 linear laciniations each. The type of the leaf is hypostomal. The upper epidermis of the leaf blade includes large cells with thick external walls without cuticle but with numerous trichomes – simple and glandular. The mesophyll of the leaf is represented by palisade tissue consisting of a single layer of strongly elongated cells with large chloroplasts, its longitudinal axes are perpendicular to the surface of the leaf blade. Between the palisade cells there are intercellular spaces. The loose tissue is formed by 5-4 lines of quite closely adjacent to each other cells with slightly expressed intercellular spaces (Fig. 6). The lower epidermis has smaller cells than the upper one, while on the lower side of the leaf there are only glandular trichomes. The veins are represented by closed collateral vascular bundles with well-developed xylem. However, its histological elements are poorly lignified. Around the bundle there is a well expressed parenchymal sheath.

Under the influence of rust fungus *U. geranii* the hypertrophy of the mesophyll cells is observed: the palisade and spongy mesophyll cells show a significant proliferation (Fig. 7). As seen from Tab. 1, under the influence of parasitic fungus the tissues' hypertrophy in vegetative organs of *G. sanguineum* observes. As a result of the tissue deformation under the influence of rust fungus the average length of parenchyma cells in the stem of *G. sanguineum* increases up to 30.1 μm , which is 1.6 times higher compared to the control test (19.4 μm). Under the influence of the infection the hypertrophy of infected parts of the petiole's tissues is also observed. For example, in the control test the parenchyma cells' length was 16.9 μm , while in the experiment it was 31.0 μm , which is 1.8 times higher. The same tendency deduces when comparing data of the length of the palisade parenchyma's cells (in the experiment this indicator was 2.3 times higher than in control testing). For instance, after the leaves of *G. sanguineum* were infected by the

rust fungus it was observed that mesophyll cells' length was 53.2 μm which is 1.6 times more than in the control group – 32.4 μm (Tab. 1).

Conclusions

1. It was found out that mature aecia and uredinia of the rust fungus *Uromyces geranii* causing tear of the epidermis fill the primary cortex of the stem up to the stele.

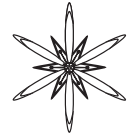
2. As a result of local and endophytic development of the fungus in the tissues of *Geranium sanguineum* a cell hypertrophy as well as increased lignification of pericyclic sclerenchyma ring of the stem occurs in the place of intrusion of *U. geranii*.

3. In the case of petiole infected by the fungus *U. geranii*, a strong thickening of the external walls of the epidermal cells and the development of a monolayer lamellar collenchyma were observed. In the area of primary cortex the cells are elongated with large intercellular spaces; the sclerenchyma ring is missing.

4. The place of parasite penetration into the leaf is marked by the necrosis of epidermis and mesophyll to the extent that necrotized tissue falls out from the plant.

References

- BARYKINA R.P., VESELOV T.D., DEVIYATOV A.G. et al. 2004.** Contemporary botanical microtechnic. Principles and methods. Moscow State University, Moscow. (In Russian).
- GOLUBEV V.N. 1996.** Biological flora of the Crimea. SNBG, Yalta. (In Russian).
- DIDUKH J.P. 1992.** The vegetation of the Crimean Mountains. Structure, dynamics, and evolution of security. Nauk. Dumka, Kyiv. (In Ukrainian).
- DUDKA I.O. GELYUTA V.P. TIKHONENKO Y.A. et al. 2004.** Fungi of the natural areas in the Crimea. Phytosociocentr, Kyiv. (In Ukrainian).
- YENA A. 2012.** Natural flora of the Crimean peninsula. N. Oreanda, Simferopol. (In Russian).
- KUPREVICH V.F., ULYANISCHEV V.I. 1975.** The key for determination of rust fungi of the USSR. 1: 290–291. Science and Technology, Minsk. (In Russian).
- RUBIN B.A., ARTSIKHOVSKY E.V. AKSENOV V.A. 1975.** Biochemistry and physiology of plant immunity. Graduate School, Moscow. (In Russian).



MORPHOLOGICAL CHANGES AND DAMAGES OF INDICATOR LICHENS FROM SAKHALIN ISLAND

ALEXANDER K. EZHKIN

Abstract. Lichen morphological changes, abnormalities and damages are very important parameters that define the general vitality of lichen communities. Correct detecting of lichen abnormalities helps to make an accurate assessment of the disturbance level of ecosystems. Main morphological changes and damages of indicator lichens of the Sakhalin Island are discussed.

Key words: lichens, morphological changes, damages, necrosis, biomonitoring, bioindication, Sakhalin

Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS, 1B Nauki str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693000, Russia; Ezhkin@yandex.ru

Introduction

Lichens are long living organisms with a high sensibility to environmental impacts. The high sensitivity of lichens is related to lichens biology. The using of lichens as air quality detectors is a well-documented procedure (SKYE 1979; RICHARDSON & NIEBOER 1981). The most common approach involves a floristic survey and elemental analysis of tissues from selected indicator species (ST. CLAIR 1989; WETMORE 1989). Lichen physiological processes indicate pollution related to the damage significantly earlier than other with more visible changes in color, morphology or community structure which can be detected and monitored (FIELDS & ST. CLAIR 1984). Lichen tissue damages occur after long-term or repeated influence of high concentrations of various pollutants in the air which are associated with stationary and mobile sources of the pollution. Damages and changes in lichen morphology are detected and measured by transplants and other methods of bioindication (BRODO 1961). Abnormalities which occur due to air pollution are not the same for all lichen species. Therefore it is very important to know and recognize them when using lichens as bio-monitors.

Material and methods

Lichens were collected from all available

substrates (rock, concrete, soil, tree bark and branches, dead wood, moss) and varied habitats (urban areas, conifer and deciduous forests, sea shores and mountains) on different distances from potential pollution sources – highways, heat power plants, boiler houses and LNG plant. The investigations were performed in Korsakov, Aniva, Dolinsk and Nogliki districts of the Sakhalin Island. Lichen species were identified using standard lichen keys and taxonomic treatises. Damages and morphological changes were studied visually using hand magnifier and microscope.

Results and discussion

Color changes

The most frequently occurred damage on lichens due to air pollution is bleaching or reddening of the upper cortex of foliose, crustose and fruticose lichens. Color change is a form of necrosis and it happens when algae layer is destroyed. Sensitive and intermediate sensitive lichens are exposed to this damage more often than tolerant species. Bleaching and reddening often happen with many lichens from next genera: *Flavoparmelia*, *Flavopunctelia*, *Parmelia*, *Hypogymnia*, *Heterodermia*, *Lobaria*, *Lecanora*, *Pyrenula*, *Graphis*, *Buellia*, *Peltigera*, *Nephroma*, *Melanelia*, *Menegazzia*, *Cetraria*, *Cladonia*, *Myelochroa*, *Parmeliopsis*, *Phaeophyscia*, *Physcia*, *Physconia*, *Platismatia* etc. Dark brown or black

colored “burns” often occur on tips of the lobes and the branches of some sensitive lichen genera – *Lobaria*, *Bryoria*, *Usnea*. The color of thallus surface is always more pale in polluted areas probably due to reduction in photosynthetic capacity (FIELDS & ST. CLAIR 1984). It happens with many lichens including tolerant species – *Phaeophyscia hirtuosa*, *Ph. rubropulchra*, *Physciella chloantha*, *Physcia stellaris*.

Destruction of upper cortex

This damage usually follows after color change and it often occurs with sensitive and intermediate sensitive lichens. *Lobaria* lose their upper cortex in disturbed habitats more frequently and faster than other lichens. This damage usually causes death of lichen in very soon. It also happens with tolerant lichens when pollution level changes very fast.

Reproductive system abnormalities

Reproductive organs are very sensitive to air pollution. Absence of the apothecia often occurs with sensitive lichens – *Lobaria pulmonaria*, *L. quercizans*, *Peltigera collina* as well as tolerant lichens – *Myelochroa subaurulenta*, *Parmelia fertilis*, *Lecanora pachyheila*, *Melanelia olivacea*. Destruction of apothecia and perithecia is usual for crustose lichens – *Lecanora allophana*, *L. chlarotera*, *Brigantiaea nipponica*, *Graphis scripta*, *Pyrenula japonica* in polluted areas. Lichen apothecia and perithecia of crustose lichens become empty or look deformed in polluted areas. Hyperproduction of sorediae and isidia can be often found in sensitive and intermediate sensitive species – *Lobaria pulmonaria*, *L. spathulata*, *Parmelia squarrosa* as well as in tolerant species – *Phaeophyscia hispidula*, *Physconia grumosa*, *Parmelia sulcata*, *Physciella melanchnra*, *Flavopunctelia soredica* which occur in polluted areas. Sometimes solid mass of soredia or isidia may cover all the surface of the upper cortex, but it can be normal for lichens found in clear areas because of the old age of the lichen.

Colonization by other lichens

This abnormality usually happens with sensitive lichens – *Lobaria pulmonary*, *Leptogium*

burnetiae and some other lichens from these two genera in polluted areas. In disturbed areas the thallus of the sensitive lichen is often colonized by aggressive lichens from tolerant groups like *Phaeophyscia hirtuosa*, *Physciella chloantha*, *Candelaria concolor* etc.

Dwarf growth and deformations

These abnormalities are very common for almost lichens in polluted areas. Its occur both in sensitive and tolerant species. Lichen thallus become compact, deformed, torose and thick. The lichen thallus often looks like a small shrub.

Additional lobes formation

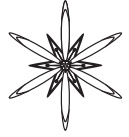
In polluted areas lichens often form small rudimentary lobes along the main lobe edge. It frequently happens with sensitive and intermediate sensitive lichens like *Lobaria pulmonaria* and *L. spathulata* etc.

Sparse and short rhizines

This abnormality is very common for lichens in urban areas and it often follows with sparse and short hairs around the apothecia of some *Phaeophyscia* species like *Ph. hirtuosa* and other.

References

- BRODO I.M. 1961.** Transplant experiments with corticolous lichens using a new technique. *Ecology* **42** (4): 838–841.
- FIELDS R.D., ST. CLAIR L.L. 1984.** The effects of SO₂ on photosynthesis and carbohydrate transfer in the two lichens: *Collema polycarpon*, *Parmelia chlorocroa*. *Am. J. Bot.* **71**: 986–998.
- RICHARDSON D.H.S., E. NIEBOER. 1981.** Lichens and pollution monitoring. *Endeavour, New Series* **5** (3): 127–133.
- SKYE E. 1979.** Lichens as biological indicators of air pollution. *Ann. Rev. Phytopathol.* **17**: 325–341.
- ST. CLAIR L.L. 1989.** Development of an air quality biomonitoring program, using lichens, for the Jarbidge Wilderness Area, Humboldt National Forest, Nevada. *U.S. Forest Service. Technical Report.*
- WETMORE C.M. 1989.** Lichens and air quality in Cuyahoga Valley National Recreation Area, Ohio. *Bryologist* **92**: 273–281.



MICROALGAE: BIOFUEL PRODUCTION

BABITA KUMARI * & VINAY SHARMA

Key words: microalgae, biofuels, nutraceutical products, pharmaceutical products

*Department of Biosciences & Biotechnology, Banasthali University, 304022 Banasthali, Rajasthan; * bbtmsr@yahoo.co.in*

In the present day, microalgae feedstocks are gaining interest in energy scenario due to their fast growth potential coupled with relatively high lipid, carbohydrate and nutrients contents. All of these properties render them an excellent source for biofuels such as biodiesel, bioethanol and biomethane; as well as a number of other valuable pharmaceutical and nutraceutical products. The present review is a critical appraisal of the commercialization potential of microalgae

biofuels. The available literature on various aspects of microalgae for e.g. its cultivation, life cycle assessment, and conceptualization of an algal biorefinery, has been done. The evaluation of available information suggests the operational and maintenance cost along with maximization of oil-rich microalgae production is the key factor for successful commercialization of microalgae-based fuels.



ОНТОГЕНЕЗ КУСТАРНИЧКА
PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA (L.) O. SCHWARZ
В ГОРНОМ АЛТАЕ

ЕЛИЗАВЕТА К. КОМАРЕВЦЕВА

Аннотация. Изучен онтогенез *Pentaphylloides fruticosa* на альпийском луге в Горном Алтае. В этих условиях происходит смена жизненной формы вида с геоксильного кустарника на геоксильный вегетативно-подвижный кустарничек.

Ключевые слова: *Pentaphylloides fruticosa*, онтогенез, онтогенетические состояния, кустарник, кустарничек

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, г. Новосибирск, 630090, Россия; lisochka@ngs.ru

Пятилистник кустарниковый или курильский чай (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, сем. Rosaceae) – азиатско-американский вид (ЮРЦЕВ 1984). Дизъюнктивный ареал его состоит из основной азиатской части, лежащей в Северной, Центральной и Средней Азии. Остальные фрагменты ареала значительно меньше – Северная Америка, Европа, Урал и Кавказ (ЮЗЕПЧУК 1941). Почти везде вид тяготеет к горным местообитаниям, произрастая от предгорий до альпийского пояса включительно. Основная жизненная форма – геоксильный кустарник. Только в Магаданской области развивается стержнекорневой стланичек (МАЗУРЕНКО и ХОХРЯКОВ 1977).

Исследования проводились в Горном Алтае в августе 1999 г. близ Семинского перевала (1700 м над ур. м.) на альпийском деградированном лугу. Онтогенез описан по методике Т.А. РАБОТНОВА (1950), А.А. УРАНОВА (1975) и его учеников (СМИРНОВА 1976). Морфогенез описан согласно подходам И.Г. СЕРЕБРЯКОВА (1962), а также М.Т. МАЗУРЕНКО и А.П. ХОХРЯКОВА (1977). Календарный возраст особи определялся путем подсчета годовых приростов первичного побега (j, im), или годовых колец на спиле средней части ксилоподия (v-g).

В суровых условиях альпийского пояса у *P. fruticosa* происходит смена жизненной формы с геоксильного кустарника на геоксильный вегетативно-подвижный кустарничек высотой 20-35 см (Рис. 1). Развитие особи начинается с прорастания семени. Проростки и ювенильные растения подобны таковым кустарниковой биоморфы. Это одноосные растения. Проростки имеют овальные семядоли и один трехлопастной листочек, у ювенильных растений появляются тройчатосложные листья (КОМАРЕВЦЕВА 2005). В имматурное онтогенетическое состояние особь переходит на 2 год.

Имматурная особь (im) представлена первичным побегом (ПП) высотой 4,5 (2-7) см и главным корнем длиной 8,1 (7-10,3) см. Листья взрослого типа из 5 сегментов (пальчатые). Годичный прирост ПП составляет в первый год 0,5 см, в последующие – 0,7-1 см. На 2-3 год ПП повреждается. Если отмирает верхушка ПП, то из ближней пазушной почки развивается побег замещения (ПЗ) с годовым приростом 1-1,5 см, и образуется составная скелетная ось (ССО). Возможно появление до трех побегов ветвления (ПВ) I порядка на ССО. Особи в имматурном состоянии находятся в возрасте 2-4 лет. Чаще всего на 2-3 год происходит отмирание не верхушки, а большей части ПП.

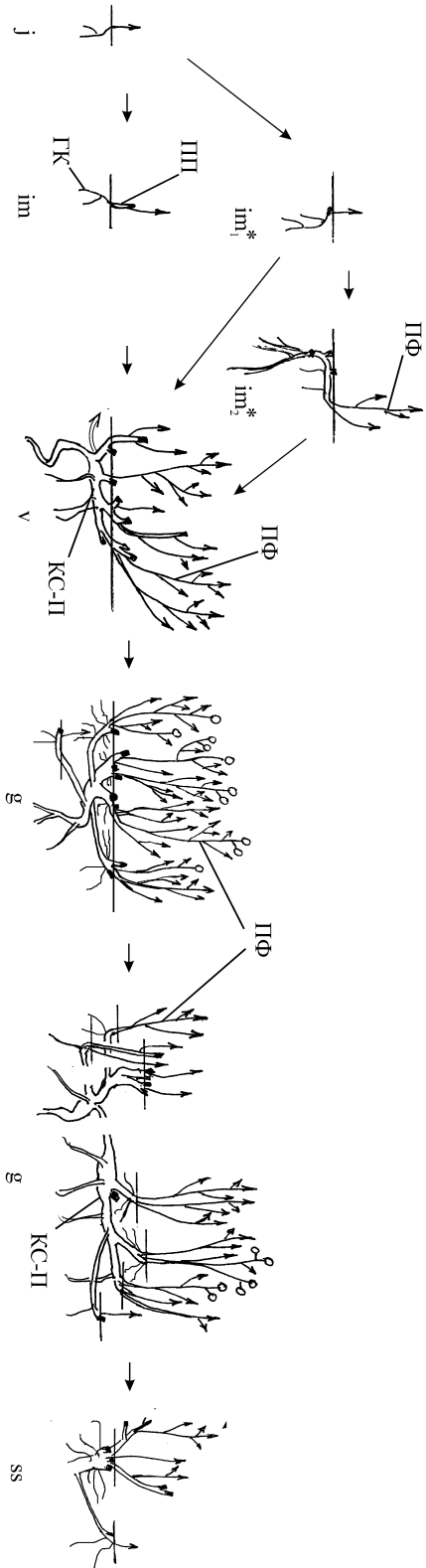


Рис. 1. Сложный онтогенез кустарничка *Pentaphraguloides fruticosus*: ПШ – первичный побег, ГК – главный корень, ПФ – побег формирования, КС-П – ксиллоподий, ↑ – вегетативный побег, ○ – генеративный побег, ▭ – омертший побег, ↓ – гипогенный ксиллоризом; *p, j, im, v, g, ss* – онтогенетические состояния.

Рис. 1. Complex ontogeny of *Pentaphraguloides fruticosus* a low shrub: ПШ – primary shoot, ГК – main root, ПФ – formation shoot, КС-П – fleshy root, ▭ – dead shoot, ○ – floral shoot, ▭ – dead shoot, ↓ – underground shoot; *p, j, im, v, g, ss* – ontogenetic stages.

Формируется иматурная особь пониженной жизненности. В основании отмершего ПП из почки возобновления появляется побег формирования (ПФ) I порядка с годичным приростом 1,5-2 см. Основание ПФ в следующий год полегает на длину своего первого прироста. Через 2-3 года надземная часть его отмирает, и подобным же образом появляется следующий ПФ II порядка, который также полегает и вскоре отмирает. Эта ситуация повторяется до ПФ III-IV порядка и более. Из полегших оснований отмерших ПФ складывается эпигеогенный ксилоризом, который вскоре втягивается в почву за счет образования придаточных корней. По разветвленности ПФ выделены особи im^*_1 и im^*_2 .

*Иматурное растение пониженной жизненности (im^*_1)* в надземной части представлено одним слабо разветвленным ПФ высотой 3,5-6,5 см. Подземная часть состоит из эпигеогенного ксилоризома длиной 3-6 см с 1-2 отмершими ПФ и ПП, переходящего в главный корень длиной до 7 см. Особи im^*_1 находятся в возрасте 2-4 лет. На 3-4-летнем ПФ (III и более порядка) из верхних пазушных почек прошлогодних приростов образуется до 4 розеточных побегов ветвления, и особь переходит в состояние im^*_2 .

*Иматурное растение пониженной жизненности (im^*_2)* в надземной части имеет 1 ПФ высотой 11,7 (6-25) см с 2-3 розеточными ПВ I порядка в верхней части и 1-3 ПВ I порядка в средней части ПФ длиной до 8 см. В подземной части ксилоризом утолщается до 0,3 (0,2-0,5) см. На ксилоризоме насчитывается до 6 остатков отмерших ПФ. Возраст особи im^*_2 составляет 11 (5-16) лет. Иматурные особи нормального типа (im) в ЦП единичны, группа иматурных особей представлена почти исключительно однопобеговыми особями пониженной жизненности (im^*_1 и im^*_2). К переходу в виргинильное состояние способны как особи im , так и im^*_1 , im^*_2 .

Виргинильная особь (v) – куст высотой 5-19 см из 2-7 разветвленных побегов (ПП и

/или ПФ). В 5-6-летнем возрасте из спящих почек возможно появление до 2 подземных плагиотропных побегов (гипогеогенные ксилоризомы), которые, нарастая по 1-2 см в год, на 2-3 год развивают ортотропные надземные ПФ. Возможно полегание некоторых ПФ на длину 5-7 см. В результате побегов в кусте могут быть удалены друг от друга до 8-10 см. Это онтогенетическое состояние длится с 3 до 20 лет. В это время происходят значительные изменения в надземной и в подземной сферах растения. В 4-6-летнем возрасте куста годичные приросты ПФ составляют 3 см, в 12-14 лет – до 8 см и к 20 годам падают до 3 см. С 13-15 летнего возраста особи формируется ксилоподий длиной до 5 см и диаметром до 0,8 см, который переходит в главный корень длиной до 25 см. Полегшие основания ПФ утолщаются до 0,6 см и образуют придаточные корни диаметром 0,2-0,3 см.

Зацветает особь в возрасте 10 лет. Генеративный период не подразделяется на молодое, средневозрастное и старое генеративные состояния, т.к. цветущие особи мало отличаются друг от друга по развитию и интенсивности цветения.

Генеративная особь (g) – в начале генеративного периода куст, состоящий из 4 (2-6) ПФ (1-2 цветущие) высотой 21,6 (15-26) см и 5 (3-7) остатков отмерших ПФ. Ксилоподий достигает диаметра 0,9 (0,5-1,2) см, апикальные концы ксилоризом – 0,6 см. Главный корень начинает разрушаться с дистального конца. Питание особи осуществляется за счет боковых корней на главном корне и придаточных корней на ксилоризомах. Первыми, в возрасте 7 – 9 лет, зацветают 1-2 ПФ первичного куста. На ПФ развиваются 3-7 побегов ветвления длиной 10 (6,5-16) см, два из них несут 1-5 цветка. Позже к цветению приступают и другие ПФ. У генеративной особи цветки образуются не каждый год, и тогда временно нецветущая генеративная особь не отличается от виргинильной. Возраст g особи составляет 19 лет (10-25) лет. К 15-20 годам за счет появления из спящих почек

на ксилоподии первичного куста новых 1-3 гипогегенных корневищ с годичным приростом 3-4 см образуется куртина. Из их верхушечных почек через 3-4 года развиваются ортотропные побеги, удаленные от первичного куста на 10-15 см. В основании этих парциальных побегов развиваются 1-2 новых ПФ и образуется парциальный куст. Возможно полегание молодых парциальных побегов на первый годичный прирост 8-10 см. В результате образуется куртина.

К 30 годам центральная часть куртины (первичный куст) прекращает цветение, новые ПФ не образуются. От ксилоподия отходят 3-4 ксилоризома длиной до 20 см, несущие разновозрастные нецветущие парциальные образования, как правило, пониженной жизнеспособности. Но один из парциальных кустов получает преимущественное развитие по сравнению с другими (Рис. 1). Надземную часть его образуют крупные разветвленные ПФ, основания которых разрастаются, обрастают крупными придаточными корнями и погружаются в почву за счет сократительной деятельности корней. В результате формируется ксилоподий диаметром до 2-3 см – новый центр разрастания куртины. Образование парциальных образований в нем происходит также за счет образования гипогегенных ксилоризом. Ксилоризом, связывающий два центра, вскоре разрушается. В результате куртина распадается на системы парциальных кустов и побегов. Первичный куст переходит в субсенильное состояние. Системы парциальных кустов и побегов продолжают свое развитие. Парциальные образования находятся на разных этапах своего развития.

Таким образом, для сложного онтогенеза *P. fruticosa* на альпийском деградированном лугу характерно размножение, описанное для длиннокорневищных трав (Смирнова 1987), кустарников и полукустарников (Мазуренко и Хохряков 1977), происходящее в середине генеративного периода и сопровождающееся глубоким омоложением дочернего потомства.

Цитируемые источники

- КОМАРЕВЦЕВА Е.К. 2005.** Онтогенез и структура ценопопуляций *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O.Schwarz. *Раст. ресурсы* **41** (1): 27–35.
- МАЗУРЕНКО М.Т., ХОХРЯКОВ А.П. 1977.** Структура и морфогенез кустарников. Наука, Москва.
- РАБОТНОВ Т.А. 1950.** Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. *Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника* **6**: 7–204.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г. 1962.** Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. Высшая школа, Москва.
- СМИРНОВА О.В. 1987.** Структура травяного покрова широколиственных лесов. Наука, Москва.
- СМИРНОВА О.В., ЗАУГОЛЬНОВА Л.Б., ЕРМАКОВА И.М. и др. 1976.** Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). Наука, Москва.
- УРАНОВ А.А. 1975.** Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов. *Научн. докл. высш. шк., Биол. Науки* **2**: 7–34.
- ЮЗЕПЧУК С.В. 1941.** Род Курильский чай – *Dasiphora* Raf. В кн.: Комаров В.А. (ред.), Флора СССР. Т. **10**: 68–73. Изд-во АН СССР, Москва–Ленинград.
- ЮРЦЕВ Б.А. 1984.** *Pentaphylloides* Duham. – Курильский чай. В кн.: Юрцев Б.А. (ред.), Арктическая флора СССР. Т. IX. Ч. **1**: 132 – 134. Наука, Ленинград.

ONTOGENY OF *PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* LOW SHRUB IN THE MOUNTAIN ALTAI

ELIZAVETA K. KOMAREVTSEVA

Abstract. The ontogeny of *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz on the alpine degraded meadow in the Mountain Altai has been studied. In these conditions life form of the species has changed from shrub to vegetation-mobile low shrub.

Key words: *Pentaphylloides fruticosa*, ontogeny, ontogenetic stages, shrub, low shrub



УДК 581.524.12

МОРФОГЕНЕЗ И СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОБЕГОВ ДВУХ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ *SCUTELLARIA SUPINA* L.

ВЕРА А. ЧЕРЕМУШКИНА * и АЛЕКСАНДРА А. ГУСЕВА **

Аннотация. Изучен морфогенез и структурная организация побегов двух жизненных форм *Scutellaria supina* L. в разных условиях обитания.

Ключевые слова: *Scutellaria supina*, морфогенез, структурная организация побега, жизненная форма

Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, г. Новосибирск, 630090, Россия;
* cher.51@mail.ru, ** guseva.sc@yandex.ru

Scutellaria supina L. (Lamiaceae) распространена в Алтайском крае, Республике Алтай, Красноярском крае и Хакасии, заходит в Монголию и Среднюю Азию. Произрастает на каменистых и щебнистых склонах, скалах, лугах и в степи, поднимается до альпийского пояса (Зуев 1997).

Вид изучен в луговых и петрофитных вариантах настоящих горных степей на юге Сибири. В работе использованы представления о фазах морфогенеза (Смирнова и др. 1976). Описание побегов дано по И.Г. СЕРЕБРЯКОВУ (1962), Л.Е. ГАТЦУК (1974). Структурно-функциональные зоны побега выделены согласно И.В. БОРИСОВОЙ и Т.А. ПОПОВОЙ (1990).

В петрофитных вариантах настоящих степей вид образует стержнекорневую травянистую жизненную форму. В онтогенезе особи проходят 2 стадии морфогенеза: первичный побег – первичный куст. От проростка до имматурного состояния особи находятся в фазе первичного побега. Надземная удлиненная часть побега ежегодно отмирает, а базальная, состоящая из укороченных и удлиненных метамеров, втягивается в почку и образует зону возобновления. Начиная с имматурного состояния и до конца онтогенеза, особи находятся в фазе первичного куста. Куст образован 2 типами моноциклических побегов. Из почек возобновления образуется удлиненный побег из 4–6 укороченных метамеров, несущих чешуевидные листья с почками, и 4–5 удлиненных метамеров с зелеными листьями. Из спящих почек

развертывается удлиненный побег с хорошо выраженной геофильной косо-ортотропной частью, имеющей 4–9 укороченных метамеров с чешуевидными листьями и 2–4 удлиненных с недоразвитой листовой пластинкой. На 6–8 год особи зацветают.

В луговых степях *S. supina* – длиннокорневищно-стержнекорневой многолетним поликарпик с укореняющимися гипогеегенными корневищами. В течение онтогенеза особи проходят следующие стадии морфогенеза: первичный побег → первичный куст → куртина. Начальные этапы онтогенеза стержнекорневой и длиннокорневищно-стержнекорневой жизненных форм не отличаются. Различия наблюдаются в виргинильном состоянии. Кроме моноциклических удлиненных побегов, развертывающихся из почек возобновления, из спящих почек базальной части побегов второго порядка образуются дициклические длиннокорневищно-удлиненные побеги. В первый год развивается плагиотропная часть побега с чешуевидными листьями (гипогеегенное корневище), состоящая от 9 до 22 метамеров, из них 3–4 коротких, остальные длинные метамеры. В зоне перехода корневищного побега в ортотропное положение (апогеотропная часть) находятся укороченные метамеры с почками возобновления. Раскрытие этих почек приводит к ветвлению и образованию парциального куста. Образуется куртина, состоящая из первичного и парциального кустов. Формирование новых парциальных

кустов происходит за счет образования новых дициклических длиннокорневищно-удлиненных побегов из спящих почек в базальной части первичного куста и почек, расположенных на плагиотропной части уже сформированных корневищ, их ветвления. Главный корень сохраняется, на гипогеегенном корневище развиваются тонкие придаточные корни, часть их них утолщается, они принимают вертикальное положение и становятся вторично-стержнекорневыми. 4-6 парциальных кустов находятся друг от друга на расстоянии 4-10 см. На 7-9 году особи зацветают.

Старение особей обеих биоморф проявляется в наличии большого числа отмерших побегов по периферии и в центре куста, разрушении многолетней подземной части. Возобновление происходит в основном за счет спящих почек. Главный корень сильно перекрученный, с глубокими складками.

На моноциклическом удлиненном побеге стержнекорневой жизненной формы выделены 3 структурно-функциональных зоны: зона возобновления (ЗВ), зона обогащения (ЗО) и зона верхушечного соцветия (ВЦ). На моноциклическом удлиненном побеге длиннокорневищно-стержнекорневой жизненной формы в условия высокого проективного покрытия дополнительно формируется зона торможения (ЗТ), состоящая из 3-4 метамеров. Моноциклический удлиненный побег с геофильной косо-ортотропной частью отличается от выше описанного побега стержнекорневой жизненной формы длиной зоны возобновления. В структуре длиннокорневищно-удлиненных побегов выделено 4 структурно-функциональных зоны: зона возобновления (ЗВ), зона обогащения (ЗО), зона торможения (ЗТ)

и зона верхушечного соцветия (ВЦ). ЗВ представлена гипогеегенным корневищем, апогеотропным участком и 2-3 удлиненными метамерами ортотропной части побега. Зона торможения (ЗТ) состоит из 3-4 удлиненных метамеров, заложенные в пазухах листьев почки не реализуются. Зона обогащения (ЗО) представлена 2 метамерами, из пазушных почек зеленых листьев развиваются параклады.

Таким образом, *S. supina* в различных эколого-фитоценологических условиях формирует 2 жизненные формы: в петрофитных вариантах настоящих степей стержнекорневую жизненную форму, а луговых степях длиннокорневищно-стержнекорневую с гипогеегенными корневищами. Смена типа побегов и изменение их структурно-функциональной организации являются морфологический механизм адаптации особей *S. supina* к разным условиям среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 12-04-100104-а.

Цитируемые источники

- БОРИСОВА И.В., ПОПОВА Т.А. 1990.** Разнообразие функционально-зональной структуры побегов многолетних трав. *Ботан. Журн.* **75**: 1420–1426.
- ГАЦУК А.Е. 1974.** Геммаксиллярные растения и система соподчиненных единиц их побегового тела. *Бюл. МОИП. Отб. биол.* **79** (1): 100–113.
- ЗУЕВ В.В. 1997.** *Scutellaria* L. – Шлемник. В кн.: Малышев Л.И. (ред.), Флора Сибири. Роголистниковые (Lamiaceae (Labiatae)). Т. **11**: 161–165. Наука, Новосибирск.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г. 1962.** Экологическая морфология растений, Москва.
- СМИРНОВА О.В., ЗАУГОЛЬНОВА А.Б., ЕРМАКОВА И.М. и др. 1976.** Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). Наука, Москва.

MORPHOGENESIS AND STRUCTURAL ORGANIZATION OF SHOOTS OF TWO LIFE FORMS OF *SCUTELLARIA SUPINA* L.

VERA A. CHERYOMUSHKINA * & ALEXANDRA A. GUSEVA **

Abstract. Morphogenesis and structural organization of shoots two life forms *S. supina* L. in the different habitat conditions were studied.

Key words: *Scutellaria supina*, morphogenesis, shoot structural organization, life form



УДК 581.524.12

СТРУКТУРНЫЕ ЕДИНИЦЫ ПОБЕГОВОЙ СИСТЕМЫ *THYMUS MARSCHALLIANUS* WILLD. (LAMIACEAE)

ЕВГЕНИЯ КОЛЕГОВА

Аннотация. Изучены структурные единицы побеговой системы *Thymus marschallianus* в Западной Сибири (Россия). Выделено 5 иерархически соподчиненных структурных единиц, объединенных в 3 модуля.

Ключевые слова: *Thymus marschallianus*, метамер, модуль, жизненная форма, адаптация

Учреждение Российской академии наук Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН, ул. Золотодолинская, 101, г. Новосибирск, 630090, Россия; kolegova_e@mail.ru

Thymus marschallianus Willd. (тимьян Маршалла) – неподвижный полукустарничек с ветвящимися моно- и дициклическими генеративными побегами. Взрослое растение представляет собой первичный куст или клон, состоящий из первичного куста и близко расположенных парциальных структур (Колегова 2010).

Изучение проводили в 2010-2012 гг на территории Западной Сибири (Россия). Местообитания вида приурочены к богаторазнотравно-дерновиннозлаковым степям – зональным сообществам северной полосы степной зоны Западной Сибири.

Изучение структуры побегов *T. marschallianus* проводили с использованием структурных единиц из иерархической системы Л.Е. Гатцук (1994, 2008). По степени усложнения было выделено 5 структурных единиц.

Элементарный метамер – самая мелкая метамерная единица. Представлена листом с узлом, пазушной почкой и нижележащим междуузлем. Метамер охарактеризован по длине междуузлия, одревеснению, наличию зеленых листьев, почек и придаточного корня.

Одноосный побег формируется за период его моноподиального нарастания в результате деятельности одной меристемы. Одноосные побеги охарактеризованы по циклу развития и образующим их элементарным метамерам. Выделены: вегетативные побеги с неполным циклом развития (однолетние удлинненные,

розеточные и верхнерозеточные; двулетние розеточные и розеточно-верхнерозеточные), генеративные побеги (моноциклические удлинненные и дициклические полурозеточные).

Комплекс сохраняющегося одноосного побега формируется при ветвлении одноосных побегов. Все боковые побеги облигатно однолетние.

Побеговый комплекс регулярного роста также представляет собой моноподиально нарастающий ветвящийся одноосный побег. Отличительной особенностью данного комплекса от предыдущего является наличие двулетних боковых побегов.

Побеговый комплекс, закрепляющий территорию, представляет собой первичный или парциальный куст. Первичный куст у *T. marschallianus* формируется на начальных этапах онтогенеза на основе разветвленного первичного побега и сохраняется до отмирания. Формирование парциального куста происходит на основе части бокового ортотропного побега следующим образом. В зимний период, как правило, часть годичного побега ортотропных вегетативных и генеративных побегов отмирает, сохраняются лишь их базальные участки вместе с боковыми побегами, которые в свою очередь также ветвятся. В том месте на скелетной оси, где образуется парциальный куст, часто развивается придаточный корень.

Структурные единицы побеговой

системы *T. marschallianus* соответствуют трем модулям, предложенным Н.П. Савиных (2002, 2004). Элементарный метамер и элементарный модуль структурно идентичны. Универсальный модуль представлен одноосным генеративным и вегетативным побегам, ветвящимся одноосным побегом с однолетними боковыми, а также ветвящимся одноосным побегом с многолетними боковыми. Длительность формирования модуля составляет 1-2 года. Основной модуль соответствует первичному или парциальному кусту. Длительность формирования основного модуля зависит от длительности онтогенеза *T. marschallianus* и составляет до 30 лет.

Таким образом, в структуре побеговой системы *T. marschallianus* выявлено 7 вариантов одноосных побегов, различающихся длиной междоузлия, цикличностью и функциональной значимостью. В строении взрослых особей встречается 5 иерархически соподчиненных структурных единиц, объединенных в 3 модуля.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 12-04-100104-а.

Цитируемые источники

- Гатцук А.Е. 1994.** Иерархическая система структурно-биологических единиц растительного организма, выделенных на макроморфологическом уровне. *Успехи экологической морфологии и ее влияние на смежные науки*: 18–19.
- Гатцук А.Е. 2008.** Растительный организм: опыт построения иерархической системы его структурно-биологических единиц. *Современные подходы к описанию структуры растения*: 26–47.
- Колегова Е.Б. 2010.** Морфогенез видов рода *Thymus* L. и структура их ценопопуляций в Хакасии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук, Новосибирск.
- Савиных Н.П. 2002.** Модули у растений. *Материалы международной конференции по анатомии и морфологии растений (Санкт-Петербург, 14-18 октября 2002 г.)* 1: 95–96.
- Савиных Н.П. 2004.** О системе модулей у растений. *Труды VII Международной конференции по морфологии растений, посвященной памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых* 1: 221–222.

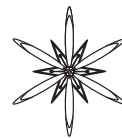
STRUCTURAL UNITS OF SHOOT SYSTEMS OF *THYMUS MARSCHALLIANUS* WILLD. (LAMIACEAE)

EUGENIA KOLEGOVA

Abstract. Structural units of shoot systems of *Thymus marschallianus* Willd. (Lamiaceae) in Western Siberia (Russia) have been studied. It was allocated 5 hierarchical units combined into 3 modules.

Key words: *Thymus marschallianus*, metamer, module, life form, adaptation

The Central Siberian Botanical Garden, 101 Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia; kolegova_e@mail.ru



УДК 581.524.12

МОРФОГЕНЕЗ И СТРУКТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ *NEPETA PODOSTACHYS* BENTH. И *N. KOKANICA* REGEL В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА

АЛЕКСЕЙ Ю. АСТАШЕНКОВ

Аннотация. Изучен морфогенез и описана морфологическая структура монокарпических побегов *Nepeta podostachys* Benth. и *N. kokanica* Regel в условиях Таджикистана.

Ключевые слова: *Nepeta podostachys*, *Nepeta kokanica*, морфогенез, поливариантность развития, структура монокарпического побега

Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, г. Новосибирск, 630090, Россия; astal@bk.ru

Nepeta podostachys Benth. и *N. kokanica* Regel – стержнекорневые, каудексовые, поликарпические травянистые растения с удлинённым типом побегов.

В Таджикистане *N. podostachys* – широко распространённый вид, растёт в поясах чернолесья, арчовников, субальпийских лугов, крупнотравных полусаванн, степей, трагакантов, полынных и высокогорных пустынь и криофитона. Обитает на галечниках, осыпях, щебнистых склонах на высотах от 1200 до 4100 м н.у.м. (Кочкарева 1986). Морфогенез особей *N. podostachys* изучен на Дарвазском хребте, в средней части северо-западного крупнокаменисто-щебнистого склона в разнотравном эримурсово-зопниково-котовниковом сообществе.

N. kokanica в Таджикистане произрастает в поясах микротермных арчовников, субальпийских лугов, крупнотравных полусаванн, степей и криофитона на высоте 2700–4100 м н.у.м. Обитает на каменистых, щебнистых склонах осыпях, скалах (Кочкарева 1986). Морфогенез особей *N. kokanica* изучен на Анзобском перевале, ущелье Шотмондора, в верхней части склона на осыпи в разнотравном змееголовниковом сообществе.

В работе использованы основные представления о фазах морфогенеза (Смирнова и др. 1976), подходы и методы,

сформулированные И.Г. СЕРЕБРЯКОВЫМ (1962, 1964), Т.И. СЕРЕБРЯКОВОЙ (1977, 1987). При описании структурно-функциональных зон побега опирались на работы W. TROLL (1964), а также Т.И. СЕРЕБРЯКОВОЙ и Л.В. ПЕТУХОВОЙ (1979), И.В. БОРИСОВОЙ и Т.А. ПОПОВОЙ (1990).

В результате наших исследований выявлено, что особи *N. podostachys* развиваются по симподиальной длиннопобеговой модели побегообразования. Установлены основные варианты морфогенеза *N. podostachys*: I первичный побег → первичный куст; II первичный побег → первичный куст → клон. В определённых условиях произрастания (крутизна склона и поверхность субстрата) возможно формирование компактного или рыхлого клона. Компактный клон представляет собой близкорасположенные, обособленные, 3-4 дочерние партикулы, которые неомоложены и имеют возраст материнской особи. Рыхлый клон также образован неомоложенными дочерними партикулами, находящимися на значительном расстоянии друг от друга и от материнской особи.

В зрелом генеративном состоянии нами описаны структурно-функциональные зоны моноциклического генеративного побега *N. podostachys*, его поливариантность и особенность строения аксилярного

комплекса. В строении монокарпического побега выделены следующие зоны: НЗТ – нижняя зона торможения, ЗВ – зона возобновления, ВЗТ – верхняя зона торможения, ЗО – зона обогащения, ГС – главное соцветие.

НЗТ – укороченный короткометамерный базальный участок побега, протяженностью 1-3 метамера, с чешуевидными листьями. Боковые почки формируются в пазухе каждого листа и со временем могут отмирать. ЗВ – расположенный выше НЗТ косо-плагитропный базальный участок побега, состоящий из укороченных и удлиненных метамеров. Протяженность всей зоны варьирует от 2 до 8 метамеров. В пазухе каждого листа закладываются почки возобновления. ВЗТ – одно-, двуметамерный с удлиненными междоузлиями участок побега, несущий зеленые листья с боковыми почками и выполняющий функцию фотосинтеза. ЗО – участок побега с 8-14 раздвинутоузловыми метамерами, несущий зеленые листья. В зоне обогащения формируются паракладии I порядка, силлептические вегетативные удлиненные побеги I порядка и побеги развернувшиеся из сериальных почек. Функционально эта зона обеспечивает увеличение фотосинтезирующей поверхности растения и дополнительно несет функцию размножения и расселения семян. ГС – участок побега протяженностью 7-9 метамеров, часто прерывистый. Соцветие представляет собой открытый фрондулозный тирс, состоящий из супротивно расположенных редуцированных дихазиев. Основная функция данной зоны – репродуктивная.

Особенность аксиллярного комплекса у особей *N. podostachys*, находящихся в средневозрастном онтогенетическом состоянии заключается в способности формирования в пазухе каждого зеленого листа по одной сериальной почки. Сериальные почки функционально могут быть вегетативными, генеративными, и скрыто генеративными. Побеги, образующиеся из таких почек, мы называем «сериальные».

Особь *N. kokanica* развиваются по симподиальной длиннопобеговой модели побегообразования. Для них характерно два варианта морфогенеза: а) I первичный побег → первичный куст → клон → кустящаяся партикула; б) II первичный побег → главная ось → куст → клон → кустящаяся партикула.

В строении монокарпического побега, у средневозрастных генеративных особей *N. kokanica* также четко выделяются следующие функциональные зоны: НЗТ, ЗВ, ВЗТ, ЗО, ГС.

НЗТ – укороченный короткометамерный базальный участок побега, протяженностью 3–4 метамера с чешуевидными листьями. Боковые почки формируются в пазухе каждого листа. Нижние по положению почки со временем отмирают. ЗВ – вышележащий НЗТ косо-плагитропный базальный участок побега с раздвинутыми узлами. Протяженность всей зоны составляет 1, реже 2 метамера. В пазухе каждого листа закладываются почки возобновления. Как правило, одна из боковых почек в узле более развита, чем супротивная. ВЗТ – одно-, реже двуметамерный, участок побега с удлиненными междоузлиями, располагающийся выше ЗВ, несущий переходные листья с боковыми почками и выполняющий функцию фотосинтеза. ЗО – участок побега, протяженностью 3-4 метамера с раздвинутыми узлами, несущий на своей оси зеленые листья. В данной зоне формируются силлептические паракладии I порядка и боковые вегетативные побеги I порядка, а также «сериальные» побеги. Функционально эта зона обеспечивает увеличение фотосинтезирующей поверхности и функцию размножения и расселения семян. ГС – верхний участок побега, протяженностью 2-3 метамера. Венчающее побег соцветие представляет собой фрондулозно-фрондулозный открытый тирс, состоящий из супротивно расположенных одиночных дихазиев, каждый из которых развивает двусторонний монохазий по типу извилины. Основная функция данной зоны – репродуктивная.

Особенность аксиллярного комплекса

средневозрастных генеративных особей *N. kokanica* заключается в формировании в пазухе одного листа материнской оси в ЗО до 3-х сериальных почек.

Таким образом, высокая поливариантность развития особей и побеговых структур обеспечивают устойчивое развитие и толерантность *N. podostachys* и *N. kokanica* к широкому эколого-фитоценоотическому диапазону условий Таджикистана.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 12-04-100104-а.

Цитируемые источники

- БОРИСОВА И.В., ПОПОВА Т.А. 1990.** Разнообразие функционально-зональной структуры побегов многолетних трав. *Ботан. Журн.* 75: 1420–1426.
- КОЧКАРЕВА Т.Ф. 1986.** Флора Таджикской ССР Т. 7: 105–141. Наука, Ленинград.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г. 1962.** Экологическая морфология растений, Москва.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г. 1964.** Жизненные формы высших растений и их изучение. В кн.: Корчагин А.А., Лавренко Е.М. (ред.), Полевая геоботаника. Т. 3: 146–208. Изд-во АН СССР, Москва–Ленинград.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1977.** Об основных «архитектурных моделях» травянистых многолетников и модусах их преобразования. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 82: 112–128.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1987.** О вариантах моделей побегообразования у многолетних трав. В кн.: Серебрякова Т.И. (ред.), Морфогенез и ритм развития высших растений. Моск. гос. пед. ин-т им. В.И. Ленина, Москва.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И., ПЕТУХОВА Л.В. 1978** «Архитектурная модель» и жизненные формы некоторых розоцветных. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* 83: 51–66.
- СМИРНОВА О.В., ЗАУГОЛЬНОВА Л.Б., ЕРМАКОВА И.М. и др. 1976.** Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). Наука, Москва.
- TROLL W. 1964.** Die Infloreszenzen: Typologie und Stellung im Aufbau des Vegetationskörpers. Bd. 1. Fischer Verlag, Jena.

MORPHOGENESIS AND STRUCTURAL ADAPTATION OF *NEPETA PODOSTACHYS* BENTH. AND *N. KOKANICA* REGEL FROM TAJIKISTAN

ALEXEY YU. ASTASHENKOV

Abstract. Morphogenesis and structure of monocarpic shoots of *Nepeta podostachys* Benth. and *N. kokanica* Regel from Tajikistan were studied.

Key words: *Nepeta podostachys*, *Nepeta kokanica*, morphogenesis, individual polyvariation, structure of monocarpic shoots

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, 101 Zolotodolinskaya str., Novosibirsk, 630090, Russia; astal@bk.ru



УДК 581.524.12

БИОЭКОЛОГИЯ ТЮЛЬПАНЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ АДЖАРИИ

ТАМАРА ЦХОИДЗЕ, ФЕРИДЭ ЧАИДЗЕ *, НАНА КОНЦЕЛИДЗЕ, ДЖУЛЬЕТТА ДЖАКЕЛИ

Аннотация. Тюльпанные деревья, *Liriodendron tulipifera* L. и *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg. на Батумском побережье прекрасно растут и развиваются, цветут, плодоносят, естественно возобновляются, имеются уже цветущие и плодоносящие самосевы. Китайский лириодендрон иногда достигает здесь больших размеров, чем у себя на родине. Зимние температуры переносит хорошо. На Черноморском побережье Кавказа может быть использован повсеместно для искусственных лесопосадок, так как здесь имеются самые благоприятные условия для произрастания. Американские тюльпанные деревья, благодаря большой выносливости, могут расти как на побережье, так и в среднегорной Аджарии.

Ключевые слова: *Liriodendron tulipifera*, *Liriodendron chinense*, интродукция, коллекция, консервация, Батумский ботанический сад

Батумский ботанический сад, Махинджаури, Батуми, 6411, Аджарская А.Р., Грузия; *feride_tchaidze@mail.ru

Род *Liriodendron* L. (тюльпанные деревья) входит в семейство Magnoliaceae Juss. и включает два вида – *Liriodendron tulipifera* L. и *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg., из которых один распространён в субтропиках юго-востока Северной Америки, а другой – в Восточной Азии – в центральном и юго-восточном Китае. В Батумском ботаническом саду культивируются оба вида.

Это листопадные прямоствольные деревья с крупными лопастными листьями, со цветками, напоминающими по форме тюльпаны, отчего и получили своё название, и шишковидными плодами.

L. tulipifera (лириодендрон тюльпанный, или тюльпанное дерево) – это величественное дерево, достигающее 60-75 м высоты со стволом до 3-4 м в диаметре и до 10 м в окружности яйцевидной кроны, с прямым колоннообразным стволом, с голыми красноватыми, а позднее – серыми, 1-2-летними побегами. Листья 4-6-лопастные, до 15 см длины, гладкие, с выемкой на вершине. Цветки одиночные, расположены на верхушках побегов, около 6 см в диаметре, с оранжевым пятном внутри. Плоды до 3,5 см длины, шишкообразные, сложные,

сухие, состоят из многочисленных крылаток. (Рис. 1.)

Естественный ареал тюльпанного дерева – восточная часть Северной Америки – от Массачусетса до Висконсина, Миссури, Миссисипи и Флориды. На родине встречается на плодородных влажных почвах, преимущественно в бассейнах рек и по склонам гор. В горы поднимается до высот 1350-1600 м н.у.м.; чистых насаждений не образует; относится к числу светолюбивых пород.

По литературным данным, в Москве в ГБС, растёт в виде кустовидной формы; встречается также в Ростове-на-Дону, в Крыму, в Средней Азии, на Украине, в южных районах Белоруссии (Лапин и Цицин 1975). Условия Москвы для него оказались суровыми, в Крыму условия обитания также оказались неблагоприятными из-за сухости воздуха. В Южном полушарии его выращивают в Аргентине, Чили, Австралии, Новой Зеландии, ЮАР и Уругвае.

Черноморское побережье Кавказа, особенно его южная часть, оказалось наиболее благоприятным районом для произрастания тюльпанного дерева. На территории Батумского ботанического сада



Рис. 1. Ветка с цветами *Liriodendron tulipifera*.

Fig.1. A branch with flowers of *Liriodendron tulipifera*.

оно растёт с 1913 года (Папунидзе и др. 1987). Наиболее крупные, почти 100-летние, экземпляры достигают выше 30 м высоты, в диаметре ствола – 160 см, в окружности ствола – 560 см, в проекции кроны – 24×20 м.

В наших условиях тюльпанное дерево образует самосев, в некоторых местах – довольно обильный. В благоприятных условиях произрастания самосевы доходят до взрослого состояния, цветут, плодоносят. В Батумском ботаническом саде имеются

цветущие и плодоносящие самосевные экземпляры, превосходящие 20 м высоты.

Лириодендрон тюльпанный в наших условиях проявляет высокую жизнеспособность. Пример тому: одно большое дерево, растущее вдоль дороги на краю оврага, не выдержало сильного ураганного ветра, вывернулось с корнем. Дерево перелегло через овраг, и получился естественный живой мост. Его корни были засыпаны землёй, и вот уже много лет

Табл. 1. Сезонное развитие вегетативных органов лириодендронов на Батумском побережье.

Table 1. Seasonal development of liriodendrons' vegetative organs in conditions of the Batumi coastline.

Вид	Массовое набухание почек	Массовое распускание почек	Рост побегов		Длина прироста, см	Листопад	
			начало	конец		начало	массовое
<i>L. tulipifera</i>	16.III	27.III	11.IV	21.VII	10-60	28.IX	10-20 XI
<i>L. chinensis</i>	15.III	01.IV	11.IV	16.VIII	25-60	28.IX	15-25 XI



Рис. 2. Поваленное дерево *Liriodendron tulipifera*, которое продолжает расти.

Fig. 2. Blown down tree of *Liriodendron tulipifera* which still grow up.



Рис. 3. *Liriodendron tulipifera*, растущий побег.

Fig. 3. Growing shoot of *Liriodendron tulipifera*.

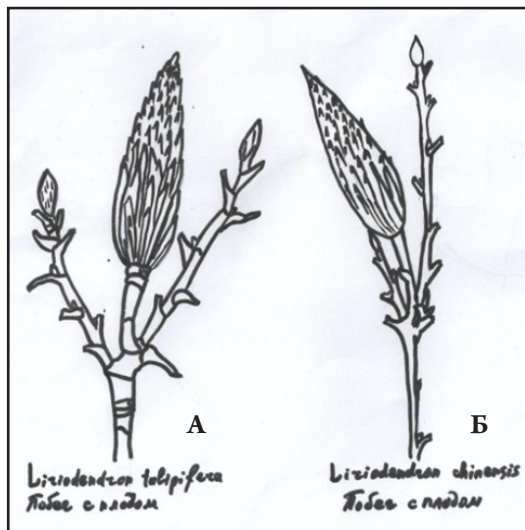


Рис. 4. Побеги с плодами *Liriodendron tulipifera* (А) и *L. chinensis* (Б).

Fig. 4. Shoots with fruits of *Liriodendron tulipifera* (A) and *L. chinensis* (Б).

растение продолжает жить, его ветки растут вертикально, растение цветёт и плодоносит (Рис. 2).

Лириодендрон тюльпанный – довольно холодостойкое растение; молодые деревья страдают уже при -18°C , а взрослые выносят морозы до -33°C . Лириодендрон – мезофит, и в сухих местах растёт очень медленно.

Естественный ареал *L. tulipifera* по Редеру относится к IV растительной зоне, а по

степени устойчивости на Черноморском побережье на I месте (Пилипенко 1978).

***L. chinensis* – лириодендрон китайский.** Это дерево до 17-20 м высоты, с шатровидной красивой кроной, по сравнению с колоссальными размерами своего американского сородича, оно небольшое. Имеет лишь 4-лопастные листья с более заостренными боковыми лопастями листовой пластинки, бархатисто-опушёнными с нижней стороны. Цветки чашеобразные, почти полностью окрашены в оранжевый цвет, за исключением верхних зеленоватых окончаний. Лириодендрон китайский очень похож и не уступает по красоте американскому тюльпанному дереву.

Родина китайского лириодендрона – горы центрального Китая. В основном он растёт на высоте 900-1000 м н.у.м.. На больших высотах он превращается в кустарник, едва достигающий 1,8 м высоты (Морозова 1957). Растёт в субтропическом поясе. Растение светолюбивое, по этому признаку мало отличается от предыдущего вида.

Его первая интродукция на Черноморское побережье Кавказа относится к 1928 году в Сухуми, а в Батумском ботаническом саду дерево растёт с 1934 года (Папунидзе и др. 1987). Примерно 78-летнее дерево имеет высоту 27 м, в диаметре ствола – 126 см, в окружности ствола – 386 см, диаметр кроны 17×17 м. Образует самосев, достигающий при благоприятных условиях больших размеров. Почти 30-летний самосевный экземпляр имеет 19 м высоты и 30 см в диаметре ствола, цветёт и плодоносит.

Как видим, в наших условиях лириодендрон китайский превзошёл по высоте даже своих сородичей на родине. Хорошо переносит зимние температуры Батумского побережья. По Черноморскому побережью встречается очень редко, единичными экземплярами.

L. chinensis по степени устойчивости на Черноморском побережье Кавказа стоит на I месте, а по Редеру относится к IV зоне (Пилипенко 1978). Китайский лириодендрон относится к категории

Табл.2. Цветение и плодоношение лириодендронов на Батумском побережье.

Table 2. Flowering and fruit-bearing of *liriodendrons* on the Batumi coastline.

Вид	Цветочные почки		Цветение		Созревание плодов		Осыпание семян		
	массовое набух.	массовое распуск.	начало	массовое	конец	начало	массовое	начало	массовое
<i>L. tulipifera</i>	15.IV	20.IV	27.IV	18.V	01.VI	20.X	10-20 XI	15. XI	30.XI-15.XII
<i>L. chinensis</i>	05.IV	10.IV	19.IV	10.V	10.VI	20.X	10-20 XI	20.XI	30.XI-20.XII

«находящихся под угрозой исчезновения» за МСОП.

Климат приморской Аджарии влажный, субтропический. Термический режим приморской Аджарии обусловлен, в основном, географическим положением, непосредственной близостью моря. Средняя годовая температура воздуха составляет +14-15°C; температура самого холодного месяца, января – +6-7°C; самого тёплого месяца, июля-августа – +22°C. Самые низкие температуры – –8,9°C, а самые высокие – +36°C. Средняя сумма годовых осадков 2500 мм, наибольшая – 3500 мм. Средняя относительная влажность воздуха – 80%. Почвы преимущественно краснозёмные. Осадки в виде снега выпадают очень редко, но иногда глубина снежного покрова достигает 1 м, в основном – это мокрый снег, наносящий большой вред нашим растениям.

В условиях Батумского ботанического сада оба вида тюльпанных деревьев прекрасно развиваются. Почки набухают и трогаются в рост уже в марте месяце почти одновременно у обоих видов, а в начале апреля, иногда позднее – начинают расти побеги (Табл. 1).

Рост побегов в основном заканчивается в июле, а на верхних ветках продолжается до второй половины августа. Средняя длина прироста у обоих видов равна 25 см, а наибольшая превышает 60 см в год. Ветвление у лириодендронов моноподиальное. Весной с начала вегетации почка содержит все элементы нового побега (Рис. 3). Терминальная двустворчатая сплюснутая с боков почка, набухая, начинает расти в длину и ширину. В почке заключён сильно

укороченный, но уже вполне оформившийся побег с 2-3 парами маленьких согнутых листочков. После раскрытия створок почки готовый побег с листочками распрямляется и быстро начинает расти. После достижения листьями почти нормальных размеров, на верхушке нового побега опять появляется двустворчатая вегетативная почка, в которой снова формируется новый побег, продолжающий расти как предыдущий.

Таким же образом побеги появляются и из пазушных почек на молодых побегах. Почечные чешуи некоторое время держатся на побеге, впоследствии желтеют и опадают. На молодом приросте задолго до окончания роста основного побега в пазухах листьев закладываются вегетативные почки. В начале роста они еле просматриваются, но вскоре увеличиваются в размерах и начинают расти. В средней части побега в результате моноподиального ветвления образуется 2-3 боковых побега, рост и развитие которых подобны материнскому, но уступают в размерах. Их рост может продолжаться дольше материнского. Так образуется мощный вегетативный побег, создающий одногодичную систему моноподиального побега. В сезон образуется до 2-х, иногда 3-х порядков побегов (Рис. 4).

Оба вида лириодендрона цветут со второй половины апреля и до конца мая, иногда начала июня (Табл. 2). Цветки появляются на смешанных побегах текущего года. Эти побеги начинают расти раньше вегетативных на побегах прошлого вегетативного побега; очень быстро заканчивают свой рост и остаются укороченными, не более 5 см длины. На верхушках образуются генеративные почки, которые быстро набухают, растут,

и первые цветки раскрываются уже во второй или третьей декаде апреля, во время массового облиствления дерева, при температуре +14-15°C. Начало цветения у китайского лириодендрона происходит немного раньше, чем у американского вида. Общая продолжительность цветения у американского лириодендрона также намного короче. По облилию же цветения оба вида очень сходны. Оба цветут ежегодно и обильно.

Соответственно и плодоношение у них ежегодное и почти обильное. Сложный плод образуется в виде «шишки», торчащей вверх на верхушке укороченных побегов. В конце октября начинается созревание семян, в ноябре – массовое созревание. Созревшие «шишки» рассыпаются на отдельные крылатки, которые далеко могут разноситься ветром. До конца декабря все семена уже осыпаны, и на деревьях остаются лишь оси, на которых крепились семена. Эти оси держатся всю зиму, иногда до появления новых листьев.

Семена лириодендронов неполнозернисты, из-за чего имеют всхожесть не более 5% , однако образуют обильный самосев из-за обильного плодоношения. Размножаются деревья как семенами, так и вегетативно – черенками.

Пожелтение и опадение листьев у лириодендронов происходит постепенно. Первыми желтеют самые старые листья, расположенные у основания побега – в конце августа-сентябре. Затем последовательно желтеют терминальные листья. Поэтому дерево вначале имеет следующий вид: листья внутри кроны уже почти все жёлтые и опадают, тогда как наружные листья вокруг кроны ещё совсем зелёные. В первой половине ноября уже все листья приобретают красивый золотисто-жёлтый окрас. Массовое опадение листьев происходит в первой половине ноября и заканчивается к концу месяца, иногда – в начале декабря.

Одним из признаков успешного прохождения акклиматизации является сохранение способности растений к воспроизводству себе подобных в новых условиях, т.е. образование всхожих семян

либо вегетативное размножение (Кохно 1983), а также способность растений приспособиться к новым условиям, одним из которых является устойчивость против ураганов и снегопадов (Манджавидзе и Цицвидзе 1968). Поскольку иногда на нашем побережье бывают сильные снегопады, сопровождающиеся ураганскими ветрами, наносящими большой вред растениям. Однако оба вида тюльпанных деревьев почти не подвергались воздействию этих стихийных бедствий, что имеет большое значение для их успешного использования в парковом строительстве Черноморского побережья Аджарии.

Следует отметить, что тюльпанные деревья – прекрасные парковые растения. Они обладают большими декоративными качествами, благодаря которым широко интродуцируются в тёплых и умеренных странах земного шара. Кроме декоративных, лириодендроны имеют и другие полезные качества: дают хорошего качества лёгкую, мягкую, легко обрабатываемую, светлого или бурого цвета древесину, которая употребляется в автомобилестроении, а также для изготовления музыкальных инструментов и внутренней отделки жилищ. Растение медоносное, имеет также лекарственное значение.

Тюльпанные деревья, как видим, на Батумском побережье прекрасно растут и развиваются, цветут, плодоносят, естественно возобновляются, имеются уже цветущие и плодоносящие самосевы. Китайский лириодендрон иногда достигает здесь больших размеров, чем у себя на родине. Зимние температуры переносит хорошо. Следовательно, на Черноморском побережье Кавказа эти деревья могут быть использованы повсеместно для искусственных лесопосадок, так как здесь имеются самые благоприятные условия для их произрастания. Американские тюльпанные деревья, благодаря большой выносливости, могут расти как на побережье, так и в среднегорной Аджарии.

Цитируемые источники

- Кохно Н.А. 1983.** Об оценке успешности интродукции древесных растений. В кн.: Кохно Н.А. (ред.), Интродукция древесных растений и озеленение городов Украины: 3–8. Наукова Думка, Киев.
- Лапин П.И., Цицин Н.В. (ред.). 1975.** Древесные растения Главного Ботанического сада АН СССР. Наука, Москва.
- Манджавидзе Д., Цицвидзе А. 1968.** Воздействие снега на древесные растения. *Известия Бот. Бот. Сада* 13: 63–69. (на грузинском языке).
- Морозова Г.А. 1957.** Материалы по интродукции восточноазиатских растений в Батумский ботанический сад. *Известия Бот. Бот. Сада* 8: 86–115.
- Папунидзе В.Р., Морозова Г.А., Цхоидзе Т.К. и др. 1987.** Деревья и кустарники Батумского ботанического сада. Аннотированный список. Мецниереба, Тбилиси.
- Пилипенко Ф.С. 1978.** Иноземные деревья и кустарники на Черноморском побережье Кавказа. Наука, Ленинград.

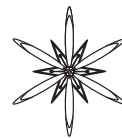
BIOECOLOGY OF TULIP TREES AT THE AJARA BLACK SEA COAST

TAMARA TSKHOIDZE, FERIDE TCHAI DZE *, NANA KONTSELIDZE, JULIETA JAKELI

Abstract. Tulip trees (*Liriodendron tulipifera* L. and *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg.) grow well along the Batumi coastline, develop, bloom, produce fruit, give natural revival. There they already have blooming and fruiting self-seeds. Chinese tulip poplar sometimes reaches here bigger sizes than in natural habitat. It resists winter temperatures very well. Both species can be jointly used along the Caucasian Black Sea coast as ornamental trees because there are the most favorable conditions for their vegetation. Due the great resistance American tulip trees can grow along the coastline as well as inland of Ajara.

Key words: *Liriodendron tulipifera*, *Liriodendron chinense*, introduction, conservation, collection, Batumi Botanical Garden

Batumi Botanical Garden, Makhinjauri, Batumi 6411, Adjara AR, Georgia; *feride_tchaidze@mail.ru



БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТЕРЖНЕКОРНЕВЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ЕЛЕНА М. ОЛЕЙНИКОВА

Аннотация. На основании многолетних наблюдений проведен биоморфологический анализ травянистых стержнекорневых поли- и монокарпических растений Воронежской области и предложена их классификационная схема. Охарактеризованы основные таксономические единицы данной схемы. Для обозначения низших таксономических единиц (подклассов) предлагается использование термина «модели структурной организации». Всего во флоре Воронежской области выявлено 660 видов стержнекорневых трав, которые можно распределить среди 11 типов моделей структурной организации их корневой и побеговой систем.

Ключевые слова: стержнекорневые травянистые растения, классификация, морфогенез, модели структурной организации, монокарпические растения, поликарпические растения

Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, ул. Мичурина 1, г. Воронеж, 394087, Россия; sichor@agronomy.vsu.ru

Биоморфологические исследования в последние десятилетия становятся все более актуальными, поскольку не только расширяют представления о биоразнообразии растений, но и позволяют установить общие закономерности их строения и выявить основные адаптационные механизмы видов. Кроме того, многие признаки жизненных форм имеют таксономическое значение, используются для разработки классификации растительного покрова и выявления основных закономерностей формирования и развития фитоценозов.

В задачу нашей работы входило выявление стержнекорневых травянистых растений на территории Воронежской области и дальнейший анализ структурной организации их побеговой и корневой систем. Материалом для исследований послужили сборы автора за 1993–2009 гг., по результатам которых был составлен аннотированный список, включающий 660 видов из 273 родов, входящих в состав 40 семейств из класса Magnoliopsida, что составляет 30,1 % от всей флоры региона (Олейникова 2010).

В данной работе на основании изучения морфогенеза стержнекорневых видов нами предлагается авторская классификационная

схема. В ней для обозначения низших таксономических единиц (подклассов) используется термин «модели структурной организации» (МСО), который служит инструментом для инвентаризации разнообразия типов строения подземных органов стержнекорневых травянистых растений и рассматривается в узком значении – как уровень сложности строения, выделенный у растений различных видов.

Для построения системы жизненных форм стержнекорневых травянистых растений были использованы основные положения и таксономические единицы, предложенные ранее (Серебряков 1952; Борисова 1960; Голубев 1972) для различных биоморф (Табл. 1).

Тип. I. Поликарпические стержнекорневые травы

Многолетние растения, основной структурной единицей особи является монокарпический побег, отмирающий после плодоношения.

Класс 1. Длинностержнекорневые

Хорошо развита система главного корня,

длина которого превышает 1 м; обычно имеется большое количество боковых корней нескольких порядков. В конце первого года генерации цветоносный побег постепенно отмирает, а ось базальной части побега с заложившимися почками втягивается в почву, образуя каудекс.

а) безрозеточная МСО. Все побеги удлиненные и имеют двухфазный цикл развития: почка → ортотропный олиственный побег. Так как фаза розетки выпадает, монокарпические побеги генеративных особей являются моноциклическими. Подобную модель структурной организации особей мы наблюдали у *Gypsophila altissima* L., *Phlomis pungens* Willd., *Nepeta pannonica* L., *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *Astragalus austriacus* Jacq., *Oxytropis pilosa* (L.) DC., *Stachys recta* L., *Marrubium praecox* Janka.

б) полурозеточная МСО. Из почечки зародыша формируется укороченный главный побег, образующими розетку. Нарастая моноподиально, побег может пребывать в этой фазе несколько лет. Переход в генеративный период знаменует образование удлиненного ортотропного олиственного побега, который развивается по ди- или полициклическому типу в зависимости от условий. Такие растения имеют трехфазный цикл развития: почка → розеточный побег → ортотропный олиственный побег. Им также свойственно образование каудекса, причем порой еще более мощного, чем у растений первой модели структурной организации. Согласно нашим наблюдениям, это *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC., *Cephalaria uralensis* (Murray) Roem. & Schult., *Bunias orientalis* L., *Pimpinella titanophila* Woronow, *Salvia pratensis* L., *S. stepposa* Des.-Shost., *Echinops ritro* L., *E. sphaerocephalus* L., *Eryngium campestre* L., *E. planum* L., *Rumex crispus* L., *R. stenophyllus* Ledeb., *Cichorium intybus* L.

в) розеточная МСО. Из главной почечки зародыша развивается укороченный вегетативный розеточный побег, который выполняет основную ассимилирующую функцию; ортотропные генеративные побеги специализированные, почти или вовсе не имеют листьев. Данная модель

отмечена нами у *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss., *Limonium bungei* Gamajun., *L. latifolium* Kuntze, *L. tomentellum* Kuntze, *Verbascum phoeniceum* L., *Plantago urvillei* Opiz, *P. salsa* Pall., *P. cornuti* Jacq., *Taraxacum officinale* L.

Класс 2. Короткостержнекорневые

Подобно длинностержнекорневым, имеют хорошо выраженный главный корень, но его длина не превышает 1 м даже у особей с высокой жизненностью.

а) безрозеточная МСО. Модель сходна с аналогичной длинностержнекорневой у многолетних видов с общей поправкой на глубину проникновения главного корня. Особи развиваются по двухфазному циклу: почка → олиственный генеративный побег. В Воронежской области это *Alyssum tortuosum* Willd., *Polygala comosa* Schkuhr, *P. sibirica* L., *P. podolica* DC., *Linum nervosum* Waldst. et Kit., *L. austriacum* L., *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng.

б) полурозеточная МСО. Трехфазный цикл развития особей с длиной корня менее 1 м отмечен нами у *Vupleurum falcatum* L., *Dracocephalum nutans* L., *Silene artemisetorum* Czerep., *Matthiola fragrans* (Fisch.) Bunge, *Potentilla argentea* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench.

в) розеточная МСО. Побеги розеточные, с укороченными междоузлиями; цветоносы безлистные. Это *Jurinea ledebourii* Bunge, *Plantago media* L., *P. lanceolata* L..

Тип II. Монокарпические стержнекорневые травы

В морфогенезе стержнекорневых малолетников и однолетников нами отмечены те же типы моделей структурной организации, что и у многолетних растений с безусловной поправкой на меньшую продолжительности онтогенеза.

Класс 1. Длинностержнекорневые

Главный корень глубиной более 1 м, хорошо выражен.

а) безрозеточная МСО. Все побеги

Табл. 1. Классификационная схема.

Table 1. Classification scheme.

Тип	Клас	Подклас	
I. Поликарпические стержнекорневые травы	1. Длинностержнекорневые	а) безрозеточные	
		б) полурозеточные	
	2. Короткостержнекорневые	в) розеточные	
		а) безрозеточные	
		б) полурозеточные	
		в) розеточные	
II. Монокарпические стержнекорневые травы	1. Длинностержнекорневые	а) безрозеточные	
		б) полурозеточные	
	2. Короткостержнекорневые	в) розеточные	
		а) безрозеточные	
			б) полурозеточные
			в) розеточные

удлиненные, олиственные. Растения развивается по двухфазному циклу: почка → олиственный цветоносный побег. Подобная модель отмечена нами у *Melilotus wolgicus* Poir., *M. officinalis* (L.) Pall., *M. albus* Medik., *Atriplex sagittata* Borkh., *Amaranthus retroflexus* L.

б) полурозеточная МСО. Развитие происходит по трехфазному циклу: почка → розеточный побег → олиственные цветоносный побег, на продолжительность развития отличается. У однолетних все перечисленные фазы протекают за один вегетационный сезон, при этом прорастание семян может быть как осенним (озимые формы), так и весенним (яровые формы) – *Reseda lutea* L., *Lapsana communis* L., *Papaver somniferum* L., *Aethusa cynapium* L.

У двулетних растений в первый год жизни из почечки зародыша формируется прикорневая розетка листьев, с которой особь зимует. На втором году жизни из терминальной почки розетки возникает ортотропный олиственный цветоносный побег. После генерации растение полностью отмирает. Это *Onosma tinctoria* M. Bieb., *Isatis tinctoria* L., *Erucastrum cretaceum* Kotov, *Verbascum thapsus* L., *Tragopogon dubius* Scop., *Conium maculatum* L., *Heracleum sibiricum* L.,

Echium rubrum Forssk., *Cirsium serrulatum* (M. Bieb.) Fisch., *Pastinaca sylvestris* Mill., *Cynoglossum officinale* L., *Arctium lappa* L., *A. tomentosum* Mill.

в) розеточная МСО. Во флоре Воронежской области в настоящее время не обнаружено видов подобной структуры побеговой и корневой систем.

Класс 2. Короткостержнекорневые

Длина главного корня не превышает 1 м; у особей мелких видов корни расположены в 15-20 сантиметровом приповерхностном слое почвы.

а) безрозеточная МСО. Среди стержнекорневых монокарпических области это: *Trifolium arvense* L., *Xeranthemum annuum* L., *Thymelaea passerina* (L.) Coss. & Germ., *Kochia laniflora* (S.G. Gmel.) Borbás, *Sideritis montana* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Psammophiliella muralis* (L.) Ikonn., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Matricaria recutita* L.

б) полурозеточная МСО. Так же, как и в случае монокарпических длинностержнекорневых, короткостержнекорневые развиваются по трехфазному циклу и подразделяются нами на собственно однолетние и двулетние. К первым относятся:

Filago arvensis L., *Draba nemorosa* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Erodium cicutarium* (L.) L'Hér. Ко вторым – *Erysimum hieracifolium* Pall., *Syrenia cana* (Piller & Mitterp.) Neilr., *Poterium sanguisorba* L., *Gentianella lingulata* Pritchard, *Diplotaxis cretacea* Kotov, *Barbarea vulgaris* R. Br.

в) **розеточная МСО.** Весьма немногочисленная группа мелких растений эфемерного типа – *Androsace septentrionalis* L., *A. maxima* L., *A. elongata* L., *Erophila verna* (L.) DC.

Цитируемые источники

- БОРИСОВА И.В. 1960.** Основные жизненные формы двудольных растений степных фитоценозов Северного Казахстана. *Бот. журн.* **45** (1): 19–33.
- ГОЛУБЕВ В.Н. 1972.** Принцип построения и содержание линейной системы жизненных форм покрытосеменных растений. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* **77** (6): 72–80.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г. 1952.** Морфология вегетативных органов высших растений. Советская наука, Москва.
- ОЛЕЙНИКОВА Е.М. 2010.** Классификация моделей структурной организации стержнекорневых травянистых растений Воронежской области. *Вестник ВГУ. Химия. Биология. Фармация* **1**: 99–106.

BIOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF PIVOT-ROOT GRASS PLANTS OF VORONEZH REGION

ELENA M. OLEJNIKOVA

Abstract. The researches of several years allow distinguishing the ample group of pivot-root grass plants, growing on the territory of Voronezh region. The original classification of this biomorphological group is offered. The short characteristic of main types of the structural organization models of polycarpic and monocarpic pivot-root species is quoted in virtue of study their morphogenesis and biological peculiarities.

Key words: pivot-root grass plants, classification, morphogenesis, structural organization models, polycarpic species, monocarpic species

Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter I, 1 Michurin str., Voronezh, 394087, Russia; cichor@agronomy.vsau.ru



УДК 581.524.12

МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ *COLURIA GEOIDES* (PALL.) LEDEB. К РАЗЛИЧНЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ

Татьяна В. ЛЕОНОВА

Аннотация. Установлено, что онтогенез каждой особи протекает индивидуально. Поливариантность развития особей *Coluria geoides* (морфологическая поливариантность, размерная поливариантность, поливариантность способов размножения, ритмологическая и по темпам развития) определяет существование вида в разных эколого-ценотических условиях, имеет адаптационное значение и обеспечивает устойчивость ценопопуляций.

Ключевые слова: *Coluria geoides*, морфологическая поливариантность, размерная поливариантность, поливариантность способов размножения, ритмологическая поливариантность, поливариантность по темпам развития

ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», ул. Ленина, 90, Абакан, 665017, Республика Хакасия, Россия; geoides76@mail.ru

Основой устойчивости популяции является гетерогенность, или разнородность. Одним из механизмов формирования гетерогенности правомерно считать поливариантность (многовариантность, мультिवариантность) онтогенеза (Жукова 2008).

Объектом исследования были выбраны особи *Coluria geoides* (Pall.) Ledeb.

C. geoides (колюрия гравилатовидная, сем. Rosaceae) – горно-степной вид, гемизндемик Южной Сибири (Малышева и Положий 1988). Ареал вида, по данным Р.В. Камелина (1998), восточноказахстанско-алтае-тувинско-северохангайский. Вид представлен на северных и северо-восточных степных склонах в составе луговых степей, в горных и высокогорных степях, на щебнистых и каменистых склонах, а также в разреженных сосновых, лиственничных и смешанных лесах (Крылов 1933; Леонова и др. 2010а).

Онтогенез этого вида в Хакасии описан нами ранее (Леонова и др. 2010б; Черемушкина и Леонова 2002). Установлено, что *C. geoides* – травянистое, моноподиально нарастающее, ветвящееся короткокорневищное поликарпическое растение с эпигеогенным корневищем. Онтогенез семенной особи полный,

партикуляция происходит в начале или середине генеративного периода. Партикулы омолаживаются на 1-2 онтогенетических состояния и способны к неоднократной партикуляции.

Было выявлено, что ход онтоморфогенеза определяется эколого-ценотическими условиями и характером антропогенной нагрузки. В различных растительных сообществах изменяется ход морфогенеза, уменьшается длительность полного онтогенеза и онтогенетических состояний, происходит выпадение отдельных состояний и сокращение онтогенеза (Леонова и др. 2010а, б).

Существование вида в разных эколого-ценотических условиях определяет поливариантность развития (морфологическая, размерная, способов размножения, ритмологическая и по темпам развития). Так у *C. geoides* в ценопопуляции можно выделить группы особей одного онтогенетического состояния, различающиеся по жизненности. Виталитетный состав особей зрелого онтогенетического состояния изучен в кустарниковой колюриево-злаково-осоково-ритидиевой луговой степи. Оценка жизненного состояния на основе анализа 86

растений по 6 признакам показала, что они четко разделяются на три группы, которые можно охарактеризовать как три класса жизненного состояния: высокого, среднего и пониженного.

При ранжировании особей в высший класс попало 18%, в средний – 46%, в пониженный – 22%. Наибольшие различия проявляются в биомассе особей и числе вегетативных побегов.

Наличие мохового покрова на отдельных участках в данном растительном сообществе, а также произрастание таких видов, как *Cotoneaster melanocarpus* Lodd., *Artemisia laciniata* Willd. и др., вероятно, приводят к снижению жизнеспособности особей *C. geoides*.

Неодинаковы потенциальные возможности и у особей семенного и вегетативного происхождения. Наблюдения показывают, что особи семенного и вегетативного происхождения имеют существенные различия, которые проявляются в неодинаковой мощности растения. У особи семенного происхождения развивается большее число вегетативных и генеративных побегов, молодое корневище практически в два раза больше образует придаточных корней.

Интенсивностью ветвления побегов отличаются и особи, произрастающие в различных растительных сообществах. В степных растительных сообществах особь зрелого генеративного состояния достигает наиболее мощного своего развития, она формирует от 8 до 14 вегетативных побегов, длина материнского корневища при этом составляет всего 6-8 см, число придаточных корней увеличивается до 73. В лесных растительных сообществах в условиях сильного увлажнения, молодые боковые побеги из-за влажности субстрата часто загнивают, по истечении некоторого времени отмирают и на материнском побеге не обнаруживаются (число отмерших побегов $1,36 \pm 0,09$). Особь зрелого генеративного состояния при длине материнского корневища 7-10 см состоит всего из 2-3, реже 4 вегетативных побегов.

Поливариантность способов размножения в растительных сообществах заключается в вариации разных соотношений семенного

и вегетативного способов размножения. Семенное размножение у особей *C. geoides*, носит нерегулярный характер и преобладает в степных сообществах. Наличие открытых участков благоприятно влияет на массовое прорастание семян, но дальнейшее их развитие зависит от благоприятных погодных условий (прежде всего от увлажнения). В лесу за счет мохового покрова прорастание семян затруднено, основная их масса, израсходовав пластические вещества семени, так и не укоренившись в почве, гибнет. В отдельные годы семена в лесу не вызревают.

Вегетативное размножение осуществляется при нормальной, сенильной и травматической партикуляции. Одним из наиболее распространенных вариантов, как показали исследования, является нормальная партикуляция.

В степных растительных сообществах при нормальной партикуляции в средневозрастном генеративном состоянии, как правило, образуется слабо диффузный клон, состоящий из материнского куста, кустикающихся и некустикающихся рамет. Образовавшиеся некустикающиеся партикулы – это чаще всего особи виргинильного и молодого генеративного состояния, кустикающиеся партикулы – особи зрелого генеративного состояния или более старого онтогенетического состояния.

Нередко происходит партикуляция дочерних кустов, находящихся в постгенеративном состоянии, в конце их частного онтогенеза и могут возникать новые неомоложенные дочерние особи, проходящие сокращенный онтогенез, т.е. осуществляется сенильная партикуляция. Сенильная партикуляция наблюдается у особей в постгенеративном периоде и напрямую связана с ускоренным темпом развития растений. Накопление сенильных особей характерно для ценопопуляций в петрофитных вариантах луговых степей и при антропогенной нагрузке.

Наряду с нормальной и сенильной партикуляцией для особей *C. geoides*, произрастающих на каменистом субстрате, при камнепадах возможна травматическая партикуляция.

В лесных растительных сообществах способность к ветвлению у особей *C. geoides*

менее выражена. В результате у особей в зрелом генеративном состоянии при нормальной партикуляции образуются некустящиеся партикулы, как правило, виргинильного онтогенетического состояния, либо субсенильного и сенильного онтогенетических состояний. Данный способ вегетативного размножения приводит к незначительному увеличению длительности онтогенеза.

Особь, развивающиеся в более увлажненных условиях, на моховом субстрате, в понижениях характеризуются низкой жизненностью. По своему строению взрослые растения в возрасте 8-9 лет напоминают особи имматурного онтогенетического состояния, но с очень тонким, длинным, симподиально нарастающим корневищем. Вегетативное размножение как таковое у этих особей отсутствует.

Таким образом, поливариантность способов размножения особей *C. geoides* проявляется как в пределах одной ценопопуляции, так и определяется разными эколого-ценотическими условиями.

Ритмологическая поливариантность у *C. geoides* проявляется в сдвигах фенологических состояний у особей в ценопопуляции, что определяет разновременность цветения и развития листовой поверхности у особей.

Цветение, а соответственно, и плодоношение особей онтогенетических групп генеративного периода протекает не одновременно, зрелые генеративные особи зацветают на 7-8 дней раньше, чем особи молодого и старого генеративного состояний.

Растянность цветения особей зависит также и от неоднородности самой особи, у которой одни генеративные побеги уже с открывшимися цветками, другие – уже с бутонами, третьи – едва начинают отрастать.

Продолжительность и сроки наступления фенологических фаз имеют свои особенности в составе разных растительных сообществ, отличающихся микроклиматическими условиями местообитаний.

В лесных растительных сообществах у *C. geoides* устанавливаются более поздние сроки цветения и созревания семян с разницей относительно других растительных сообществ в 7-10 дней.

На степных каменистых склонах, либо у особей в ценопопуляциях, подвергающихся антропогенной нагрузке (весенние палы) отмечается растянутость фенологических фаз, задерживается отрастание ассимилирующих листьев, запаздывает наступление фаз цветения и плодоношения.

Ритмологическая поливариантность служит стабилизирующим фактором для сохранения ценопопуляции при неблагоприятных экологических воздействиях, определяет семенное возобновление, регулярность урожая семян.

Наблюдения и анализ особей разных онтогенетических состояний позволили выявить у *C. geoides* 5 классов поливариантности по темпам развития.

Сравнение длительности разных онтогенетических состояний выявило группы особей нормального, замедленного и ускоренного развития. В группу с нормальными темпами развития включались особи со средней продолжительностью онтогенетического состояния. Соответственно, если длительность его была меньше, чем у класса нормального развития, растение относилось к классу ускоренного развития, если больше – к замедленному. Так, например, продолжительность имматурного онтогенетического состояния в луговой степи при благоприятных условиях составляет 2-3 года, но в этом же ценозе в ложбине (на увлажненном субстрате) длительность этого же состояния может варьировать от 4 до 6 лет. Ускоренный темп развития протекает в 1,5 раза быстрее нормального и в 2-3 раза быстрее замедленного развития. При изменении условия существования особи с нормальными темпами развития способны переходить на замедленное, либо ускоренное развитие, и наоборот.

В неблагоприятных условиях (при антропогенной нагрузке, при поражении особей патогенными микроорганизмами, в условиях повышенного увлажнения и др.) у особей наблюдались пропуски онтогенетических состояний: зрелого, старого генеративного, субсенильного ($g_1 \rightarrow g_3$, $g_1 \rightarrow ss$, $g_1 \rightarrow s$, $g_2 \rightarrow ss$, $g_3 \rightarrow s$).

Выявлены варианты сокращения онтогенеза, сопровождавшиеся пропуском

целого генеративного периода ($v \rightarrow ss$, $v \rightarrow s$), в большинстве случаев, это происходило на сильно увлажненных участках в лесных растительных сообществах.

Наличие в ценопопуляции семенных особей и особей вегетативного происхождения также является одной из причин, приводящей к разнообразию темпов развития особей. Так, для перехода в зрелое генеративное состояние семенной особи требуется не менее 8-11 лет, а вегетативные виргинильные особи достигают этого состояния за 3-4 года.

При вегетативном размножении особей зрелого и старого генеративных онтогенетических состояний наблюдается реверсия в более ранние онтогенетические состояния. Образовавшиеся партикулы, как обсуждалось выше, моложе материнской особи на одно-два онтогенетических состояния ($g_2 \rightarrow v$, $g_2 \rightarrow g_1$), реже – на три онтогенетических состояния ($g_3 \rightarrow v$).

Одним из проявлений поливариантности по темпам развития можно считать квазисенильность (Смирнова и др. 1984). Нами были обнаружены особи субсенильного онтогенетического состояния, которые омолаживались до виргинильного состояния. При возникновении неблагоприятных условий особи *C. geoides* способны, в течение некоторого времени, находиться на низком уровне жизнеспособности, а при улучшении условий существования омолаживаться. Таким образом, онтогенез каждой особи *C. geoides* протекает индивидуально. Поливариантность развития (морфологическая, размерная, способов

размножения, ритмологическая и по темпам развития) определяет существование вида в разных эколого-ценотических условиях, является одним из способов регулирования численности в составе ценопопуляции, имеет адаптационное значение и обеспечивает устойчивость ценопопуляций при колебаниях внешних факторов.

Цитируемые источники

- Жукова А.А. 2008.** Поливариантность развития организмов в разных царствах биосферы. В кн.: Савиных Н.П., Бобров Ю.А. (ред.), Современные подходы к описанию структуры растения: 240–260. ООО «Лобань», Киров.
- Камелин Р.В. 1998.** Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул.
- Крылов П.Н. 1933.** Флора Западной Сибири. Т. 7: 1445–1832. Наука, Томск.
- Леонова Т.В., Водолазова С.В., Черемушкина В.А. 2010а.** Эколого-ценотическая характеристика и онтогенез *Coluria geoides* (Pall.) Ledeb. (Rosaceae) в Хакасии. *Бот. журн.* **95** (1): 48–59.
- Леонова Т.В., Черемушкина В.А., Водолазова С.В. 2010б.** Онтогенетическая структура популяций *Coluria geoides* (Rosaceae) в разных эколого-ценотических условиях в Хакасии. *Раст. ресурсы* **46** (2): 24–32.
- Мальшева Л.И., Положий В.А. (ред.). 1988.** Флора Сибири. Т. 8. Rosaceae. Наука, Новосибирск.
- Смирнова О.В., Чистякова А.А., Истомина И.И. 1984.** Квазисенильность как одно из проявлений фитоценотической толерантности. *Журн. общ. биол.* **45** (2): 216–225.
- Черемушкина В.А., Леонова Т.В. 2002.** Онтогенез колюрии гравилатовидной (*Coluria geoides* Pall. Ledeb.). *Онтогенетический атлас лекарственных растений* **3**: 7–17.

ADAPTATION MECHANISMS OF *COLURIA GEOIDES* (PALL.) LEDEB. TO DIFFERENT ECOLOGICAL FACTORS

TATIANA V. LEONOVA

Abstract. Ontogenesis of each individual occurs particularly. Polyvariation of individual development determines existence of species in various ecological-coenotic conditions, is important for adaptation and provides resistance of coenopopulations.

Key words: *Coluria geoides*, polyvariation of development (morphological, that of size, ways of propagation, pace of development and rhythmological)



УДК 581.461+581.524.12

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *РАЕОНИЯ* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

АНТОНИНА А. РЕУТ * и ЛЮДМИЛА Н. МИРОНОВА

Аннотация. На базе Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН проведены исследования морфометрических особенностей четырех интродуцированных видов рода *Raeonia* L. Выявлено, что наибольшее число лабильных признаков отмечено у *P. anomala* и *P. lactiflora*, наименьшее – у *P. hybrida* и *P. tenuifolia*.

Ключевые слова: *Raeonia*, морфометрия, признаки

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Уфимского научного центра РАН, ул. Менделеева, д. 195, корп. 3, г. Уфа, 450080, Республика Башкортостан, Россия; * cvetok.79@mail.ru

Представители рода *Raeonia* L. являются редкими, лекарственными и высоко декоративными растениями, что придает особую важность изучению изменчивости элементов их репродуктивных и вегетативных органов в новых условиях произрастания как для того, чтобы судить о степени адаптации к условиям окружающей среды, так и для отбора наиболее интересных форм, которые возможно сохранять при традиционном вегетативном размножении данных растений.

Объектами исследования стали 4 вида пиона из коллекции БСИ УНЦ РАН. *P. hybrida* Pall. – редкий вид, эндемик юго-востока Западной Сибири и гор Восточного Казахстана. Включен в Красную книгу РСФСР (Голованов 1988), статус – 3 (R). *P. tenuifolia* L. – редкий вид. Внесен в Красные книги РСФСР, статус – 3 (R) и СССР (Бородин 1984), «вид с сокращающейся численностью». *P. anomala* L. – в Башкортостане чрезвычайно редок, включен в «Красную книгу Республики Башкортостан» (Фаухутдинов 2007), отнесен к категории I – виду, находящемуся под угрозой исчезновения. *P. lactiflora* Pall. – внесен в Красную книгу РСФСР, статус – 4 (I), вид с неопределенным статусом.

Исследование проводилось в 2011-2012 годах на базе Ботанического сада-института УНЦ РАН. Климат зоны проведения

исследования континентальный, с недостаточным увлажнением. Основные типы почв на территории БСИ – серые и темно-серые лесные.

Уровень индивидуальной изменчивости определен по эмпирической шкале С.А. Мамаева (1975): CV<7% – очень низкий, от 8 до 12% – низкий, от 13 до 20% – средний, 21-30% – повышенный, 31-40% – высокий, более 40% – очень высокий.

Уровень индивидуальной изменчивости биометрических показателей у изученных видов значительно различается. Очень высокий уровень изменчивости установлен для: ширины внешнего чашелистика (CV=46,5-51,9%) у *P. hybrida*, *P. anomala*, *P. lactiflora*; длины внешнего чашелистика (CV=47,1%) у *P. hybrida*; длины внутреннего чашелистика (CV=40,4%) у *P. anomala*; ширины внутреннего чашелистика (CV=40,6%) у *P. lactiflora*; длины черешка (CV=59,9%) у *P. tenuifolia*.

Высокая изменчивость отмечена для: длины внешнего чашелистика (CV=31,9-32,9%) у *P. tenuifolia* и *P. anomala*; длины внутреннего чашелистика (CV=31,5-32,5%) у *P. tenuifolia* и *P. lactiflora*; ширины внешнего чашелистика (CV=36,9%) и ширины средней доли листа (CV=33,3%) у *P. tenuifolia*; ширины внутреннего чашелистика (CV=32,3%) у *P. anomala*; длины

черешка (CV=33,2%) у *P. hybrida*.

Повышенный уровень изменчивости выявлен: у *P. tenuifolia*, *P. anomala* и *P. lactiflora* для средней ширины лепестка (CV=21,3-28,3%) и числа плодолистиков (CV=20,8-25,8%); у *P. anomala* и *P. lactiflora* для ширины рыльца (CV=22,4-28,8%) и длины черешка (CV=29,7-30,0%); у *P. hybrida* и *P. lactiflora* для ширины средней доли листа (CV=22,9-28,8%); у *P. hybrida* для количества листьев (CV=21,4%), числа генеративных побегов (CV=21,7%), ширины внутреннего чашелистика (CV=28,8%) и средней длины лепестка (CV=23,6%); у *P. tenuifolia* для длины тычиночной нити (CV=26,3%); у *P. anomala* для длины рыльца (CV=25,5%) и диаметра венчика (CV=24,9%); у *P. lactiflora* для длины и ширины пыльника (CV=23,3% и 29,0% соответственно).

Средний уровень изменчивости установлен для: толщины стебля (CV=12,6-20,0%) у всех видов; длины рыльца (CV=14,7-17,3%) и толщины листа (CV=13,3-18,0%) у *P. hybrida*, *P. tenuifolia* и *P. lactiflora*; длины листа (CV=14,0-16,6%) у *P. hybrida*, *P. tenuifolia* и *P. anomala*; длины и ширины плодолистика (CV=14,1-16,2 и 15,9-19,0% соответственно) у *P. tenuifolia*, *P. anomala* и *P. lactiflora*; длины пыльника (CV=13,5-19,4%) и числа вегетативных побегов (CV=13,2-14,7%) у *P. hybrida* и *P. anomala*; ширины листа (CV=15,9-20,0%) у *P. hybrida* и *P. tenuifolia*; числа лепестков (CV=12,6-17,7%) у *P. tenuifolia* и *P. anomala*; диаметра венчика (CV=18,2-19,3%) у *P. tenuifolia* и *P. lactiflora*; длины лепестка (CV=16,3-19,9%) и числа генеративных побегов (CV=14,7-16,9%) у *P. anomala* и *P. lactiflora*; ширины лепестка (CV=17,9%), длины внутреннего чашелистика (CV=16,9%), числа плодолистиков (CV=20,0%), высоты вегетативного и генеративного побегов (CV=18,4 и 16,5% соответственно) у *P. hybrida*; ширины рыльца (CV=16,7%), числа чашелистиков (CV=13,3%), количества листьев (CV=16,2%) у *P. tenuifolia*; длины средней доли листа (CV=15,7%) у *P. anomala*; длины тычиночной нити (CV=18,7%), диаметра чашечки (CV=14,9%) у *P. lactiflora*.

Низкий уровень изменчивости выявлен: у *P. hybrida*, *P. tenuifolia* и *P. anomala* для ширины пыльника (CV=8,2-10,0%); у *P. hybrida*, *P. tenuifolia* и *P. lactiflora* для длины средней доли листа (CV=8,6-12,4%); у *P. hybrida* и *P. lactiflora* для числа лепестков (CV=9,2-9,6%); у *P. tenuifolia* и *P. anomala* для диаметра чашечки (CV=10,3-11,4%); у *P. tenuifolia* и *P. lactiflora* для числа вегетативных побегов (CV=10,4-11,7%); у *P. anomala* и *P. lactiflora* для числа чашелистиков (CV=9,3-9,4%); у *P. hybrida* для длины тычиночной нити (CV=11,6%), ширины плодолистика (CV=11,1%), диаметра венчика (CV=11,8%); у *P. tenuifolia* для длины лепестка (CV=10,0%), ширины внутреннего чашелистика (CV=10,5%), длины пыльника (CV=12,5%), числа генеративных побегов (CV=12,8%); у *P. anomala* для толщины листа (CV=10,0%); у *P. lactiflora* для количества листьев (CV=11,0%), длины листа (CV=8,4%).

Остальные показатели обладают очень низким уровнем изменчивости. Согласно литературным данным, биометрические параметры, у которых значения уровня изменчивости лежат в пределах «низкого» и «очень низкого», имеют важную таксономическую значимость.

Таким образом, условия лесостепной зоны Башкирского Предуралья являются благоприятными для развития генеративной и вегетативной сфер изученных видов. Наибольшее число лабильных признаков отмечено у *P. anomala* и *P. lactiflora*, что указывает на высокую гетерогенность морфометрических признаков, как проявление высоких адаптивных свойств видов; наименьшее – у *P. hybrida* и *P. tenuifolia*, для которых характерна неустойчивость при изменении погодных условий.

Цитируемые источники

- Фаухутдинов А.А. (ред.). 2007. Красная книга Республики Башкортостан (объединенный том). Полипак, Уфа.
- Голованов В.Д. (ред.). 1988. Красная книга РСФСР (растения). Росагропромиздат, Москва.

- БОРОДИН А.М. (ред.). 1984.** Красная книга СССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. Лесн. пром-ть, Москва.
- МАМАЕВ С.А. 1975.** Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости растений. *Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений*: 3-14. Наука, Свердловск.

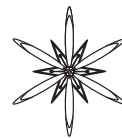
MORPHOMETRIC FEATURES OF THE GENUS *PAEONIA* L. IN THE INTRODUCTION CONDITIONS OF THE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE, UFA RESEARCH CENTER

ANTONINA A. REUT * & LUDMILA N. MIRONOVA

Abstract. On the basis of the Botanical Garden-Institute, Ufa Research Center conducted the study of morphometric features of four alien species *Paeonia* L. Revealed that the most of labile symptoms observed in labile *P. anomala* and *P. lactiflora*, the lowest – in *P. hybrida* and *P. tenuifolia*.

Key words: *Paeonia*, morphometry, morphological features

*Federal State Institution of Science, Botanical Garden-Institute, Ufa Scientific Center, Russian Academy of Sciences, 195/34 Mendeleev str., Ufa, 50080, Republic of Bashkortostan, Russia; * cvetok.79@mail.ru*



УДК 581.461:582.918.3(471.341)

ПОЛИВАРИАНТНОСТЬ СТРОЕНИЯ ЦВЕТКА У НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PRIMULA* L. КОЛЛЕКЦИИ НИИ БС ННГУ

Татьяна Р. Хрынова¹ и Иван Н. Маркелов²

Аннотация. Представлены результаты изучения морфологической поливариантности различных видов и их гибридов рода *Primula* L. в условиях коллекции НИИ Ботанический сад ННГУ в 2011 и 2012 гг. Определены коэффициенты вариации диаметра венчика и количества долей венчика у различных образцов. Выявлены закономерности изменения диаметра венчика в зависимости от количества его долей. У некоторых образцов отмечена тенденция увеличения или уменьшения коэффициента вариации диаметра венчика в зависимости от года исследования. Сделан вывод о возможности применения выявленных закономерностей изменчивости признаков для различения таксонов разных рангов.

Ключевые слова: *Primula*, морфологическая поливариантность, цветок, структура

¹ НИИ Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, ул. Ботанический сад, 1, Нижний Новгород, 603062, Россия; sad.unn@yandex.ru

² Кафедра экологии, Биологический факультет Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, пр. Гагарина, 23, Нижний Новгород, 603950, Россия; ecology@bio.unn.ru

Введение

Данное небольшое исследование – начало детального изучения морфологической поливариантности различных видов и их гибридов рода *Primula* L. в условиях коллекции НИИ БС ННГУ, в частности – поливариантности строения цветков. Последние, рассматриваемые как мероны, способны к различным изменениям, причём ряды изменчивости могут объединяться одной тенденцией, «одним правилом преобразования», то есть рефреном. Наличие рефренов – одно из проявлений особенностей архетипа. Они позволяют выявлять закономерности в изменчивости признаков различных таксонов. (Савиных и др. 2012; Мейен 1978).

Материалы и методы исследований

Материалом для исследования послужили цветы 37 образцов 16 наименований рода *Primula* L. У некоторых видов и культиваров у части образцов измерения были проведены в разные годы (2011 и

2012). Всего изучено более 2000 цветков. Диаметр венчика предварительно измерялся в трех направлениях с точностью до 0,5 мм и вычислялся средний для каждого цветка. Количество долей подсчитывалось только хорошо обособленных, то есть не учитывались крупные лопасти долей венчика у некоторых гибридных форм. Вычисления производились с помощью программы Excel 2007. Для удобства сравнения средние размеры венчиков различной дольности выражены в процентах от среднего диаметра 5-дольного (систематический признак рода) или 6-7-дольного, если это минимальное число долей, как у некоторых гибридных форм. (Табл. 1).

Результаты и их обсуждение

У *P. auricula* L. отмечено преобладание 5-дольных цветков, а также наличие как 6- и 7-, так и небольшого количества 4-дольных. У гибридов *P. auricula* 'Purpurea' и *P. auricula* 'Purple-rosea', отбор которых, вероятно, проводился в частности и по многолепестности, 4-дольные цветки отсутствовали. Причем у репродукции

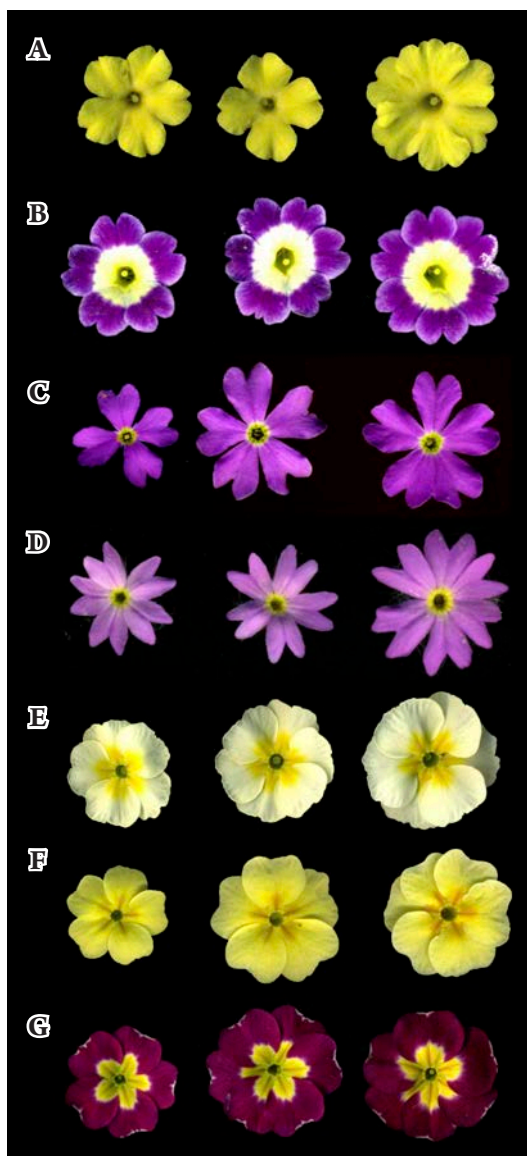


Рис. 1. Тенденция к увеличению диаметра венчика с увеличением числа долей: **А** – *Primula auricula*; **В** – *P. auricula* 'Purpurea'; **С** – *P. cortusoides*; **Д** – *P. denticulata*; **Е** – *P. xpolyantha* 'Alba'; **Ф** – *P. xpolyantha* 'Flava'; **Г** – *P. xpolyantha* 'Purpurea Serotina'.

Fig. 1. Tendency to increasing the diameter of the corolla with an increasing of lobes number: **A** – *Primula auricula*; **B** – *P. auricula* 'Purpurea'; **C** – *P. cortusoides*; **D** – *P. denticulata*; **E** – *P. xpolyantha* 'Alba'; **F** – *P. xpolyantha* 'Flava'; **G** – *P. xpolyantha* 'Purpurea Serotina'.

P. auricula 'Purpurea' процент многолепестных цветков ниже, чем у исходного образца, что может говорить о некоторой потере сортности при семенном возобновлении. У всех образцов данного вида отмечается тенденция увеличения диаметра венчика с увеличением количества долей. Коэффициенты вариации (Cv) диаметра венчика 5,1-12,8%, числа долей – 5,2-11,0%, причём по двум годам пока нельзя сделать определенных выводов о зависимости параметров от погодных или других условий.

У *P. cortusoides* L. у одного из образцов единично отмечен цветок с 4-дольным венчиком, в то время как у *P. denticulata* Sm. – в обоих образцах единичные цветы с 6-дольным венчиком, соответственно у обоих видов и низкие Cv по этому параметру. У обоих видов также наблюдается увеличение диаметра венчика с увеличением числа долей. Cv диаметра венчика у *P. cortusoides* 7,4-10,6%, у *P. denticulata* несколько выше – 9,2-14,5%.

У *P. juliae* Kusch. во всех образцах стабильно отмечались цветы с 4-дольными венчиками, причём их диаметр был почти равен 5-дольным, а в подавляющем числе – больше него, по данным параметрам этот вид сильно отличается от всех предыдущих. В целом Cv диаметра венчика в интервале 8,0-12,3%. Интересно, что имеется некая закономерность изменения по годам: в 2012 г. у всех образцов Cv диаметра венчика заметно выше, чем в 2011. Также выше и Cv числа долей венчика, за исключением образца №70, у которого в 2011 г. отмечено появление 6-дольных венчиков, за счет чего Cv и оказался выше, чем в 2012.

У *P. xpruhonicensis* Bergmans – гибрида *P. juliae* также отмечено относительное уменьшение диаметра венчика с увеличением числа долей: у неё не было цветков с 4-дольным венчиком, но был с 6-дольным, заметно меньшим по диаметру. Cv диаметра венчика оказался заметно выше, чем у *P. juliae* – 17,8%. У *P. xelator* Hill cv. 'Aurea' 4-дольность имела место, диаметр венчика при ней был также больше 5-дольного, общий Cv диаметра венчика – 14,3%.

У культиваров *P. xpolyantha* 4-дольные

венчики единично имеются только у одного образца культивара 'Lutea' и одного образца 'Purpurea Serotina'. Практически у всех культиваров отмечены 6-и, 7-и и даже 8-дольные венчики, за исключением культивара 'Purpurea', у всех образцов которого цветы были с 5-дольными венчиками. Диаметр венчика в подавляющем большинстве случаев почти равен или увеличивается при увеличении числа долей. У тех образцов, у которых измерения проводились два года, за исключением 'Purpurea Serotina' №58-2, у которого S_v диаметра венчика в 2012 г. слегка возрос, S_v уменьшился на 2,2-6,0%. В целом для всех образцов *P. xpolyantha* Mill. S_v диаметра венчика находился в пределах 5,8-17,0%.

Полученные как гибридные полиантовые из разных источников образцы *Primula* предварительно были нами разделены на формы по окраске. Затем выделился зацветающий несколько позднее пурпурный культивар 'Purpurea Serotina' и резко отличающийся по размерам венчика и тенденциям его изменения культивар 'Aurea', который теперь идентифицируется нами как одна из форм *P. xelatior*. Сорт 'Purpurea Serotina', а также 'Rubra' и 'Sanguinea' в свою очередь оказались не совсем однородными, как в прочем и образцы видов *P. cortusoides* и *P. denticulata*, следовательно, необходимо дальнейшее их изучение и по другим морфологическим параметрам.

Выводы

В целом коэффициенты вариации диаметра венчика представителей рода *Primula* колеблются от 5,1% до 17,8%. Число долей венчика у изученных образцов колеблется от 4 до 8 ($0 \leq S_v \leq 11\%$). Не отмечено 4-дольных венчиков у культиваров *P. auricula*, *P. denticulata*, *P. xpruhonicensis* и подавляющего количества образцов *P. xpolyantha*, то есть в основном у гибридных и сортовых образцов. Имеется также и значительное количество образцов *P. xpolyantha*, объединенных в сортовую форму 'Purpurea', имеющих исключительно 5-дольные венчики.



Рис. 2. Тенденция к уменьшению диаметра венчика с увеличением числа долей: А – *Primula juliae*; В – *P. xpruhonicensis*; С – *P. xelatior* 'Aurea'.

Fig. 2. Tendency to decreasing the diameter of the corolla with an increasing of tepals number: А – *Primula juliae*; В – *P. xpruhonicensis*; С – *P. xelatior* 'Aurea'.

Тенденция увеличения диаметра венчика с увеличением количества долей отмечена у *P. auricula* и её сортов (Рис. 1 А, В), *P. cortusoides* (Рис. 1 С), *P. denticulata* (Рис. 1 D) и сортов *P. xpolyantha* (Рис. 1 Е-Г), уменьшается диаметр венчика с увеличением количества долей у *P. juliae* (Рис. 2 А), *P. xpruhonicensis* (Рис. 2 В) и *P. xelatior* cv. 'Aurea' (Рис. 2 С). У некоторых образцов отмечена тенденция увеличения или уменьшения коэффициента вариации диаметра венчика в зависимости от года исследования. У *P. juliae* в 2012 г. S_v диаметра венчика заметно выше, чем в 2011, у *P. xpolyantha* за исключением одного образца 'Purpurea Serotina' S_v диаметра венчика в 2012 г. уменьшился на 2,2–6,0%. У *P. juliae* за исключением одного образца также выше в 2012 г. и S_v числа долей венчика. По двум годам пока нельзя сделать определенных выводов о зависимости параметров от погодных или других условий. Сорта 'Purpurea Serotina', 'Rubra' и 'Sanguinea' и образцы видов *P. cortusoides* и *P. denticulata* по выбранным параметрам оказались не совсем однородными, необходимо дальнейшее изучение их морфологии с применением выявленных закономерностей изменчивости

Табл. 1. Изменчивость диаметра и строения отгиба венчика у некоторых представителей рода *Primula* коллекции НИИ БС ННГУ.
Table 1. Variability of diameter and structure of the corolla limb of some representatives of the genus *Primula* from collection of RIBG UNN.

№ п/п	Наименование образца	№	Год	Св	Св	% от общего числа изученных								Диаметр в % от среднего 5(6,7)-дольного венчика *					
						Анам. венч. (%)	Долей (%)	4	5	6	7	8	4		5	6	7	8	Св
К-тво долей																			
1	<i>Primula auricula</i>	7	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		
2	<i>P. auricula</i> cv. 'Purple-rosea'	99223	2012	7,4	5,2			83,3	16,7							100	7,8	103,7	3,4
3	<i>P. auricula</i> cv. 'Purpurea'	R(99224)	2011	12,8	9,7	45,0	52,5	2,5				100	12,2	109,9	11,1	129,3	0		
		R(99224)	2012	6,2	12,9	44,8	41,8	11,9	1,5			100	6,0	105,2	5,2	109,4	3,4	109,8	0
		99224	2012	5,1	10,8	36,4	54,5	9,1				100	5,1	105,0	3,8	110,6	0		
4	<i>P. cortusoides</i>	75	2012	7,4	2,7	1,9	98,1			82,5	0	100	7,1						
		76	2012	10,6	0	100						100	10,6						
5	<i>P. denticulata</i>	18	2011	9,2	4,0	95,8	4,2					100	9,4	100	0				
		97075	2011	14,5	3,7	96,4	3,6					100	13,7	131,3	0				
6	<i>P. juliae</i>	99227	2011	8,3	3,0	2,3	97,7			99,3	0	100	8,4						
		99227	2012	9,4	5,6	8,3	91,7			106,9	0	100	9,6						
		69	2011	8,0	3,6	3,3	96,7			96,7	0	100	8,1						
		69	2012	8,4	4,6	5,6	94,4			109,3	5,9	100	8,3						
		70	2011	8,5	5,4	4,5	92,7	2,7		103,7	7,3	100	8,6	96,9	4,9				
		70	2012	12,3	4,0	4,2	95,8			105,2	0	100	12,5						
7	<i>P. ×pruhonicensis</i>	71	2011	17,8	3,3			2,8				100	17,8	85,2	0				
10	<i>P. ×elatior</i> cv. 'Aurea'	2	2011	14,3	3,2	2,7	97,3			105,3	2,9	100	14,5						
8	<i>P. ×polyantha</i> cv. 'Alba'	1	2011	11,2	8,7	23,1	71,3	5,6				100	12,5	112,0	9,7	113,7	6,2		
		1	2012	9,0	8,9	42,9	57,1					100	8,9	108,6	7,5				
9	<i>P. ×polyantha</i> cv. 'Atropurpurea'	57	2011	10,4	8,4	73,8	26,2					100	9,6	100,0	12,5				
		57	2012	7,0	4,1	95,5	4,5					100	7,1	102,7	1,3				

11	<i>P. × polyantha</i> cv. 'Flava'	54	2011	5,8	6,1	88,9	11,1			100	5,7	101,6	1,1
		55	2011	9,1	7,5	81,3	18,7			100	8,0	91,5	10,1
		9	2012	7,5	5,1	92,9	7,1			100	7,8	102,4	0
12	<i>P. × polyantha</i> cv. 'Lutea'	50	2011	15,3	2,2	98,8	1,2			100	15,1	78,0	0
		7	2012	14,5	6,8	98,7		1,3		100	14,5	110,2	0
		8	2012	9,2	2,3	1,4	98,6		88,4	0	100	9,1	
13	<i>P. × polyantha</i> cv. 'Purpurea'	55	2012	12,6	0	100				100	12,6		
		17/1	2012	19,0	0	100				100	19,0		
		17/2	2012	13,0	0	100				100	13,0		
		2a	2012	9,5	0	100				100	9,5		
		6a	2012	10,5	0	100				100	10,5		
14	<i>P. × polyantha</i> cv. 'Purpurea Serotina'	58-1/1	2011	14,2	5,5	91,4	8,6			100	14,6	107,3	6,7
		58-1/2,3	2011	9,9	3,4	1,4	97,2	1,4	84,2	0	100	9,8	92,1
		58-1/1	2012	10,7	7,0	20,9	79,1			100	10,3	96,7	10,7
		58-2	2011	13,1	7,5	15,9	79,2	4,9		100	12,0	110,5	12,9
		58-2	2012	13,3	10,3	18,2	67,3	12,7	1,8	100	11,0	104,6	12,9
		60	2011	10,6	0	100				100	10,6		4,4
		60	2012	7,6	0	100				100	7,6		
		63	2011	10,6	6,7	88,8	10,5	0,7		100	10,4	98,8	12,2
		63	2012	9,5	3,5	96,8	3,2			100	9,5	110,5	6,2
15	<i>P. × polyantha</i> cv. 'Rubra'	17	2011	17,0	0	100				100	17,0		
		17	2012	11,0	0	100				100	11,0		
		65/1	2011	15,7	9,7	66,7	31,3			100	16,7	101,5	14,5
		65a	2012	12,4	5,2	92,3	7,7			100	12,13	104,4	14,8
16	<i>P. × polyantha</i> cv. 'Sanguinea'	67-1/1,2	2011	8,9	10,9	69,4	25,0	5,6		100	8,8	100,5	7,9
		65a	2012	11,1	0	100				100	11,1		11,4

* средний размер 6- или 7-дольного венчика, если это минимальное число долей.

признаков для различения таксонов разных рангов.

МЕЙЕН С.В. 1978. Основные аспекты типологии организмов. *Журн. общей биол.* 39 (4): 495–508.

Цитируемые источники

САВИНЫХ Н.П., ДЕГТЕРЕВА О.П., ЖУРАВЛЁВА И.А., ЧУПРАКОВА Е.И., ШАБАЛКИНА С.В. 2012. Структурная поливариантность растений с позиций модульной организации. *Mod. Phytomorphol.* 1: 37–41.

MULTIVARIATE STRUCTURE OF THE FLOWER IN SOME REPRESENTATIVES OF THE GENUS *PRIMULA* L. FROM THE COLLECTIONS OF RESEARCH INSTITUTE BG UNN

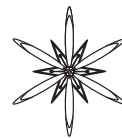
TATIANA R. HRYNOVA¹ & IVAN N. MARKELOV²

Abstract. The results of the investigations on morphological variability of flowers in different species and hybrids of *Primula* L. from the collection of Botanical Garden of Nizhny Novgorod State University which were carried out in 2011-2012 are represented in this paper. The coefficients of variation (CVs) for corolla diameter and for number of tepals for all the specimens were calculated. CV for the diameter of the corolla was generally from 5.1% to 17.8% and CV for tepals number (from 4 up to 6 tepals) was from 0% to 11%. As a result the relationships between tepals number and corolla diameter have been clarified. In some specimens tendency to increasing or decreasing of CV for corolla diameter has been observed. For example increasing of corolla diameter was observed in *P. auricula* and its cultivars, *P. cortusoides*, *P. denticulata* and cultivars of *P. ×polyantha*. From opposite side the decreasing of corolla diameter occurs in *P. juliae*, *P. ×pruhonicensis* and *P. ×elatior* cv. 'Aurea'. The results of this investigation probably can be applied in genus *Primula* taxonomy.

Key words: *Primula*, morphological variability, flower, structure

¹ Research Institute Botanical Garden of Nizhny Novgorod State University N.I. Lobachevsky, 1 Botanical Garden str., Nizhny Novgorod, 603062, Russia; sad.unn@yandex.ru

² Department of Ecology, Faculty of Biology of the Nizhny Novgorod State University N.I. Lobachevsky, 23 Gagarin av., Nizhny Novgorod, 603950, Russia; ecology@bio.unn.ru



УДК 581.524.12

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ *SUAEDA ACUMINATA* (С.М. MEYER) МОQ, С УСЛОВИЯМИ ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ

СВЕТЛАНА Н. ЖАЛДАК

Аннотация. Изучено анатомическое строение листа и стебля *Suaeda acuminata*, относящейся к группе однолетних галосуккулентных эугалофитов. Особенности структурной организации вида определено специфичностью условий обитания растений.

Ключевые слова: *Suaeda acuminata*, эугалофит, эпидерма, устьица, гиподерма

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, пр. Вернадского, 4, Симферополь, 95007, Украина; galdak@ukr.net

Адаптация растений к разнообразным условиям обитания в первую очередь отражается на их структурной организации. Засоленные территории малоблагоприятны для произрастания большинства видов растений. Тем не менее, в Крымской флоре существует целая группа растений способных существовать в условиях повышенного содержания легкорастворимых солей в почве. Одним из таких растений является *Suaeda acuminata* (С.М. Meyer) Моq, относящееся к однолетним галосуккулентным эугалофитам и встречающееся на засоленных почвах вдоль прибрежной зоны соленых озер, лиманов, а также залива Сиваш (Северо-Восточный Крым). Изучение анатомического строения солеустойчивых растений, в том числе *S. acuminata*, способствуют пониманию основ организации растительных сообществ на засоленных территориях. В настоящее время в связи с расширением площадей вторично засоленных земель исследования, касающиеся жизнедеятельности солеустойчивых растений, выглядят наиболее актуальными (Шамсутдинов 2002).

Анатомический анализ листовой пластинки показал, что лист *S. acuminata* покрыт крупноклеточной тонкостенной эпидермой с паразитным типом устьичного комплекса. Устьица располагаются на

обеих сторонах листовой пластинки и погружены в среднем на 8 мкм. Длина основных эпидермальных клеток составляет $47,8 \pm 1,1$ мкм, а их количество – 232-240 шт. на 1 мм^2 . Эта крупноклеточная покровная ткань, с небольшим количеством погружённых устьиц и хорошо развитым слоем кутикулы на поверхности способна выполнять не только защитную функцию, но также наряду с гиподермой, специализирована как дополнительная водозапасающая ткань. Гиподерма представлена хорошо развитой водозапасающей паренхимой, расположенной в субэпидермальном слое. Проводящая система представлена крупным центральным закрытым коллатеральным пучком, который имеет однослойную паренхимную обкладку. Снаружи от нее располагаются радиально вытянутые палисадные клетки мезофилла. Пучок армирован одним слоем склеренхимных клеток. Следует отметить, что для *S. acuminata* характерен центрический изолатеральный тип строения листа.

Эпидерма стебля *S. acuminata* также покрыта слоем кутикулы. Наружные 2-3 слоя первичной коры дифференцированы в уголковую колленхиму. Центральный цилиндр представлен перициклом, образованный несколькими слоями меристематически активных клеток, системой проводящих пучков, а также

сердцевидной. Стебель имеет пучковое строение. Прокамбий функционирует короткое время, образуя «первичные» закрытые коллатеральные пучки. Особенности анатомического строения стебля *S. acuminata* определены не только первичной стеблевой организацией, но и вторичными изменениями, направленными на поддержание функциональной целостности растительного организма на засоленных почвах. Для *S. acuminata*, выявлено «атипичное» вторичное утолщение стебля, что, видимо, является структурной особенностью большинства представителей семейства Chenopodiaceae (Лотова 2001, BONZANI & BARVOZA 2003). После образования прокамбием «первичных» закрытых коллатеральных пучков, происходит вторичное утолщение стебля, которое осуществляется за счет деятельности меристематически активной зоны (4-5 слоя), закладывающейся в перицикле и функционирующей в течение всей жизни растения. Клетки меристемы, лежащие тангентально к центру стебля *S. acuminata*, образуют «вторичные» закрытые проводящие коллатеральные пучки и «соединительную» ткань между

ними. Соединительная ткань впоследствии дифференцируется в склеренхиму, которая сплошным механическим кольцом окружает «первичные» проводящие пучки и дополнительно армирует центральный цилиндр. Сердцевина представлена паренхимными клетками.

Таким образом, в процессе индивидуального развития на засоленных местообитаниях *S. acuminata* формирует целый комплекс адаптивных анатомических признаков, направленных на поддержание водно-солевого гомеостаза в организме растения.

Цитируемые источники

- BONZANI N.E., BARVOZA G. E., BUGATTI M.A. 2003.** Morpho-histological studies in the aromatic species of Chenopodiaceae from Argentina. *Fitoterapia* 74: 207–225.
- ЛОТОВА А.И. 2001.** Морфология и анатомия высших растений. Эдиториал УРСС, Москва.
- ШАМСУТДИНОВ З.Ш., ШАМСУТДИНОВ Н.З. 2002.** Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства. *Степной бюллетень* 11: 35–46.

ESTIMATION OF THE CORRELATION BETWEEN ANATOMICAL STRUCTURE OF *SUAEDA ACUMINATA* (C.M. MEYER) MOQ. AND GROWTH CONDITIONS

SVETLANA N. ZHALDAK

Abstract. Research on leaves and stems anatomical structure of *Suaeda acuminata* from the group of annual halophytes plants has been conducted. It has ascertained that features of *S. acuminata* structural organization are in particular depended from the environment.

Key words: *Suaeda acuminata*, halophytes, epidermis, stomata, hypoderm

Academician V.I. Vernadsky Taurida National University, 4 Vernadsky ave., Simferopol, 95007, Ukraine; galdak@ukr.net



ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *ROSA MAJALIS* HERRM. В АССОЦИАЦИЯХ НИЖЕГОРОДСКОГО ПОВЕТЛУЖЬЯ (КРАСНОБАКОВСКИЙ РАЙОН)

ЕЛЕНА В. НЕВИДОМОВА

Аннотация. Представлены данные о воздействии экологических факторов на численность и жизнённость ценопопуляций шиповника майского в пихтово-еловых лесах и разнотравно-бобово-злаковых лугах природоохранной территории с. Дмитриевское на правом берегу р. Ветлуга в Краснобаковском районе Нижегородской области с учетом данных морфометрии. Установлено, что в результате воздействия антропогенных факторов снижается численность ценопопуляций шиповника майского, уменьшаются размеры растения, снижается количество цветущих побегов.

Ключевые слова: *Rosa majalis*, морфология, ценопопуляции, антропогенные факторы

Нижегородский государственный педагогический университет, ул. Ульянова 1, Нижний Новгород, 603950, Россия; elena.nevidomova@yandex.ru

Введение

Шиповник майский (*Rosa majalis* Herrm.) – ценнейшее лекарственное, пищевое и декоративное растение. В настоящее время наблюдается резкое сокращение численности природных ценопопуляций *R. majalis* как элемента подлеска (Рис. 1). Так, в экосистемах природоохранных территорий г. Нижнего Новгорода таких как «Стригинский бор», «Дубравная», Щелоковский хутор» этот вид практически исчез из-за проведения рубок ухода, пожаров, антропогенного прессинга (Невидомова 2012).

Целью работы является изучение природных ценопопуляций *R. majalis* в ассоциациях Краснобаковского района Нижегородской области. Краснобаковский район расположен в северо-восточной части Нижегородской области, в 150 км от Нижнего Новгорода. Ценопопуляции *R. majalis* изучались в ассоциациях памятника природы села Дмитриевское и биостанции Нижегородского государственного педагогического университета (НГПУ), окрестностях пос. Ветлужский и пос. Шеманиха в Краснобаковском районе Нижегородской области, на правом берегу р. Ветлуги в пихтово-еловых лесах и на

мезофитных лугах. Поветлужье – одно из красивейших мест Нижегородской области. Большая часть бассейна реки Ветлуги находится в пределах южной тайги. Это район распространения дерново-подзолистых почв (Баканина и Фридман 2004).

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Найти местонахождения *R. majalis* в правобережной части р. Ветлуги Краснобаковского района и отнести *R. majalis* к конкретной ценоморфной группе.
2. Описать и сравнить ценопопуляции *R. majalis* в различных местонахождениях правобережной части Краснобаковского района.
3. Показать влияние антропогенных факторов на ценопопуляции *R. majalis* на основании чего рекомендовать к охране этот вид.

Материалы и методы исследований

Полевые исследования проводились на протяжении 2008-2012 гг., в ходе которых был собран значительный материал. Объектом исследований были растения *R. majalis*, а предметом – показатели жизнённости, облива, покрытия, а также



Рис. 1. Шиповник майский на лугу в окрестности п. Дмитриевское.

Fig. 1. *Rosa majalis* on the meadow in the neighborhoods of Dmitrievskoe village.

ряд морфологических признаков: высота стволиков; длина (измеряли вдоль срединной жилки с учетом длины черешка) и ширина сложного листа (измеряли конечные точки супротивно расположенных срединных листочков), диаметр цветка. По каждому морфологическому признаку *R. majalis* было сделано около 100 измерений.

Были обследованы окрестности и сделаны описания пробных следующих площадей в Краснобаковском районе: территория агробиостанции НГПУ, пихтово-еловые – леса, мезофитные разнотравно-бобово-злаковые луга в окрестности с. Дмитриевское, Кашниково, Здекино, Шеманиха, территории турбазы «Кристалл», заброшенной барской усадьбы, собственно поселок Дмитриевское и дорога, ведущая к п. Ветлужский, пойменные разнотравно-бобово-злаковые луга правобережья р. Ветлуги («Коровий пляж»). Были составлены флористические списки видов.

Геоботанические описания проводилось методом пробных площадей: 10×10 м – в луговых биоценозах и 20×20 – в лесных. Измерения растений на пробных площадях проводились по двум диагоналям, каждая из которых была разбита на 10 площадок по 1м² каждая. Посещение площадок было единовременным, т.е. в конце июня были обследованы, в зависимости от места

произрастания, цветущие и в конце августа плодоносящие популяции *R. majalis*. Чтобы оценить рекреационную нагрузку, а также дигрессию ассоциаций мы отмечали наличие дорожно-тропиночной сети, измеряли мощность лугового войлока (он состоит из отмерших частей растений и при его достаточных размерах свидетельствует о ненарушенности растительного сообщества и наоборот). Кроме того, был использован метод фитоиндикации: наличие или отсутствие коренных видов в растительном сообществе, и проникновение рудеральных, синантропных и адвентивных растений, которые также являются критерием дигрессии ассоциации. Всего было заложено 20 пробных площадей: в двух повторностях на разнотравно-бобово-злаковых мезофитных лугах, составлены списки видов и по вышеизложенной методике описаны ценопопуляции *R. majalis*. Оценка достоверности различия морфологических признаков определялась по критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

В данной работе использовался следующий принцип: ценопопуляции *R. majalis*, растущие в лесу сравнивались с лесными, а ценопопуляции растущие на лугах с луговыми ценопопуляциями. Исследование проводилось маршрутным методом. Отмечены мезофитные разнотравно-бобо-злаковые луга. В их травостое – *Festuca pratensis* Huds., *Trifolium repens* L., *T. pratense* L., *Ranunculus acris* L., *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. P., *Alchemilla subcrenata* Buser., *Prunella vulgaris* L., *Phleum pratense* L., *Alopecurus pratensis* L., *Vicia cracca* L. Также отмечены гигро-мезофитные разнотравно-бобо-злаковые луга. В травостое – *Nardus stricta* L., *Carex leporina* L., *C. vulpina* L., *C. vesicaria* L., *Lupinus polyphyllus* L., *Alchemilla subcrenata*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Vicia cracca*.

В качестве контроля выбрали непосещаемое место – луг в окрестностях п. Дмитриевское. Тут были заложены пробные площади (Рис. 1). Ценопопуляция *R. majalis* в

Табл. 1. Морфологические признаки Шиповника майского в ассоциациях п. Дмитриевское.

Table 1. The morphological features of *Rosa majalis* in the associations of the neighborhoods of Dmitrievskoe village.

Местообитание	Высота стволиков, см	Диаметр цветка, см	Длина сложного листа, см	Ширина сложного листа, см
Лука разнотравно-бобово-злаковые				
Луг в окрестности турбазы «Кристалл»	76±2,28	3,1±0,1	8,8±0,073	3,4±0,2
Луг в окрестности с. Дмитриевское	204±1,2	9,6±0,2	20,2±0,55	8,3±0,21
Луг на территории агробиостанции (рядом с общежитием)	113±2,35	4,7±0,11	10,6±0,12	4,7±0,23
Луг по дороге к п. Ветлужский	123±1,4	5,0±0,12	9,6±0,12	5,3±0,2
Луг вблизи старой мельницы	152±1,77	5,6±0,2	13,7±0,3	6,6±0,27
Луг на р. Ветлуга	158±1,81	6,5±0,25	13,2±0,4	7,2±0,22
Луг за территорией агробиостанции	163±1,04	8,7±0,25	14,6±0,17	7,4±0,1
Луг в окрестности первой надпойменной террасы р. Ветлуга	174±0,86	9,3±0,15	14,1±0,19	6,4±0,15
Пихтово-еловые леса				
Лес в окрестности турбазы «Кристалл» вблизи с. Кашниково	76±2,28	-	8,8±0,23	3,4±0,26
Лес в окрестности с. Дмитриевское	83±2,51	-	8,3±0,24	4,6±0,23

данном фитоценозе полночленная, вегетирует, растения цветут и плодоносят. Высокие показатели жизненности и обилия – *copiosae* 3. Размеры морфологических признаков максимальные. Количество стволиков в кусте около 50±0,5; их средняя высота – 204±1,2 см; диаметр цветка – 9,6±0,2 см; длина и ширина сложного листа – 20,02±0,5 см и 8,3±0,2 см соответственно. Достаточно освещенная площадь, отсутствие рекреации, дорожно-тропиночной сети, мощность лугового войлока в 11 см, все это повлияло на довольно высокие показатели ценопопуляции *R. majalis*.

Остальные ценопопуляции *R. majalis* имеют значительно ниже показатели. Самые низкие показатели – на лугу разнотравно-бобово-злаковом в окрестностях турбазы «Кристалл». Обилие ценопопуляции снижается – *solitarias*. Среднее количество стволиков в кусте около 10±0,5; их средняя высота – 76±2,28 см; диаметр цветка – 3,1±0,2 см; длина и ширина сложного листа – 8,8±0,1 см и 3,4 ±0,2 см соответственно. Это связано с экологическими условиями, в частности с антропогенным воздействием. В этом районе выражен прессинг: рубки

ухода, большое количество посетителей: отдыхающие турбазы, студенты НГПУ, выпас скота, развитая дорожно-тропиночная сеть. Как следствие снижается мощность лугового войлока до 5 см, появляются рудеральные и сорные растения, такие как *Urtica dioica* L., *Tanacetum vulgare* L., *Achillea millefolium* L., *Cichorium intybus* L. На этой пробной площади морфологические показатели ценопопуляции *R. majalis* самые низкие, обилие вида снижается.

Исследования показали, что на заливных лугах показатели морфологических признаков ценопопуляций *R. majalis* более высокие, чем на суходольных лугах. На заливных лугах обилие вида увеличивается до уровня *copiosae* 3. *R. majalis* образует кустарниковые заросли в пойме реки Ветлуги. Число стволиков в кусте более 50; их средняя высота – 158±1,81 см; диаметр цветка – 6,5±0,25 см; длина и ширина сложного листа – 13,2±0,4 см и 7,2±0,22 см соответственно. Здесь достаточно освещенная площадь, отсутствие рекреации, дорожно-тропиночной сети, мощность лугового войлока 15 см, что влияет на морфологию *R. majalis*. С этой пробной площадью сравнивали остальные, где показатели значительно ниже.

Табл. 2. Морфологические признаки Шиповника Майского в ассоциациях п. Шеманиха.

Table 2. The morphological features of *Rosa majalis* in the associations of Shemanicha village.

Местообитание	Высота стволиков, см	Диаметр цветка, см	Длина сложного листа, см	Ширина сложного листа, см
Лука разнотравно-бобово-злаковые				
Луг в окрестности поселка Шеманиха	181±2,1	8±0,2	19,4±0,15	11±0,1316
Луг на территории школы	87,7±1,5	3,5±0,13	8,29±0,12	3,6±0,12
Луг в окрестности лесхоза	185±1,7	8,3±0,144	20,05±0,14	11,5±0,1
Луг вблизи реки «Черная»	172±1,32	7,1±0,11	9,1±0,1	6,5±0,11
Луг в окрестности «Конских прудов»	171±1,56	7,5±0,14	10,9±0,12	6,9±0,1
Луг на территории детского сада «Колосок»	115±1,12	5,5±0,11	8,1±0,14	4,2±0,112
Пихтово-еловые леса				
Лес в окрестности лесхоза	81±1,1	-	6,8±0,08	4,6±0,12
Лес в окрестности поселка Шеманиха	79±1	-	6,6±0,09	4,3±0,1

R. majalis чувствителен к увлажнению и растет в условиях достаточной увлажненности почвы (Табл. 1). Среди лесов был выделен пихтово-еловый лес. В его травостое – *Pulmonaria obscura* Dumort., *Aegopodium podagraria* L., *Anemone nemorosa* L., *Asarum europaeum* L., *Lonicera xylosteum* L., *Euonymus verrucosa* Scop. При описании *R. majalis* в пихтово-еловых лесах установлено, что его ценопопуляции не полноценные, шиповник вегетирует, но не цветет и не плодоносит (Табл. 1). Это говорит о том, что *R. majalis* чувствителен к затенению. В качестве контрольной площадки был выбран лес в окрестностях п. Дмитриевское – место практически не посещаемое людьми. С данной площадью сравнивались другие. Наиболее низкие показатели жизнестойкости *R. majalis* в пихтово-еловом лесу оказались в окрестностях турбазы «Кристалл». Здесь повышена рекреационная нагрузка (отдыхающие турбазы, студенты НГПУ), развита дорожно-тропиночная сеть, мощность лесной подстилки снижена до 5 см, присутствуют рубки ухода и случаются пожары. Под воздействием этих факторов обилие ценопопуляций *R. majalis* снижается до уровня

solitarias. Высота стволиков шиповника здесь 76±2,28 см; длина и ширина сложного листа – 3,4±0,26 см и 8,8±0,23 см соответственно. Следует отметить, что в пихтово-еловых лесах при высокой сомкнутости крон (80-100%) *R. majalis* не цветет.

Выявлено, что на жизнестойкость *R. majalis* влияют антропогенные факторы: вырубка, вытаптывание и уплотнение почвы, при этом мощность лугового войлока снижается, в результате обнажается и повреждается корневая система растения. При сборе *R. majalis* в лекарственных целях часто кустарник выкапывают целиком, вместе с корневой системой, так как лекарственным сырьем являются практически все органы растения (корни, стебли, листья, цветы, плоды и семена). Такое потребительское отношение к растению снижает численность ценопопуляций. Это прослеживается на территории луга Агробиостанции вблизи общежития, так высота стволиков *R. majalis* составляет 113±2,32 см; ширина сложного листа – 4,7±0,11см; длина 10,6±0,12см; диаметр цветка – 4,7±0,23см. На данной территории часто срывают цветки и листья, почва вытоптана людьми. Мощность лугового

войлока здесь лишь 2 см. При проведении исследования в районе Агробиостанции НГПУ и памятника природы с. Дмитриевское определена ценоморфная лугово-лесная, опушечная группа *R. majalis*.

Аналогичная ситуация оказалась и в ассоциациях п. Шеманиха, которые также находятся на правом берегу р. Ветлуги (Табл. 2). Среди лугов выделены мезофитные разнотравно-бобо-злаковые луга. В их травостое – *Festuca pratensis*, *Trifolium repens*, *T. pratense*, *Ranunculus acris*, *Deschampsia caespitosa*, *Alchemilla subcrenata*, *Prunella vulgaris*, *Phleum pratense*, *Alopecurus pratensis*, *Vicia cracca*. Выделили также луга гигро-мезофитные разнотравно-бобо-злаковые. В их травостое – *Nardus stricta*, *Carex leporina*, *C. vulpina*, *C. vesicaria*, *Lupinus polyphyllus*, *Alchemilla subcrenata*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Vicia cracca*. В качестве контроля здесь выбрали непосещаемое место – луг на территории лесхоза, где наиболее высокие показатели жизненности *R. majalis*. Так средняя высота стволиков шиповника здесь составляет $185 \pm 1,7$ см; ширина сложного листа – $11,5 \pm 0,1$ см; длина – $20,05 \pm 0,14$ см; диаметр цветка – $8,3 \pm 0,144$ см. Можно сделать вывод, что на данной территории складываются благоприятные условия для развития и жизнедеятельности *R. majalis*. Здесь открытые достаточно освещенные пробные площади, снижено влияние антропогенных факторов, практически отсутствует рекреация, вырубка. Высокое обилие вида – *copiosae* 3.

Наиболее низкие показатели жизненности ценопопуляций *R. majalis* наблюдаются на лугу в окрестности школы: средняя высота стволиков $87,7 \pm 1,5$ см; ширина сложного листа – $3,6 \pm 0,12$ см; длина – $8,29 \pm 0,12$ см, диаметр цветка – $3,5 \pm 0,13$ см. Обилие вида падает – *copiosae* 1. На этом лугу резко возрастает антропогенный прессинг, сбор шиповника в лекарственных целях, здесь развита дорожно-тропиночная сеть и, как следствие, снижается мощность лугового войлока до 5 см.

Среди лесов был изучены пихтово-еловые леса. В его травостое – *Pulmonaria obscura*, *Aegopodium podagraria*, *Anemone nemorosa*, *Asarum europaeum*, *Lonicera xylosteum*,

Euonymus verrucosa. В пихтово-еловых лесах установлено, что ценопопуляции *R. majalis* не полночленные, шиповник вегетирует, но не цветет и не плодоносит (Табл. 2). Это говорит о том, что *R. majalis* чувствителен к затенению. В качестве контрольной площадки был выбран лес в окрестности Лесхоза, место практически не посещаемое людьми. С данной площадью сравнивались другие. Наиболее низкие показатели жизненности ценопопуляций *R. majalis* наблюдаются в пихтово-еловом лесу в окрестности п. Шеманиха. Здесь средняя высота стволиков была 79 ± 1 см; ширина сложного листа – $4,3 \pm 0,12$ см; длина листа – $6,6 \pm 0,08$ см, диаметр цветка – $3,2 \pm 0,1$ см. Это можно объяснить сильным затенением (высокая сомкнутость крон окружающих деревьев), а также влиянием антропогенных факторов (вырубка, вытаптывание почвы, сбор и т.п.). Особенно хорошо влияние антропогенных факторов прослеживается на территории луга в окрестности детского сада «Колосок». Средняя высота стволиков *R. majalis* здесь составляет $131 \pm 1,12$ см; ширина сложного листа – $4,2 \pm 0,112$ см; длина листа – $8,1 \pm 0,14$ см; диаметр цветка – $5,5 \pm 0,11$ см. На этом лугу почва вытоптана детьми, они же срывают цветки и листья у растения для игры. На лугу регулярно проводится вырубка шиповника, после которой он плохо возобновляется.

Выводы

1. В результате проведенных исследований были установлены местонахождения *R. majalis* в правобережной части р. Ветлуги Краснобаковского района: в окрестностях памятника природы с. Дмитриевское, биостанции НГПУ, турбазы «Кристалл», д. Кашниково, окрестности поселка Ветлужский и окрестности поселка Шеманиха.

2. При проведении исследования в ассоциациях Краснобаковского района выявлена особенная лугово-лесная опушечная ценоморфная группа *R. majalis*.

3. Ценопопуляции *R. majalis* в лугово-лесных и опушечных ассоциациях

Краснобаковского района большей частью являются полночленными: растения вегетируют, цветут и плодоносят. В то же время, их анализ показал, что воздействие различных экологических факторов влияет на морфологические показатели растений данного вида. Также установлено, что на жизненность *R. majalis* в данных ассоциациях очень сильно влияют как абиотические (освещенность, влажность, температура), так и антропогенные факторы (рекреация, вырубка, вытаптывание, сбор). Лимитирующими факторами для *R. majalis*, очевидно, являются затенение и низкая влажность почвы.

4. Установлено, что в лесных ассоциациях при высокой сомкнутости крон (80-100%) *R. majalis* не цветет, а обилие

вида снижается. В то время как в луговых и опушечных ассоциациях шиповник цветет, обилие вида значительно выше, а показатели морфологических признаков увеличиваются.

Цитируемые источники

- БАКАНИНА Ф.М., ФРИДМАН Б.И. (РЕД.). 2004. Поветлужье. Природа, население, хозяйство, экология. Ассоц. «Поветлужье», Н. Новгород.
- НЕВИДОМОВА Е.В. 2012. Морфология доминантов травяно-кустарничкового яруса природоохранной территории Нижегородского мегаполиса «Стригинский бор». – *Mod. Phytomorphol.* 2: 113–116.

COENOPOPULATIONS OF ROSA MAJALIS HERRM. IN THE ASSOCIATIONS OF NIZHEGORODSK POVETLUJA (CRASNOBACOVSKI DISTRICT)

ELENA V. NEVIDOMOVA

Abstract. It has evaluated antropogenous influence on the coenopopulations of *Rosa majalis* Herrm. with application of morphometric methods. It was ascertained that antropogenous influence has strict impact on morphology. For example, *R. majalis* in *Picea-Abies* forests with antropogenous disturbance has more short stems and has no flowers.

Key words: *Rosa majalis*, morphology, coenopopulations, antropogenous factors

Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Ulyanova Str. 1, Nizhny Novgorod, 603950, Russia;
elena.nevidomova@yandex.ru



УДК 581.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИКОРНЕВЫХ И СТЕБЛЕВЫХ ЛИСТЬЕВ АРТИШОКА КОЛОЧЕГО, ВЫРАЩЕННОГО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Кристина К. Чобану*, Татьяна И. Калалб**, Евгений М. Диюг***

Аннотация. Сравнительное морфо-анатомическое изучение прикорневых и стеблевых листьев артишока колючего (*Synara scolymus* L.) из коллекции Центра по выращиванию лекарственных растений при Государственном Университете Медицины и Фармации «Николае Тестимицану» выявило отличительные количественные анатомические параметры, определенные пространственной ориентации листьев.

Ключевые слова: *Synara scolymus*, артишок колючий, анатомия, лист

Государственный Университет Медицины и Фармации «Николае Тестимицану», ул. Николае Тестимицану 22, MD 2025, Кишинэу, Молдова; * cristinaciobanu15@yahoo.com, ** tatianacalalb@yahoo.com, *** usmfidiug47@yahoo.com

Введение

В настоящее время большой интерес представляет изучение растений, которые применяются как пищевое сырье, а поскольку они содержат биологические активные вещества, поэтому также могут служить и источником сырья для фармацевтической индустрии. К числу таких растений относится и артишок колючий (*Synara scolymus* L., сем. Asteraceae), листья которого богаты веществами фенольной природы, проявляющими гепатопротекторные и желчегонные свойства (ГЕВНАРДТ *et al.* 1997; STĂNESCU *et al.* 2002).

S. scolymus родом из Северной Африки и Средиземноморья, пользуется большим спросом на мировом рынке, и в последнее время успешно выращивается во многих странах Европы и Азии (EL-АВАГУ *et al.* 2010). Артишок колючий был также введен в коллекцию Центра по выращиванию лекарственных растений Государственного Университета Медицины и Фармации «Николае Тестимицану». В Европейской Фармакопее имеется фармакопейная монография относительно артишока *Synarae folia*, которая включает только прикорневые листья. Однако, растение развивает и стеблевые листья, расположены в 9-15 ярусах

(СЮВАНУ *et al.* 2011). С целью возможного использования стеблевых листьев в качестве лекарственного растительного сырья и было проведено сравнительное морфо-анатомическое изучение прикорневых и стеблевых листьев артишока колючего.

Морфо-анатомическое изучение листьев артишока колючего составляет часть общего комплексного анализа растения, выращенного в условиях Молдовы для решения вопросов перспективы интродукции в культуру, что позволит обеспечить фармацевтическое производство сырьем и наладить выпуск ценных гепатопротекторных и желчегонных лекарственных средств.

Материалы и методы исследований

Сравнительные морфо-анатомические исследования были проведены на прикорневых и стеблевых листьях в период цветения артишока. Для количественного анатомического анализа было проведено измерение выбранных анатомических показателей с помощью окуляр-микрометра и микроскопа «Micros» с предустановленной видеокамерой.

Табл. 1. Сравнительные анатомические показатели стеблевых и прикорневых листьев *Cynara scolymus*.**Table 1.** Comparative anatomical values for basal and cauline leaves of artichoke (*Cynara scolymus*).

Анатомические показатели	Прикорневые листья	Стеблевые листья
Толщина листовой пластинки, мкм	40,79±10,41	35,24±10,25
Толщина верхнего эпидермиса, мкм	6,61±1,60	5,96±1,77
Толщина нижнего эпидермиса, мкм	4,59±2,11	3,47±0,36
Толщина мезофилла, мкм	29,48±3,20	25,35±3,60
Толщина палисадной паренхимы, мкм	12,18±2,45	15,20±1,55
Толщина губчатой паренхимы, мкм	16,95±3,63	10,25±2,13
Большой/малый диаметр центрального проводящего пучка, мкм	62,34±22,13 / 28,34±12,5	48,43±12,9 / 15,42±7,12
Длина устьиц, мкм	7,65±1,29	6,23±0,45
Ширина устьиц, мкм	5,67±1,36	5,65±0,36
Плотность устьиц на 1мм ² верхнего / нижнего эпидермиса	7±0,2 / 9±1,2	6±1,0 / 8±1,8
Плотность железистых волосков на 1мм ² верхнего / нижнего эпидермиса	6±1,2 / 2±0,4	7±0,4 / 5±0,82
Плотность кроющих волосков на 1мм ² верхнего / нижнего эпидермиса	4±1,1 / 7±0,77	5±0,21 / 9±0,14

Результаты и их обсуждение

Артишок колючий это многолетнее травянистое растение, которое образует розетку из крупных прикорневых листьев, продолговатых, широколанцетных в очертании, длиной в среднем 50-80 см и шириной 30 см, с низбегающим черешком, дважды перисторассеченных, с зубчатыми или лопастными сегментами, иногда колючих, снизу опушенных, зеленых или серовато-зеленых. Стеблевые листья, расположены в 9-15 ярусах, несколько мельче, сидячие, слегка изогнутые, а верхние из них – редуцированы до линейных и продолговатых прицветников.

Сравнительное анатомическое изучение было проведено по следующим параметрам: толщина листовой пластинки; толщина верхнего и нижнего эпидермисов; толщина мезофилла, палисадной и губчатой паренхим; большой и малый диаметр центрального проводящего пучка; длина и ширина устьиц; плотность устьиц, железистых и кроющих волосков на 1мм² верхнего и нижнего эпидермисов.

Стеблевые и прикорневые листья артишока имеют дорсовентральное

анатомическое строение. Среди клеток эпидермиса обоих типов листьев встречаются устьица аномоцитного типа и кроющие волоски двух типов: а) многоклеточные, однорядные, длинные с заостренной верхушкой и б) одноклеточные, короткие, тонкие. Также присутствуют железистые волоски, которые состоят из короткой ножки и 4-6-клеточной головки с коричневым содержимым. Мезофилл листовой пластинки дифференцирован на палисадную и рыхлую ткань. Палисадная ткань состоит из 2-х рядов клеток, а рыхлая – из округло-овальных и лопастных клеток (Чобану 2012).

Результаты количественного анатомического анализа стеблевых и прикорневых листьев представлены в Таблице 1. Анализ анатомических показателей показал, что стеблевые листья отличаются более тонкой листовой пластинки, в том числе меньшими значениями толщины палисадной и губчатой паренхим, а также диаметра центрального проводящего пучка. В то время как прикорневые листья развивают более мощный центральный проводящий пучок, что способствует лучшему обеспечению водой.

Разница между количественными показателями специфических структур нижнего и верхнего эпидермисов менее выражена для стеблевых листьев, чем у прикорневых, что объясняется их пространственной ориентации по отношению к солнечным лучам. Что особенно выражено касательно железистых волосков, которых в 3 раза больше на верхнем, чем на нижнем эпидермисе прикорневых листьев.

Железистые волоски играют важную приспособительную роль, поскольку выделяя наружу секрет, образуют непрерывную пленку для отражения солнечных лучей и таким образом защищают листья от чрезмерного перегрева. Стеблевые листья являются более опушенными на обеих поверхностях, нежели прикорневые, что способствуют защите от чрезмерной радиации и перегрева.

Выводы

1. Прикорневые листья артишока колючего развивают более мощные внутренние анатомические структуры (мезофилл, палисадная и губчатая ткани), нежели стеблевые.

2. У стеблевых листьев наиболее развиты анатомические структуры приспособительного характера (на пример железистые волоски), которые отличаются

более сбалансированным распределением по обеим поверхностям листовой пластинки, что, вероятно, объясняется особенностями ориентации этих листьев по отношению к солнцу.

Цитируемые источники

- СЮВАНУ С., КАЛАЛБ Т., ДИУГ Е. 2011. Morfo-biometria plantelor de *Cynara scolymus* L. cultivată în colecția de plante medicinale a centrului de cultivare a plantelor medicinale a USMF "Nicolae Testemițanu". *Anale științifice ale USMF „Nicolae Testemițanu”, ed. XII-a, Probleme medico-biologice și farmaceutice* 1: 431–436.
- EL-ABAGY H.M.H., RASHAD EL-SH.M., ABDEL-MAWGOUD A.M.R., EL-GREADLY N.H.M. 2010. Physiological and biochemical effects of some bioregulators on growth, productivity and quality of artichoke (*Cynara scolymus* L.) plant. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 6: 683–690.
- ГЕБХАРДТ Р., ХЕНКЕ В., ФАУСЕЛ М. 1997. Antioxidative properties of extracts from leaves of the artichoke (*Cynara scolymus* L.) against hydroperoxide-induced oxidative stress determined in cultured rat hepatocytes are due to polyphenols and flavonoids. *Eur. J. Cell Biol.* 72: 1023–1028.
- СТĂNESCU U., MIRON A., HÂNCIANU M. 2002. Bazele farmaceutice, farmacologice și clinice ale fitoterapiei. Ed. „Gr.T.Popa” Iași.
- ЧОВАНУ К. 2012. Морфо-анатомическое изучение листьев артишока *Cynara scolymus* L., выращенного в условиях республики Молдова. *Mod. Phytomorphol.* 2: 145–148.

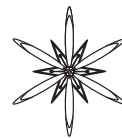
COMPARATIVE MORPHO-ANATOMICAL STUDY ON BASAL AND CAULINE LEAVES OF ARTICHOKE GROWN IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA

CRISTINA C. CIOBANU *, TATIANA I. CALALB **, EUGEN M. DIUG ***

Abstract. Comparative morphological and anatomical study on basal and cauline leaves of artichoke (*Cynara scolymus* L.) from the collection of the Centre for the cultivation of medicinal plants at the State University of Medicine and Pharmacy «Nicolae Testemițanu» revealed distinct quantitative anatomical parameters defined by the spatial orientation of the leaves.

Key words: *Cynara scolymus*, artichoke, anatomy, leaf

State Medical and Pharmaceutical University «Nicolae Testemițanu», 22 Nicolae Testemițanu str., Chisinau, MD 2025, Republic of Moldova; * cristinaciobanu15@yahoo.com, ** tatianacalalb@yahoo.com, *** usmfidiug47@yahoo.com



УДК 581.522.4

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН *ORIGANUM VULGARE* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КРЫМА

ЕЛЕНА Ф. МЯГКИХ

Аннотация. В результате проведенных исследований установлено, что семена *Origanum vulgare* L., произрастающего в предгорной зоне Крыма, очень мелкие – 1,8-1,9 мм длиной и 1,2-1,3 мм шириной; масса 1000 семян 0,079-0,089 г. В первый год после уборки их всхожесть наибольшая, затем она довольно быстро снижается. Максимальная всхожесть семян душицы обыкновенной наблюдается через месяц после их уборки. Некоторые образцы (№№ 64 и 79) сохраняют высокую всхожесть, удовлетворяющую требованиям Национального стандарта Украины, также и через 6 и 12 месяцев после уборки. Дальнейшее хранение семян приводит к значительной потере всхожести.

Ключевые слова: *Origanum vulgare*, семенная продуктивность, всхожесть

Институт сельского хозяйства Крыма НААН Украины, ул. Киевская, 150, Симферополь, 95493, Украина; origanum.science@mail.ru

Введение

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) – ценная культура, сырьё которой используется в лекарственной, пищевой и парфюмерно-косметической промышленности. В настоящее время в «Государственный реестр сортов растений, рекомендованных для распространения в Украине» (Державний... 2012) занесён только один сорт *O. vulgare* – ‘Украиночка’ (селекции Исследовательской станции лекарственных растений). Одного сорта для удовлетворения всесторонних потребностей в сырье душицы недостаточно. В связи с этим в нашем институте ведётся селекционная работа по созданию новых сортов данной культуры. Важнейшим хозяйственно ценным признаком любого вида растения является возможность его быстрого размножения. Поэтому была поставлена задача – изучить морфометрические параметры и всхожесть семян *O. vulgare*.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2007-2010 годах. Эксперименты по проращиванию

семян и определению энергии их прорастания выполнялись в лаборатории качества сырья и продуктов переработки ИЭЛР НААНУ на семенах образцов *O. vulgare* (№№ 7, 10, 64 и 79) по общепринятой методике (ДСТУ 4138-2002 2003; Николаева и др. 1985; Исиков и др. 2009; ГОСУДАРСТВЕННЫЕ... 1991). Статистическую обработку проводили по общепринятым методам математической статистики.

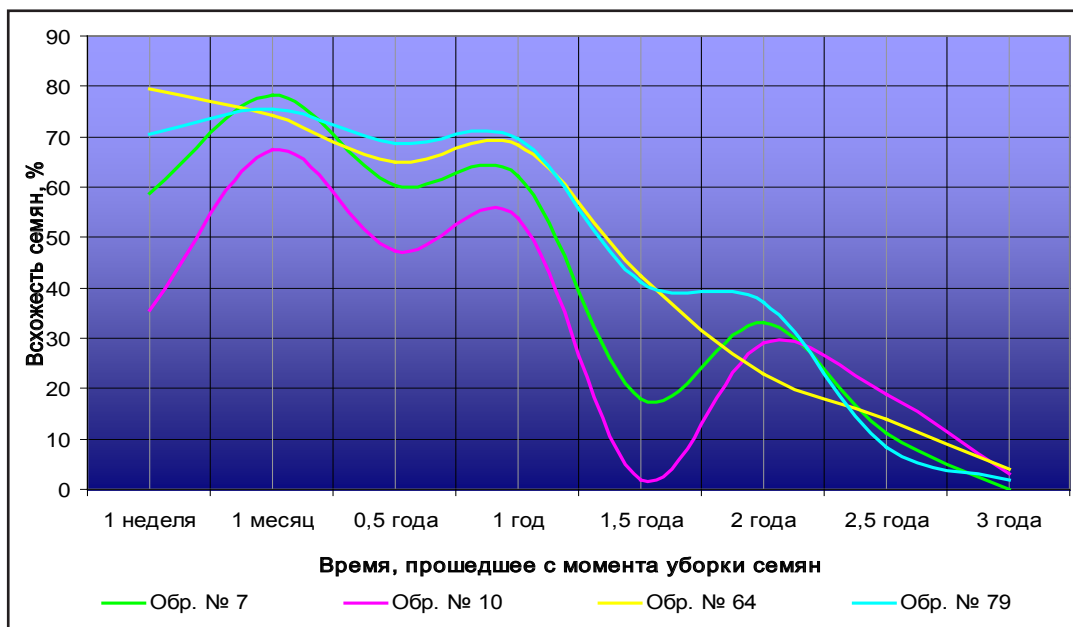
Исследования всхожести семян проводили в лабораторных условиях в течение 2007-2010 годов при температуре 25°C в течение 21 дня согласно ГОСТ (ДСТУ 4138-2002 2003). Энергию прорастания также определяли согласно Национальному стандарту Украины (ДСТУ 4138-2002 2003) на седьмой день.

Результаты и их обсуждение

Плод душицы – ценобий, содержащий от одного до четырёх сухих яйцевидных тупо трехгранных голых орешка. В результате проведенных исследований установлено, что семенная продуктивность цветков четырёх изученных образцов *O. vulgare*, выращиваемых в Предгорной зоне Крыма, составила от 47,6 до 68,3% (Табл. 1). Семена очень мелкие: от

Табл. 1. Семенная продуктивность *Origanum vulgare* в 2008 г.Table 1. Seed production of *Origanum vulgare* in 2008.

№ образца	Число цветков, штук	Число семяпочек, штук	Завязалось семян, штук	Семенная продуктивность, %
7	500	2000	1155	57,8
10	500	2000	951	47,6
64	500	2000	1361	68,1
79	500	2000	1365	68,3

Рис. 1. Всхожесть семян *Origanum vulgare*.Fig. 1. Seed germination of *Origanum vulgare*.

1,8±0,04 до 1,9±0,03 мм длиной и от 1,2±0,03 до 1,3±0,03 мм шириной. Эти признаки мало вариабельны, коэффициент вариации длины и ширины семени составил 7,0-12,2%. Масса 1000 семян исследуемых образцов *O. vulgare* колебалась в пределах 0,079-0,089 г.

Первые всходы появлялись уже на 2 сутки после посева семян. Энергия прорастания у разных образцов составила от 35,7 до 72,7%.

По данным З.Н. Дорошевой (2005) для душицы обыкновенной необходим период покоя семян, так как всхожесть свежесобранных семян колеблется от 0 до 8,3%. Однако в результате наших исследований установлено, что у семян

изученных образцов периода покоя не было. Всхожесть свежесобранных семян (1 неделя после сбора семян, 2007 г.) была довольно высокой: от 59 до 79%, за исключением образца №10, всхожесть которого составила всего лишь 36% (в соответствии с ДСТУ 4138-2002 (2003) норма всхожести семян душицы должна быть равной или превышать 65%) (Рис. 1).

В большинстве случаев максимальная всхожесть (67-78%) наблюдается через месяц после уборки семян. Затем она несколько снижается и снова возрастает до 54-70% через год после уборки семян. Как видно из Рис. 1, далее всхожесть трёх образцов резко

снижается в 1,6-3,5 раза, а у образца №10 она практически отсутствует, достигая отметки 2%. Через полгода у двух образцов №64 и №79 всхожесть семян продолжает снижаться, однако для двух других образцов – №7 и №10 – наблюдается повышение всхожести с 18 до 33% и с 2 до 29% соответственно. Но ещё через полгода всхожесть семян всех образцов снова снижается до 9-19%.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что семена *O. vulgare*, произрастающей в Предгорной зоне Крыма, очень мелкие 1,8-1,9 мм длиной и 1,2-1,3 мм шириной; масса 1000 семян составляет 0,079-0,089 г. Наибольшая всхожесть семян душицы обыкновенной наблюдается через месяц после уборки семян. Некоторые образцы (№№ 64 и 79) сохраняют высокую всхожесть, удовлетворяющую требованиям Национального стандарта Украины, также и через 6 и 12 месяцев после их уборки.

Дальнейшее хранение семян приводит к значительной потере их всхожести.

Цитируемые источники

- ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ СССР. 1991.** Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. Ч. 2. Изд-во стандартов, Москва.
- ДЕРЖАВНИЙ РЕЕСТР СОРТІВ РОСЛИН, ПРИДАТНИХ ДЛЯ ПОШИРЕННЯ В УКРАЇНІ. 2012.** ЧП «Агроспецпроект», Київ.
- ДОРОШЕВА З.Н. 2005.** Биология дикорастущих растений семейства Lamiaceae в лесостепном предуралье Башкортостана. Дисс. ... канд. биол. наук. Уфа.
- ДСТУ 4138-2002. 2003.** Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості.
- ИСИКОВ В.П., РАБОТЯГОВ В.Д., ХЛЫПЕНКО Л.А., ЛОГВИНЕНКО И.Е., ЛОГВИНЕНКО Л.А., КУТЬКО С.П., БАКОВА Н.Н., МАРКО Н.В. 2009.** Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений. Методологические и методические аспекты. ННЦ – НБС, Ялта.
- НИКОЛАЕВА М.Г., РАЗУМОВА М.В., ГЛАДКОВА В.Н. 1985.** Справочник по проращиванию покоящихся семян. Наука, Ленинград.

MORPHOMETRIC PARAMETERS AND SEED GERMINATION OF *ORIGANUM VULGARE* L. GROWN IN CRIMEAN FOOTHILLS

Е.Ф. МЯГКИН

Abstract. The results of investigation shown that the seeds of *Origanum vulgare* L. grown in the foothills of the Crimea are very small (1.8-1.9 mm long and 1.2-1.3 mm wide, weight of 1000 seeds is 0.079-0.089). In the first year after harvest the germination is highest and then it quickly decreases. In particular, the highest level of oregano germination was observed one month after harvesting. Some samples (Nr. 64 and 79) retained high germination potential (according the National Standard of Ukraine) during 6 and 12 months. Further storage of seeds shown significant decreasing of germination.

Key words: *Origanum vulgare*, seed production, germination

Institute of Agricultural Sciences of Crimea NAAS of Ukraine, 150 Kievskaya str., Simferopol, 95493, Ukraine; origanum.science@mail.ru



УДК 581.522.4

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОБОЕПОЛЫХ И ЖЕНСКИХ ОСОБЕЙ *MENTHA ARVENSIS* L.

Татьяна В. Воронкова, Ольга В. Шелепова, Галина Ф. Бидюкова

Аннотация. Проведено сравнительное изучение морфологических особенностей плодов и семенной продуктивности женских и обоеполых экземпляров *Mentha arvensis* L. из природной флоры Московской области. Установлено, что обе половые формы имеют сходные морфометрические параметры плодов и высокий коэффициент семенной продуктивности – более 90%.

Ключевые слова: *Mentha arvensis*, гинодизэция, семенная продуктивность, плод

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Ботаническая ул., 4, Москва, 127276, Россия; lab-physiol@mail.ru

Сосуществование в природных популяциях одновременно обоеполых и женских особей или гинодизэция присуще цветковым растениям из многих семейств. При этом она встречается преимущественно у вегетативно подвижных многолетников с широким ареалом и гораздо более редка среди однолетников и двулетников (Демьянова 1981, 1985; Старшова 1993). Приспособительное значение полового полиморфизма заключается в уменьшении внутривидовой конкуренции в результате дифференциации половых форм по экологическим нишам, повышения общей конкурентоспособности вида и расселения в местообитаниях с более сложными условиями произрастания, в которых существование гермафродитных растений может быть затруднено (Годин 2011; Шереметьев 1983; Сох 1981; BIERZYCHUDEK & ESKNART 1988).

У гинодизэчных видов наблюдается половой диморфизм – обоеполые формы имеют более крупные венчики цветков, нежели женские. Пропорция женских особей в популяции гинодизэчных растений колеблется у разных видов в очень широких пределах (от десятых долей процента до 50% и более), но у каждого вида она довольно определена и устойчива. Приспособительное значение гинодизэции заключается, вероятно, в обеспечении перекрестного опыления и устранении

самоопыления у женских форм (Хохлов и Зайцева 1975).

Особый интерес представляет изучение семенной продуктивности у растений с половым диморфизмом, так как имеются данные, что женские особи имеют более высокую семенную продуктивность и более тяжелые семена, чем у обоеполых экземпляров (Гогина 1970; TAYLOR *et al.* 1999). Вместе с тем, недавно полученные данные по *Majorana hortensis* L. показывают практически полное отсутствие различий в размерах семян и семенной продуктивности обоеполых и женских особей (ГОРЛАЧЕВА 2007).

Объектом наших исследований был широко распространенный дикорастущий вид *Mentha arvensis* L., многолетнее травянистое растение с ежегодно возобновляемыми корневищами, имеющее евроазиатский бореальный тип ареала и произрастающее в увлажненных местах. Были изучены семенная продуктивность, размеры и масса 1000 плодов в обоеполых и женских популяциях.

Литературных данных об исследовании семенной продуктивности представителей рода *Mentha* и, в частности *M. arvensis*, нами не обнаружено. Растения для исследования были отобраны из 13 обоеполых и 12 женских локалитетов, расположенных в сходных условиях по обочинам лесной

Табл. 1. Морфометрические характеристики репродуктивных органов двуполых и однополых особей *Mentha arvensis*.
Table 1. Morphometric characteristics of the reproductive organs of bisexual and female individuals of *Mentha arvensis*.

	женская особь female	обоеполая особь bisexual
Количество чашечек в 1 парной циме Number of calyces in 1 pair group	47,9±10,1	38,6±11,1
Количество парных цим на главном стебле Number of pair groups on main stem	10±1,5	8,6±0,9
Масса 1000 орешков, мг Mass of 1000 nutlets, mg	115±23	128±30
Количество чашечек с плодами в 1 парной циме, % Number of calyces with seeds in 1 pair group, %	98,4±7,6	93,7±10,3

грунтовой дороги на протяжении 2 км (Московская область, с.ш. 55°59'; в.д. 37°30'). Обе половые формы *M. arvensis*, как правило, образовывали вегетативные клоны, представляющие собой отдельные куртины площадью 1-2 м², состоящие только из женских или только из обоеполых растений. По-видимому, вначале размножение этого вида осуществляется занесенными плодами, из которых формируются растения первого года жизни, распространяющиеся потом вокруг вегетативно. Дифференциация локалитетов на женские и обоеполые была проведена в фазу цветения. В каждом локалитете были этикетированы по 10 типичных растений, которые были отобраны в сентябре, когда спелые плоды начинали высыпаться из чашечек.

Плод *M. arvensis* представляют собой односеменной, полый внутри, эллиптический орешек с твердой блестящей кожурой песочного цвета. В каждом ценобии парных цим женских и обоеполых растений формируется по 3-4 таких орешка (Табл. 1; Рис.1).

Для определения семенной продуктивности подсчитывали количество чашечек с плодами и без плодов в парных цимах главного побега. Для определения размеров, плоды были сфотографированы под стереомикроскопом при увеличении ×100 с помощью видеокамеры Lumenera Infinity 2, фотографии обработаны при помощи программы Infinity Analyses:5.0.2. После соответствующей калибровки масштаба на

каждом фотоснимке были определены длина и ширина 30 типичных плодов из каждого локалитета.

Изучение формирования семян показало, что коэффициент семенной продуктивности очень высокий и составляет в среднем более 90%, для особей и с обоеполыми, и женскими цветками, тем не менее, семенная продуктивность женской особи несколько выше, чем обоеполой. Статистический анализ массы 1000 плодов и их размеров у обеих половых форм показал отсутствие достоверной разницы при вероятности $P < 95\%$ между обоеполыми и женскими растениями. В целом аналогичные результаты получены в исследовании формы *Majorana hortensis*, за исключением того, что семенная продуктивность этого растения при выращивании в однолетней культуре в условиях Донецкого ботанического сада НАН Украины была на уровне 8-9% (Горлачева 2007).

Таким образом, высокая семенная продуктивность обеих половых форм *M. arvensis*, выявленная в нашем исследовании, позволяет предположить значительную степень важности семенного размножения для распространения этого вида. Предварительный анализ степени генетической дифференциации *M. arvensis* показал высокую генетическую изменчивость данного вида. Выборки из природных популяций отличались большим разнообразием амплифицированных фрагментов и, следовательно, значительным

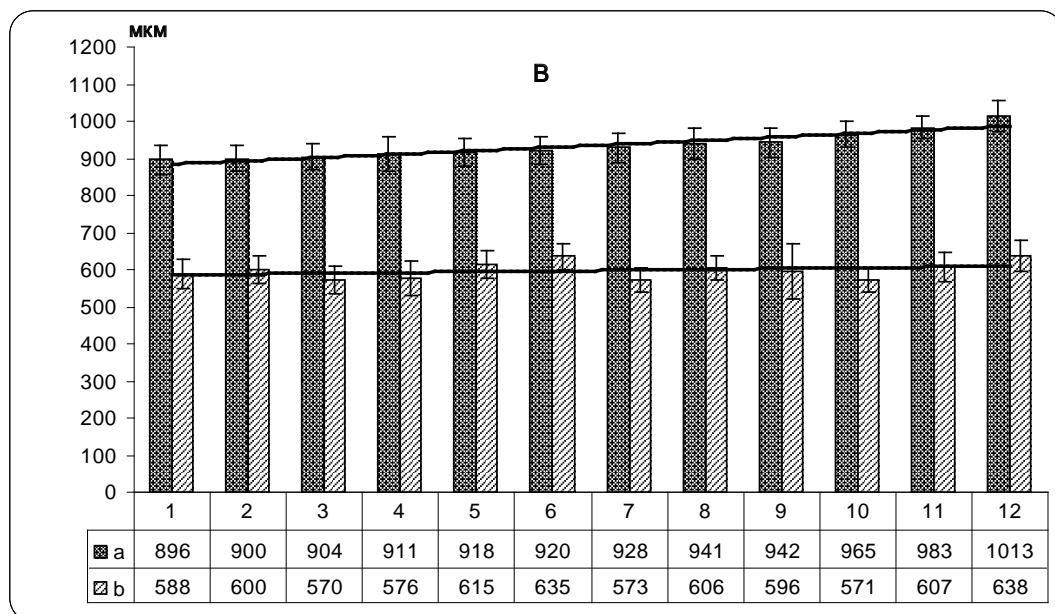
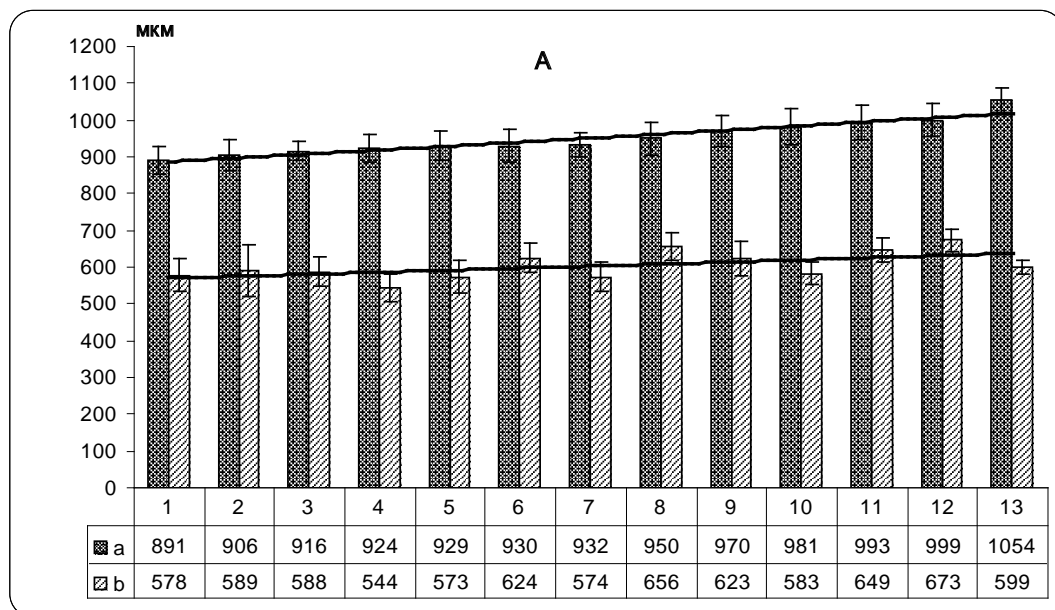


Рис. 1. Средние длина (а) и ширина (б) орешков с обоеполых (А) и женских (В) растений *Mentha arvensis* из разных локалитетов (1-13), в мкм.

Fig. 1. Average length (a) and width (b) of nutlets from bisexual (A) and female (B) *Mentha arvensis* plants from different localities (1-13), in µm.

количеством генотипов в пределах одной популяции, что также свидетельствует о преобладании семенного возобновления растений *M. arvensis* в природе. Кроме того, наши данные согласуются с таковыми по майорану, но отличаются от полученных на тимьяне (ГОГИНА 1970) и смолевке (TAYLOR *et al.* 1999), и выяснение особенностей таких отличий требует дополнительных исследований.

Работа выполнена при частичной поддержке Гранта РФФИ 11-04-01820.

Цитируемые источники

- ГОГИНА Е.Е. 1970. О некоторых особенностях цветения тимьянов. *Бюл. Гл. ботан. сада* 77: 64–71.
- ГОДИН В.Н. 2011. Половой полиморфизм видов растений подкласса Lamiales в Сибири. *Растительный мир Азиатской России* 2 (8): 49–53
- ДЕМЬЯНОВА Е.И. 1981. Об особенностях распространения гинодиэции в семействах губоцветных. *Биологические науки* 9: 69–73.
- ГОРЛАЧЕВА З.С. 2007. Особенности генеративной сферы обоеполюх и женских особей *Majorana hortensis* L. *Промышленная ботаника* 7: 199–203
- ДЕМЬЯНОВА Е.И. 1985. Распространение гинодиэции у цветковых растений. *Ботан. журн.* 10: 1289–1301.
- СТАРШОВА Н.П. 1993. Программно-методические подходы к исследованию половой дифференциации (на примере *Silene boristeniensis* (Grun.) Watters). *Проблемы репродуктивной биологии семенных растений* 8: 64–75.
- ХОХЛОВ С.С., ЗАЙЦЕВА М.И. 1975. Исследование гинодиэции и возможности апомиксиса у некоторых видов семейства губоцветных. *Апомиксис и цитозембриология растений* 3: 316.
- ШЕРЕМЕТЬЕВ С.Н. 1983. О приспособительном значении полового диморфизма цветковых растений. *Бот. журн.* 68 (5): 561–571.
- BIERZYCHUDEK P., ESKHART V. 1988. Spatial segregation of the sexes of dioecious plant. *Amer. Natur.* 132 (1): 34–43.
- СОХ Р.А. 1981. Niche partitioning between sexes of dioecious plants. *Amer. Natur.* 117 (3): 295–307.
- TAYLOR D.R., TRIMBLE S., MCCAULEY D.E. 1999. Ecological genetics of gynodioecy in *Silene vulgaris*: Relative fitness of females and hermaphrodites during the colonization process. *Evolution* 53 (3): 745–751.

SEED PRODUCTIVITY OF BISEXUAL AND FEMALE SPECIMENS OF *MENTHA ARVENSIS* L.

TATYANA V. VORONKOVA, OLGA V. SHELEPOVA, GALINA F. BIDYUKOVA

Abstract. A comparative study of morphological features of nutlets of female and bisexual specimens of *Mentha arvensis* from native flora of Moscow region is carried out. The seed productivity is defined. It is found that both sexual forms have similar morphometric parameters of one-seed fruits (nutlets) and a high rate of seed production – more than 90%.

Key words: *Mentha arvensis*, gynodioecy, seed productivity

Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of RAS, 4 Botanicheskaya str., Moscow, 127276, Russia; lab-physiol@mail.ru



КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ АРИЛЛУСОВ

Николай А. Трусов

Аннотация. Ариллусы характерны для представителей различных таксонов Angiospermae. Рекомендован комплексный подход (морфолого-анатомические и биохимические исследования) в изучении плодов, семена которых имеют ариллусы. Предложена гипотеза возникновения ариллусов. Перечислены некоторые функции ариллусов.

Ключевые слова: ариллус, морфология, анатомия, биохимия, трофические связи, функция

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Ботаническая ул. 4, Москва, 127276, Россия; n-trusov@mail.ru

Ариллусы характерны для представителей различных таксонов Angiospermae (Артюшенко 1990; Имс 1964; Комар 1965а; Магешвари 1954; Шамров 2008; Baillon 1876; Corner 1953, 1954; Goebel 1923; Kozłowski 1972; Pfeiffer 1891; van der Pijl 1955), а также для некоторых Gymnospermae (Меликян и Бобров 1997).

Актуальность изучения ариллусов несомненна. Так Corner (1953, 1954) большое внимание при рассмотрении эволюции плодов уделял ариллусам. Строение ариллусов является важным маркерным признаком, используется для решения вопросов филогении (Алексеева 2010; Гаврилова 2010; Комар 1965b, 1978).

Вместе с тем, ариллусы изучены весьма поверхностно. Вопросы происхождения и эволюции ариллусов до сих пор окончательно не выяснены, единая терминология отсутствует. У многих растений описано лишь внешнее строение ариллусов, анатомическое строение не исследовано, морфологическая природа не установлена или дискуссионна. Часто описание ариллусов у представителей одного вида переносится на другие виды или таксоны более высокого ранга. Функциям ариллусов уделено очень мало внимания. Общеизвестной основной функцией ариллуса считается обеспечение зоохории (Комар 1965а; Левина 1987; Шамров 2008; Goebel 1923). Однако авторы не учитывают, что специализированные структуры не

развиваются в результате экологической адаптации (Bresinski 1963).

Имеющиеся в литературе описания ариллусов фрагментарны зачастую из-за того, что их изучение проводилось для целей систематики растений, эмбриологии. К сожалению, тотальное исследование морфолого-анатомического строения ариллусов различных растений, установление их морфологической природы и функций в настоящее время не осуществляется.

Ранее автором, совместно с проф. А.И. Созоновой, были изучены плоды представителей 23 видов *Euonymus* L. и 5 видов *Celastrus* L. (Celastraceae R. Br.) (Трусов 2010). Семена у растений этих родов имеют ариллусы. Исследовано морфолого-анатомическое строение перикарпиев, семян, ариллусов зрелых плодов, формирование морфолого-анатомической структуры плодов модельных видов (представителей секций), определено содержание сухого вещества и сырого жира в перикарпиях, семенах и ариллусах зрелых плодов, прослежена динамика увеличения сухого вещества и накопления сырого жира в перикарпиях, семенах и ариллусах плодов модельных видов.

Изучение формирования морфолого-анатомического строения плодов *Euonymus* и *Celastrus* позволило выяснить морфологическую природу их ариллусов. Благодаря параллельному изучению формирования морфолого-анатомического

строения плодов и наблюдениям за динамикой увеличения сухого вещества и накопления сырого жира в частях плодов *Euonymus* и *Celastrus* были предложены некоторые функции их ариллузов.

Предполагается, что ариллузы являются полифункциональными структурами.

Среди основных функций ариллузов рассматриваются следующие:

- защита развивающегося семени от неблагоприятных факторов окружающей среды;

- участие в интегральной фотосинтетической деятельности плода и обеспечении семени ассимилятами;

- обеспечение радиального транспорта веществ между перикарпием и семенем;

- изоляция эргастических веществ, выводимых из реакций метаболизма;

- депонирование избытка ассимилятов;

- участие в обезвоживании перикарпия и семян в ходе созревания плода;

- привлечение биологических агентов распространения семян;

- предохранение семян от высыхания после вскрытия плода, задержка прорастания семян и снижение всхожести.

Такой комплексный подход (морфолого-анатомические и биохимические исследования) к изучению плодов, семена которых имеют ариллузы, способствует более полному описанию строения ариллузов и выяснения их роли в жизни растений.

В настоящее время в таком же ключе изучаются ариллузы представителей семейств *Aristolochiaceae*, *Violaceae*; планируется изучение ариллузов *Grossulariaceae*, *Sapindaceae*, *Passifloraceae*, *Euphorbiaceae* и др.

В качестве рабочей гипотезы о возможности возникновения ариллузы в процессе эволюции рассматривается предположение, что разрастание тканей фуникулула и/или семенной кожуры, и как следствие, формирование ариллузов, может происходить только при избыточном притоке питательных веществ в эти ткани и неспособности развивающегося семени

использовать в полной мере эти питательные вещества для своих нужд. Данная точка зрения перекликается со сложившейся сравнительно недавно междисциплинарной наукой – трофологией (УГОЛЕВ 1987), рассматривающей эволюционное значение трофических связей.

Данная гипотеза не отвергает предположение VAN DER RIJL (1955) об эволюции ариллузов: примитивными являются семена с саркотестой, а наличие фуникулярного ариллуза – более продвинутый признак, но, в тоже время, существует возможность возникновения ариллузов *de novo*.

Цитируемые источники

АЛЕКСЕЕВА Н.Б. 2010. Морфология семян некоторых видов рода *Iris* (Iridaceae) в связи с систематикой рода. *Бот. журн.* **95** (3): 345–350.

АРТЮШЕНКО З.Т. 1990. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. Наука, Ленинград.

ГАВРИЛОВА С.Е. 2010. Род *Viola* L. во флоре Московской области. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Москва.

ИМС А. 1964. Морфология цветковых растений. Мир, Москва.

КОМАР Г.А. 1978. Ариллузы и ариллузоподобные образования у некоторых *Liliales*. *Бот. журн.* **63** (7): 937–955.

КОМАР Г.А. 1965а. Ариллузы, их природа, строение и функции. *Бот. журн.* **50** (5): 715–724.

КОМАР Г.А. 1965б. О структуре ариллузы некоторых представителей семейства крыжовниковых (*Grossulariaceae*). В кн.: Яковлев М.С. (ред.), Морфология цветка и репродуктивный процесс у покрытосеменных растений: 117–130. Наука, Москва – Ленинград.

ЛЕВИНА Р.Е. 1987. Морфология и экология плодов. Наука, Ленинград.

МАГЕШВАРИ П. 1954. Эмбриология покрытосеменных. Изд-во иностранной литературы, Москва.

МЕЛИКЯН А.П., БОБРОВ А.В. 1997. О строении наружных покровов семян – эпиматия и ариллуза – у представителей семейства *Podocarpaceae* Endlicher 1847 s.l. *Бюллетень МОИП. Отдел биол.* **102** (5): 46–53.

ТРУСОВ Н.А. 2010. Морфолого-анатомическое строение плодов представителей семейства *Celastraceae* R. Вг. в связи с их маслянистостью. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Москва.

- УГОЛЕВ А.М. 1987.** Трофология – новая междисциплинарная наука. *Природа* 2: 3–14.
- ШАМРОВ И.И. 2008.** Семязачаток цветковых растений: строение, функции, происхождение. Товарищество научных изданий КМК, Москва.
- BAILLON M.H. 1876.** De Betanique. Librairie Hachette et C., Paris.
- BRESINSKY A. 1963.** Bau, Entwicklungsgeschichte und Inhaltsstoffe der Elaiosomen. *Biblioth. Bot.* 126: 1–54.
- CORNER E.J.H. 1953.** The durian theory extended – I. *Phytomorphology* 3 (4): 465–476.
- CORNER E.J.H. 1954.** The durian theory extended – II. The arillate fruit and the compound leaf. *Phytomorphology* 4 (1, 2): 152–165.
- GOEBEL K. 1923.** Organographie der Pflanzen insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. 3: 1209–1789. Gustav Fischer, Jena.
- KOZLOWSKI T.T. 1972.** Seed Biology. Volume I. Importance, Development and Germination. Academic Press, New York–London.
- PFEIFFER A. 1891.** Die Arillargebilde der Pflanzensamen. *Engl. Bot. Jahrd.* XIII: 482–540.
- VAN DER PIJL L. 1955.** Sarcotesta, aril, pulpa and the evolution of the angiosperm fruit. II. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandsche Akademie Van Wetenschappen; Afdeling Natuurkunde; Tweede Sectie* 58: 307–312.

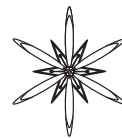
COMPLEX APPROACH IN ARILS STUDY

NIKOLAY A. TRUSOV

Abstract. Arils are found in numerous Angiosperm taxa. The complex approach (morphologo-anatomical and biochemical researches) in studying of aril-bearing fruits is recommended. The arils origin hypothesis is offered. Some functions of arils are showed.

Key words: aril, morphology, anatomy, biochemistry, trophic communications, function

Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of RAS, 4 Botanicheskaya str., Moscow, 127276, Russia; n-trusov@mail.ru



ПЕРИОДИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ ЗАРОДЫША ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО И ВРЕМЕННОГО КРИТЕРИЕВ

НАТАЛЬЯ Н. КРУГЛОВА

Аннотация. Предложена периодизация развития зародыша пшеницы, основанная на анатомо-морфологическом и временном критериях. Выделены этапы недифференцированного, дифференциации и дифференцированного зародыша.

Ключевые слова: зародыш, эмбриогенез, пшеница

Институт биологии Уфимского научного центра Российской академии наук, пр. Октября, 69, г. Уфа, 450054 Российская Федерация; Kruglova@anrb.ru

Хорошо известно, что формирование зародыша (эмбриогенез) растений представляет собой единый процесс, в результате которого из одной исходной клетки-зиготы образуется зрелый зародыш. В своем развитии зародыш проходит через ряд дискретных фаз, различающихся по морфофизиологическим процессам, функциональной нагрузке, продолжительности и значению для его дальнейшего развития. В отличие от двудольных, для однодольных общепринятая периодизация эмбриогенеза не разработана, что обусловлено более сложной структурой зародыша. Особенно это касается зародыша злаков, характеризующегося как наличием специфических органов (щиток, колеоптиль, эпибласт, мезокотиль, колеориза, эпикотиль с почечкой, лигула), так и дорзовентральностью его строения. Более того, особенности процесса развития зародыша злаков позволили выделить отдельный Graminad-тип эмбриогенеза (БАТЫГИНА 1974).

В литературе предложены различные периодизации эмбриогенеза хлебных злаков (Банникова и др. 1991; Батыгина 1997). В то же время, для активно развивающихся биотехнологических разработок в области эмбриокультуры *in vitro* (RAGHAVAN 1976; Круглова и Катасонова 2009; Игнатов 2011 и мн. др.) необходима достаточно простая, но эмбриологически

корректная периодизация развития зародыша. В связи с этим цель данной работы состояла в разработке периодизации эмбриогенеза пшеницы на основе анатомо-морфологического и временного критериев.

Материалом для исследования послужили разновозрастные зародыши растений яровой мягкой пшеницы сорта 'Симбирка', перспективного для климатической зоны Южного Урала. Изолированные зародыши, с учетом их длины (в мм), фиксировали в течение 25 суток после искусственного опыления через каждые 12 часов. Использовали метод светооптических исследований растительных образцов (Круглова и Егорова 2012).

Обобщив результаты детальных анатомо-морфологических и временных исследований, мы предлагаем выделить следующие этапы и стадии формирования зародыша пшеницы:

I. Этап недифференцированного зародыша.

Включает стадии: зигота; двухклеточный зародыш; четырехклеточный зародыш, многоклеточный зародыш.

Зигота (длина зародыша – 0,001 мм, время после опыления – 12 часов) – первая инициальная клетка нового дочернего организма, формирующаяся после осуществления процесса оплодотворения. Значение стадии в эмбриогенезе: становление полярности зародыша.

Двуклеточный зародыш (длина зародыша – 0,05-0,1 мм, время после опыления – 1,5-2,0 суток) состоит из апикальной и базальной клеток как результата асимметричного деления зиготы. Значение стадии в эмбриогенезе: становление клеточной специализации зародыша.

Четырехклеточный зародыш (длина зародыша – 0,12-0,14 мм, время после опыления – 2,5 суток) состоит из двух клеток апикального полюса и двух клеток базального полюса как результат асимметричных делений соответствующих клеток двуклеточного зародыша. Значение стадии в эмбриогенезе: становление дорсовентральности зародыша.

Многоклеточный зародыш (длина зародыша – 0,15-0,2 мм, время после опыления – 3,0-4,0 суток) – результат интенсивных клеточных делений апикальной и базальной клеток двуклеточного зародыша. Значение стадии в эмбриогенезе: накопление массы клеток (возможно, критической), необходимой для дифференциации зародыша.

II. Этап дифференциации зародыша.

Включает стадию органогенеза, которую можно подразделить на три подстадии.

Подстадия 1. В течение подстадии 1 (длина зародыша – 0,4-0,6 мм, время после опыления – 4,5-8,0 суток) происходят интенсивные клеточные деления в зародыше, главным образом в апикальной его части. Зародыш быстро растет. В нем постепенно формируется первый орган – щиток (единственная семядоля), закладывается точка роста – область меристематических клеток.

Подстадия 2. Во время подстадии 2 (длина зародыша – 0,8-1,3 мм, время после опыления – 8,5-12,0 суток) клеточные деления замедляются, что ведет к приостановке роста зародыша. Формируется еще один орган – колеоптиль.

Подстадия 3. В течение подстадии 3 (длина зародыша – 1,5-2,0 мм, время после опыления – 12,5-17,0 суток) клеточные деления также замедлены, рост зародыша происходит за счет растяжения клеток. Постепенно формируются апекс побега,

зародышевый корень, колеориза, эпибласт, лигула. К концу этой подстадии рост зародыша постепенно снижается, а затем стабилизируется, и заметных изменений в размерах зародыша не происходит. Значение этой стадии в эмбриогенезе: происходят важнейшие морфогенетические процессы – морфологическая дифференциация зародыша, формирование всех присущих зародышу зачатков органов.

III. Этап дифференцированного зародыша.

Включает стадии: сформированный зародыш, зрелый зародыш.

Сформированный зародыш. В сформированном зародыше (длина зародыша – 2,1-2,2 мм, время после опыления – 17,5-20,0 суток) наличествуют все органы, характерные для зародыша злаков. Происходит незначительный рост органов зародыша (за счет растяжения клеток), хотя размеры зародыша существенно не изменяются. Формируется первый лист. Начинается интенсивное накопление запасных питательных веществ (главным образом, крахмала), которые будут использованы в ходе прорастания. Значение этой стадии в эмбриогенезе: подготовка зародыша к вступлению в период покоя.

Зрелый зародыш. В стадии зрелого зародыша (длина зародыша – 2,3-2,6 мм, время после опыления – 21,0-25,0 суток) формируются второй и третий листья и корневой чехлик. Значение этой стадии в эмбриогенезе: вступление зародыша в период покоя.

В целом, каждый из этапов и каждая из стадий эмбриогенеза, несмотря на все разнообразие происходящих в это время процессов, направлены на реализацию морфогенетических потенций зиготы по становлению зрелой структуры зародыша.

Исследование поддержано грантом по программе Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных

климатических и антропогенных воздействий» (2012-2014 г.г.).

Цитируемые источники

- Банникова В.П., Хведынич О.А., Кравец Е.А. и др. 1991.** Основы эмбриогенеза злаков. Наукова думка, Киев.
- Батыгина Т.Б. 1974.** Эмбриология пшеницы. Колос, Ленинград.
- Батыгина Т.Б. 1997.** Эмбриогенез злаков. В кн.: Батыгина Т.Б. (ред.), Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 2. Семя: 528–538. Мир и семья-95, СПб.

Игнатова С.А. 2011. Клеточные технологии в растениеводстве, генетике и селекции возделываемых растений. Астропринт, Одесса.

Круглова Н.Н., Егорова О.В. 2012. Световой микроскоп как инструмент в биотехнологии растений. Гилем, Уфа.

Круглова Н.Н., Катасонова А.А. 2009. Незрелый зародыш пшеницы как морфогенетический эксплантат. *Физиол. и биохимия культ. растений*. **41**: 124–131.

RAGHAVAN V. 1976. Experimental embryogenesis in vascular plants. Acad. Press, London.

THE PERIODIZATION OF WHEAT EMBRYOGENESIS ON THE BASE OF ANATOMICAL, MORPHOLOGICAL AND TIME CRITERIONS

NATALIA N. KRUGLOVA

Abstract. The periodization of wheat embryogenesis on the base of anatomy-morphological and temporal criterions has been proposed. The stages of non-differentiated embryo, embryo differentiation and differentiated embryo were described.

Key words: embryo, embryogenesis, wheat

Institute of Biology of Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, pr. Oktyabrya, 69, Ufa, 450054, Russian Federation; kruglova@anrb.ru



УДК 581.522.4

СТРУКТУРЫ-ИНДИКАТОРЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ СОЧНЫХ ПЛОДОВ АРОНИИ К ФАКТОРАМ СРЕДЫ И В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Татьяна Калаалб¹, Силвия Ороян², Михаела Самыргицан³

Аннотация. В результате многолетних и многочисленных микроскопических исследований плодов черноплодной рябины *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, выращенных в Республике Молдова были выявлены суперфициальные и внутренние структуры-индикаторы в определении их устойчивости к воздействию внешних факторов среды и для определения их лежкоспособности во время хранения.

Ключевые слова: *Aronia melanocarpa*, черноплодная рябина, гисто-анатомические показатели, устойчивость, плод

¹ Государственный Университет Медицины и Фармации «Николай Тестемицану», ул. Малина микэ 66, Кишинэу, MD 2025, Молдова; tatianacalalb@yahoo.com

² Университет Медицины и Фармации Т-Муреш, ул. Г. Маринеску 38, Тыргу Муреш, RO-540139, Румыния; oroianslv@yahoo.com

³ Национальный музей Муреш, Отдел научного природоведения, ул. Хория 24, Тыргу Муреш, RO-540036, Румыния; tsamarghitan@yahoo.com

Введение

Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot это растение родом из Восточной Северной Америки, которое успешно выращивается на больших площадях в странах Азии и Европы, в том числе и в Республике Молдова. Плоды черноплодной рябины очень востребованны в качестве ценного лекарственного и здорового пищевого сырья, но в последнее десятилетие урожайность аронии резко снизилась из-за воздействия стрессогенных факторов: заморозки и холодные дожди в период цветения, длительные засухи и сухие ветра во время развития и созревания плодов (CALALB 2010). Поскольку плоды черноплодной рябины сочные, не всегда можно обеспечить их целостность при сборе, транспортировке, упаковке, хранение в больших объемах и на длительных периодах. Было проведено изучение анатомического строения околоплодника аронии в зависимости от климатических условий выращивания и в процессе хранения с целью выявления гисто-анатомических структур-

индикаторов в определении их устойчивости.

Результаты и их обсуждение

Для выявления структур-индикаторов в становлении устойчивости плодов аронии на воздействия стрессогенных факторов и тех, которые обеспечивают целостность и лежкоспособность плодов, были проведены сравнительные гисто-анатомические изучения микропрепаратов плодов, выращенных в разных регионах Молдовы (север, центр и юг), где наблюдается ужесточение климатических факторов с севера к югу.

Черноплодная рябина предпочитает умеренный климат с определенным уровнем влажности почвы и воздуха, но в последнее время юг Молдавы характеризуется длительными зимними и летними засухами, что определяет комплекс стрессогенных факторов, который влияет на развитие плодов и формирование урожая. В результате скрининга микроскопических результатов околоплодника черноплодной

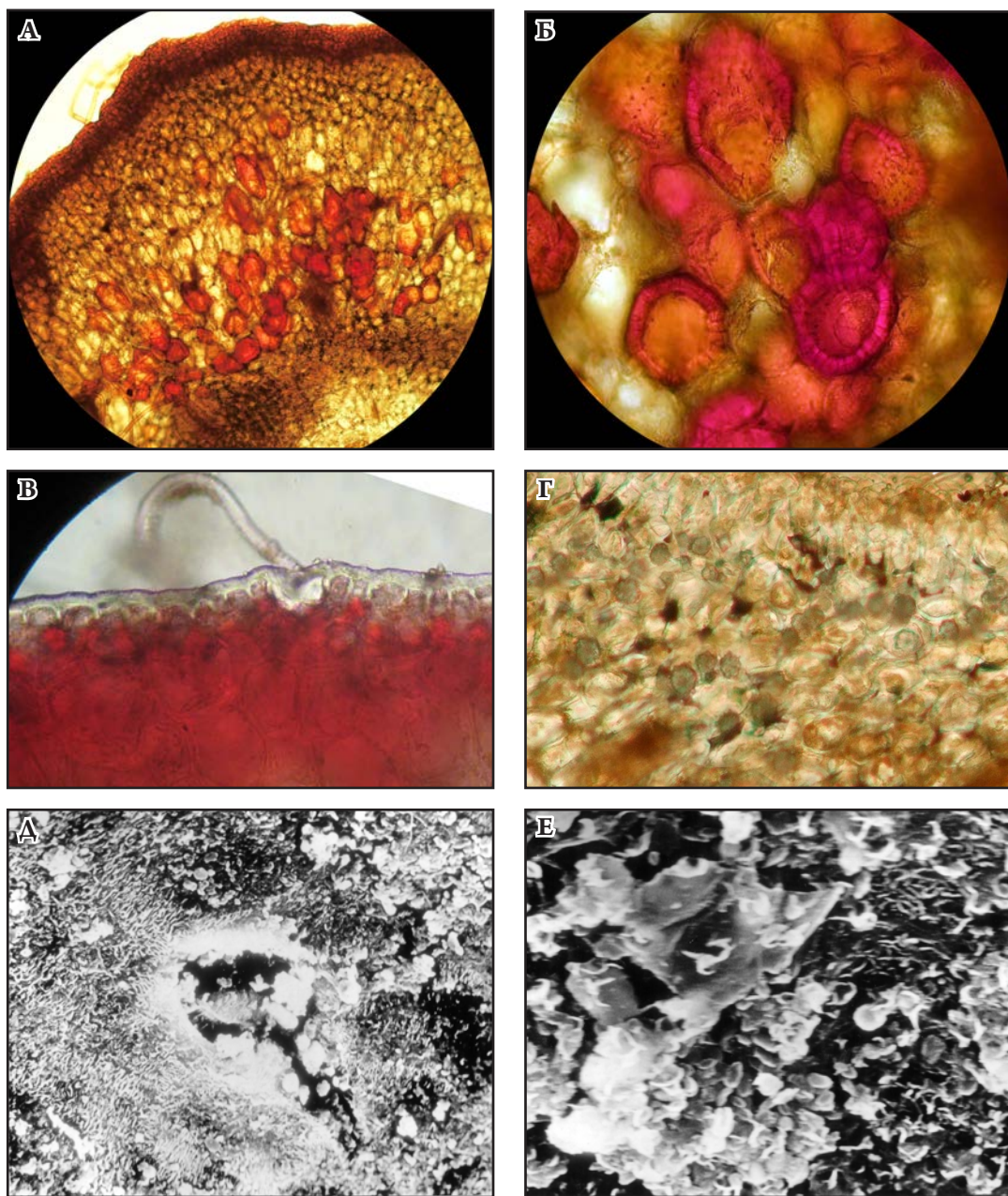


Рис. 1. Структуры-индикаторы устойчивости и лежкоспособности плодов *Aronia melanocarpa*: **А** – склереиды на поперечном срезе околоплодника; **Б** – склереиды во внешней подзоне округло-овальных клеток; **В** – внешне-внутренний тип кутикулы и кроющий волосок; **Г** – друзы оксалата кальция во внешней подзоне округло-овальных клеток; **Д** – сканограмма с чечевичкой и с полиморфными восковыми кристаллоидами; **Е** – сканограмма с полиморфными восковыми кристаллоидами.

Fig. 1. The structures indicating the resistance to environment factors and suitability of the *Aronia melanocarpa* fruits: **A** – sclereids on the cross-section of pericarp; **B** – sclereids in the outer subzone of ovate cells; **B** – inner-outer type of cuticle and trichome; **Г** – oxalate calcium druse in outer subzone of ovate cells; **Д** – SEM of lenticel and polymorphic wax crystalloids; **Е** – SEM of polymorphic wax crystalloid.

рябины в зависимости от градиента климатических изменений с севера к югу Молдавии, были выявлены суперфициальные приспособительные структуры-индикаторы такие как: уменьшение размеров анатомических структур и их компактизация, утолщение кутикулы и ее переход от внешнего типа по проникновению к внешне-внутреннему типу; образование полиморфного воскового налета и его компактное расположение; наличие кроющих длинных волосков на верхушечной и базальной частях плода; скопление воска в опробковевших чечевичках (Рис. 1).

Наблюдаются и градуальные изменения внутренних структур с приспособительной ролью, которые приводят к ксероморфизации околоплодника: соблюдение последовательности зон и подзон в гистологической зональности околоплодника, но с четкой компактизацией и уменьшением степени вакуолизации; развитие большого количества склереид и способ их расположения (группами – среди паренхимных клеток наружной подзоны округло-овальных клеток, и виде непрерывного слоя – во внутренней подзоне округло-овальных клеток околоплодника); большое количество друз оксалата кальция преимущественно в периферической части околоплодника (в гиподерме и в наружной подзоне округло-овальных клеток).

Защитно-приспособительная функция сочных плодов черноплодной рябины реализуется модификациями суперфициальных и внутренних структур, которые функционируют синергетически, а в целом образуют цито-анатомический защитно-компенсаторный комплекс как ответ на воздействия внешних стрессогенных факторов. Определенную роль в обеспечении целостности сочных плодов черноплодной рябины играют анатомические структуры экзокарпа и гиподермы, поскольку они образуют первый барьер в контакте с внешней средой: маленькие размеры клеток позволяют их плотную упаковку в ткани, густые волоски, восковый налет и толстая кутикула обеспечивают резистентность при

механических воздействиях в процессах уборки, транспортировки и хранения плодов. Эти структуры образуют серьезный барьер на пути потери воды, а также предотвращают образование трещин, что приводило к нарушению целостности сочного околоплодника, стеканию клеточного сока, поражению патогенными агентами и потери качество урожая. Отмеченные структуры-индикаторы околоплодника обеспечивают лежкоспособность и устойчивость сочных плодов черноплодной рябины.

Сложно определить конкретную роль каждого анатомического параметра в определении устойчивости и лежкоспособности плодов черноплодной рябины, скорее всего все выделенные структуры образуют комплекс, который обеспечивает формирование устойчивости к воздействиям климатических изменений и определяет качество плодов *A. melanocarpa*.

Выводы

Адаптация сочных плодов черноплодной рябины к воздействию внешних факторов среды в процессе роста, развития и хранения происходит через очень сложный структурно-приспособительный механизм, основанный на коррелятивном взаимоотношении и взаимодействии суперфициальных и внутренних анатомических структур, образуя цельный комплекс приспособительных структур, которые определяют их устойчивость к жестким факторам среды и их лежкость при длительном хранении.

Цитируемые источники

CALALB T. 2010. *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot (structura, biochimia și biotehnologia fructelor). dPrim, Chișinău. (на румынском).

THE STRUCTURES-INDICATORS IN DEFINITION OF THE CHOKEBERRY FRUITS RESISTANCE TO ENVIRONMENT FACTORS AND DURING STORAGE

TATIANA CALALB¹, SILVIA OROIAN², MIHAIELA SAMIRGHITAN³

Abstract. After years and numerous microscopic analyzes of *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot fruits grown in Moldova the superficial and internal anatomical structures-indicators in determination its resistance to external environmental factors and storage were revealed.

Key words: *Aronia melanocarpa*, chokeberry, anatomical structures-indicators, resistance, storage, fruit

¹ State University of Medicine and Pharmacy "Nicolae Testemitanu", 66 Malina Mica str., Chisinau, MD 2025, Moldova; tatianacalalb@yahoo.com

² University of Medicine and Pharmacy Tg-Mureş, Gh. 38 Marinescu str., Târgu-Mureş, RO-540139, Romania; oroianslv@yahoo.com

³ Mureş County Museum, Department of Natural Science, 24 Horea str., Târgu-Mureş, RO-540036, Romania; msamarghitan@yahoo.com



УДК 581.522.4

МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ОПРЕДЕЛЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ НОВЫХ ГЕНОТИПОВ ТОМАТА

Татьяна Калаалб *, Юлия Сыромятникова **, Евгения Добында ***

Аннотация. Микроскопическое изучение листьев новых генотипов томатов выявило наиболее информативные структурные показатели их устойчивости к засухе таких как: степень развития и распределение кроющих и секреторных волосков на эпидерме листа; наличие и способ распределения вакуолей с кристаллами оксалата кальция в мезофилле листа. Благодаря статистической анализу было впервые установлено, что генотипы «Линия 50» – ,Prizor' × (,Prizor' × *Lycopersicon hirsutum*) и «Линия 47» – 'Frigușor' × (*Lycopersicon peruvianum* × ,Victoria') устойчивы к засухе.

Ключевые слова: томат, анатомия, лист

Институт Генетики и Физиологии растений Академии наук Молдовы, ул. Лесная 20, г. Кишинэу, MD 2002, Молдова;
* tatianacalalb@yahoo.com, ** siromiatnicov@yahoo.com, *** dobynda@yahoo.com

Введение

С целью облагораживания генетического фонда видов рода томатов используются современные биотехнологии *in vitro*, которые позволяют управлять генетическим материалом и открывают возможности получения новых генотипов. Изменение климатических параметров и усиление антропогенных нагрузок на природную среду требует постоянного совершенствования методов прогноза развития новых генотипов овощных растений, в том числе и томатов. Продолжительные засухи, характерные для Молдовы на протяжении последних лет, часто являются стрессовыми факторами для томатов.

В качестве биологического материала для исследований послужили 16 новых генотипов томатов, полученных в лаборатории Генетики и физиологии устойчивости растений. Гисто-анатомическое исследование новых генотипов являлось составной частью комплекса биологических исследований и позволит выявить информативные структурные индикаторы адаптивности и устойчивости растений к воздействию стрессогенных факторов, которые в конечном итоге, сказываются на формировании урожая

томатов.

Результаты и их обсуждение

Приспособление томатов к засухе носит комплексный характер и основывается на пластичности цито-анатомических структур, лабильности и толерантности биохимических и физиологических параметров, пределы которых определены генетической природой конкретных генотипов. Гисто-анатомическое изучение листового аппарата новых генотипов было проведено с помощью микроскопа «Micros», оснащенного микрофотокамерой и соответствующим программным обеспечением. Микропрепараты были изучены по 24 структурным показателям, а в результате статистической обработки программой «Statgraphics Plus» были выявлены самые информативные из них в определении устойчивости новых изученных генотипов. Такими параметрами оказались:

а) наличие, степень развития и способ распределения на листовой пластинке многоклеточных волосков (Рис. 1);

б) наличие, степень развития и способ распределения на листовой пластинке секреторных волосков (Рис. 1);

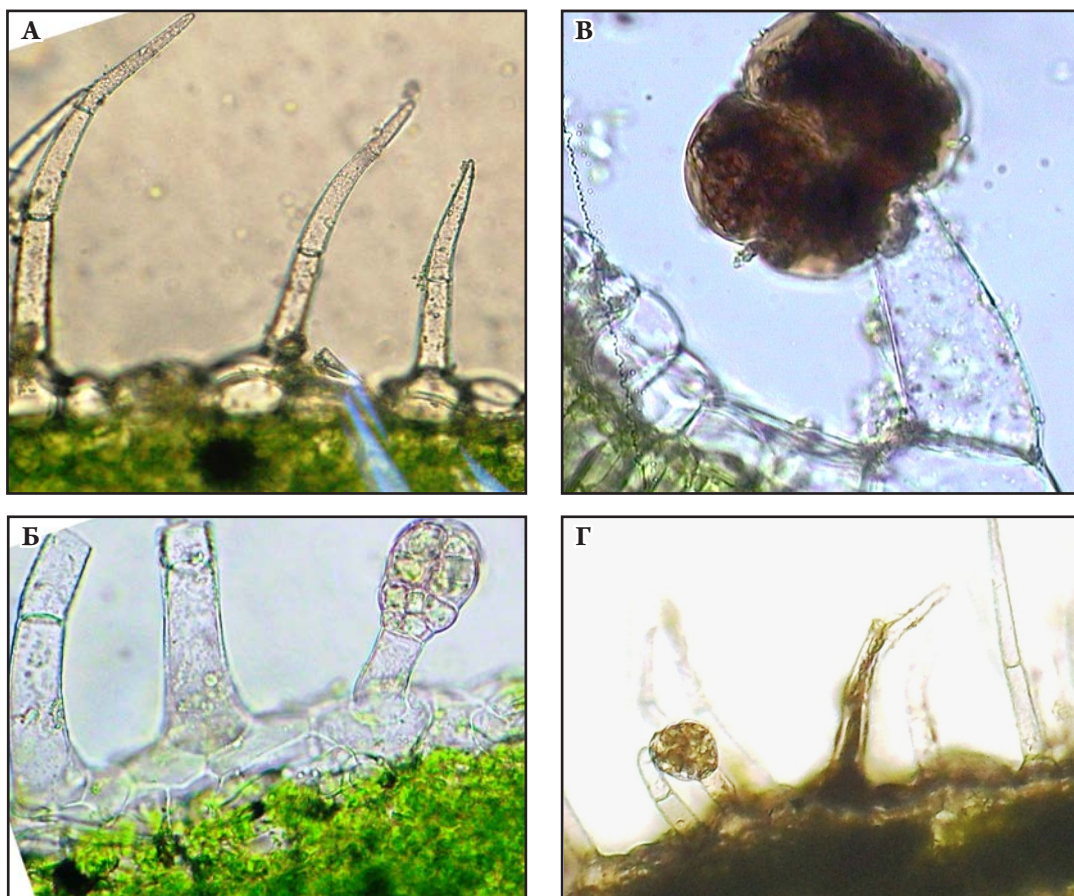


Рис. 1. Типы волосков листа новых генотипов томата: **А** – кроющие многоклеточные волоски; **Б** – кроющие и секреторные волоски с многоклеточной головкой; **В** – секреторные волоски с двухклеточной головкой; **Г** – кроющие и секреторные волоски.

Fig. 1. The types of trichomes of new tomato genotypes: **A** – protective multicellular hairs; **B** – protective and glandular hairs with multicellular head; **B** – glandular hair with 2-cellular head; **Г** – protective and glandular hairs.

в) наличие, степень развития и способ распределения вакуолей с песком оксалата кальция в мезофилле листа (Рис. 2 и Рис. 3).

Волоски развиваются на обеих поверхностях листовой пластинки. Кроющие волоски преобладают на нижней, а секреторные – на верхней поверхности листовой пластинки. Максимальное развитие секреторных волосков характерно в фазах цветения и плодоношения. Они выделяют липкое жирное вещество и образуют непрерывную эпикутикулярную пленку на верхней поверхности листа, которая подвергнута прямому воздействию

солнечных лучей, таким образом, определяя ее отражающую способность, что стимулирует устойчивость растений к дефициту влаги и перегреву в этот период онтогенеза растений. Следовательно, развитие секреторных волосков можно считать важным компонентом устойчивости растений в условиях жесткой засухи.

Образование вакуолей с песком оксалата кальция и их расположение преимущественно ближе к адаксиальной поверхности листа в период цветения и плодоношения можно определить также как ответную защитную реакцию организма на воздействие засухи, характерную для этого периода вегетации.

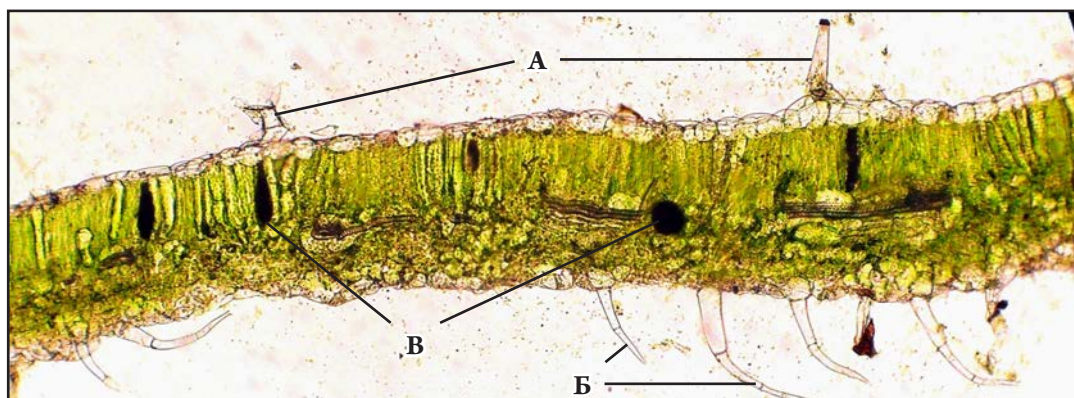


Рис. 2. Поперечный срез листа генотипа «Линия 50»: А – секреторные волоски; Б – кроющие волоски; В – клетки с песком оксалата кальция.

Fig. 2. Cross-section through the leaf of genotype “Line 50”: А – glandular hairs; Б – protective hairs; В – oxalic sand.

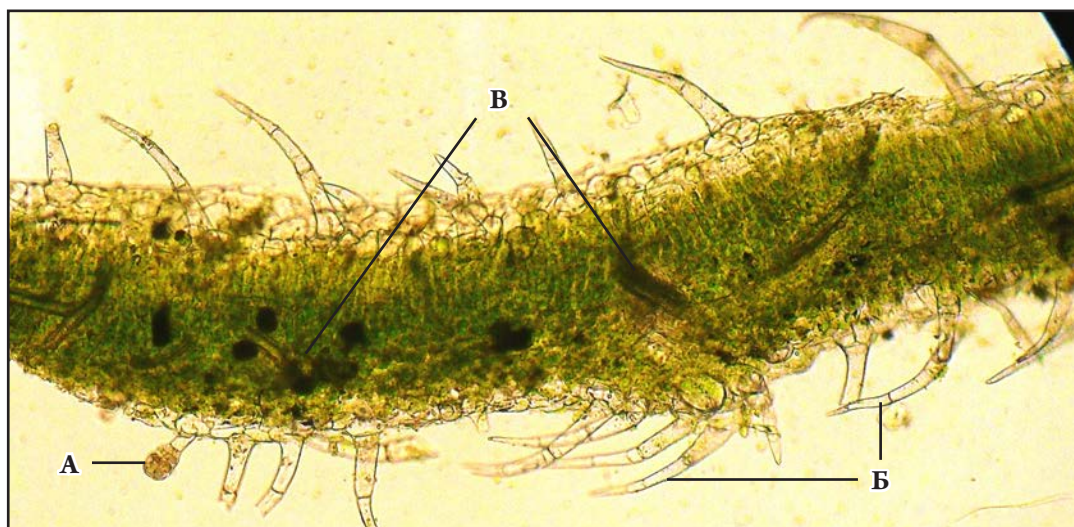


Рис. 3. Поперечный срез листа генотипа «Линия 47»: А – секреторные волоски; Б – кроющие волоски; В – клетки с песком оксалата кальция.

Fig. 2. Cross-section through the leaf of genotype “Line 47”: А – glandular hairs; Б – protective hairs; В – cells with oxalic sand.

На основе статистической обработки результатов изучения параметров листа было выявлено, что новые генотипы томатов «Линия 50» (*Prizor' × (Prizor' × Lycopersicon hirsutum)*), Рис. 2) и «Линия 47» (*Frigușor' × (Lycopersicon peruvianum × Victoria)*), Рис. 3) характеризуются наиболее высокой устойчивостью к воздействию засухи.

Выводы

Новые генотипы томатов, происходящие от спонтанных скрещиваний, развивают комплекс приспособительных структур (в т.ч. кроющие и секреторные волоски, вакуоли с песком оксалата кальция), что определяет более высокий потенциал их устойчивости к воздействию стрессогенных факторов.

THE MICROANALYSIS ON RESISTANCE OF NEW TOMATO GENOTYPES

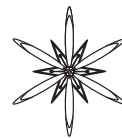
TATIANA CALALB *, IULIA SIROMEATNICOVA **, EUGENIA DOBANDA ***

Abstract. Microscopic study on the leaf of the new tomato genotypes has shown that the most informative structural indicators of drought resistance of these plants are: a) presence, level of development and the distribution of protective and glandular trichomes on the leaves; b) presence and occurrence of the cells with oxalate calcium sand in the leaf mesophyll. Statistical processing of the results determines that new tomato genotypes "Line 50" – ‚Prizor' × (‚Prizor' × *Lycopersicon hirsutum*) and "Line 47" – ‚Frigușor' × (*Lycopersicon peruvianum* × ‚Victoria') are resistant to drought.

Key words: tomato, anatomy, leaf

Institut of Plant Genetics and Physiology of Academy of Sciences of Moldova, 20 Lesnaya str., Chisinau, MD 2002, Moldova;

** tatianacalalb@yahoo.com, ** siromiatnicov@yahoo.com, *** dobynda@yahoo.com*



УДК 581.522.4

МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТА *CAMPANULA TRACHELIUM* L. В СТЕПНОЙ ЗОНЕ УКРАИНЫ

Ирина Крохмаль* и Максим Нецветов

Аннотация. Изучены морфо-анатомические особенности стеблевого листа 8 образцов *Campanula trachelium* L. разного географического происхождения. В условиях степной зоны Украины выделены лабиальные признаки листа изученных образцов *C. trachelium* (длина черешка, отношение ширины листа к длине черешка, количество трихом на обеих сторонах листа, количество устьиц на абаксиальной поверхности листа), не связанные с климатическими условиями пунктов их происхождения, а также относительно стабильные признаки (размер листовой пластинки, толщина эпидермиса, столбчатого мезофилла), связанные с климатическими условиями региона их происхождения.

Ключевые слова: *Campanula trachelium*, морфология, анатомия, лист, регионы происхождения

Донецкий ботанический сад НАН Украины, пр-т Ильича, 110, Донецк, 83059, Украина; * dies_iraе78@mail.ru

Окружающая среда оказывает существенное влияние на растения. Произрастая в разных эколого-географических зонах, вид приобретает специфические черты и подразделяется на подвиды и географические расы. Морфологические особенности в строении вегетативных и генеративных органов таких разновидностей чаще закреплены на генетическом уровне. При изучении внутривидовой изменчивости организмов особая роль отведена эколого-географической форме изменчивости. Одним из путей ее изучения является исследование биоморфологических структур интродуцентов, выращенных из семян различных пунктов репродукции в одном эколого-климатическом районе. Изучение изменчивости морфологических структур имеет важное значение для раскрытия механизма адаптации, для прогнозирования путей отбора наиболее адаптированных образцов, а также для определения их адаптивной стратегии к условиям региона интродукции (Мамаев 1975, 1981; Кабушева и Гетко 2006). Лист, как орган, в котором проходят жизненно важные для растения процессы, имеет особое значение при изучении закономерностей географической изменчивости. Структура

листа является надежным диагностическим признаком для оценки взаимоотношения растения и среды.

Целью работы являлось выявление изменчивости морфо-анатомических признаков листа образцов *Campanula trachelium* L., выращенных из семян разного географического происхождения в условиях степной зоны Украины.

Изучали следующие особенности стеблевого листа: размер и форму листовой пластинки, характер края, опушение, анатомические характеристики 8 образцов *C. trachelium*, выращенных из семян местной репродукции (Украина, Донецк) и семян, полученных по дедектусному обмену из Германии (Берлин, Галле), Англии (Суррей), Франции (Канны), Бельгии (Брюссель), Финляндии (Йоэнсуу), Исландии (Рейкьявик) (Табл. 1). По ходу среднемесячных температур пункты происхождения образцов *C. trachelium* мало отличаются между собой. По сезонной вариации количества осадков наиболее близки к Донецку Галле и Берлин (Германия), отличны от Донецка Канны (Франция) и Рейкьявик (Исландия) (Рис. 1).

Для *C. trachelium* характерно разнообразие по форме и краю листовой пластинки. У образцов из Рейкьявика (Исландия) и Галле

Табл. 1. Происхождение образцов *Campanula trachelium*.**Table 1.** Origin of *Campanula trachelium* samples.

Происхождение образца	Географические координаты	Высота над уровнем моря, м
Украина, Донецк	480 с.ш., 370 в.д.	212
Германии, Берлин	520 с.ш., 130 в.д.	74
Германия, Галле	510 с.ш., 110 в.д.	87
Бельгия, Брюссель	500 с.ш., 40 в.д.	13
Англия, Суррей	510 с.ш., 00 в.д.	25
Франция, Канн	490 с.ш., 20 з.д.	8
Финляндия, Йюэнсуу	620 с.ш., 290 в.д.	90
Исландия, Рейкьявик	640 с.ш., 210 в.д.	43

(Германия) узкойцевидная форма листовой пластинки, у остальных – яйцевидная (Рис. 2). Пильчатый край листа у образцов из Берлина, Галле (Германия) и Рейкьявика (Исландия), двухпильчатый – у образцов из Йюэнсуу (Финляндия), Брюсселя (Бельгия) и Суррея (Англия). Край листовой пластинки *C. trachelium* из Канн (Франция) трехпильчатый и наиболее рассеченный по сравнению с другими образцами. Растения местной репродукции отличаются неоднородно-пильчатым краем листовой пластинки.

Отличие образцов *C. trachelium* разного географического происхождения касаются индекса листа, толщины эпидермиса, количества трихом на обеих сторонах листа, толщины мезофилла, значения которых ниже по сравнению с донецким образцом, а также длины черешка листа и отношения ширины листовой пластинки к длине черешка, количества трихом по краю листа у основания, количества устьиц на абаксиальной поверхности листа, значения которых выше (Рис. 3). Изменения размера листовой пластинки носят разнонаправленный характер. Наибольшие отличия изученных признаков листа *C. trachelium* характерны для образцов, выращенных из семян, полученных из Йюэнсуу (Финляндия), Канн (Франция) и Галле (Германия).

У образцов *C. trachelium* разного географического происхождения при интродукции в степной зоне Украины

выделены лабильные признаки, которые не связаны с климатическими условиями пунктов происхождения семенного материала и обуславливают морфо-анатомические адаптационные изменения в строении фотосинтезирующего органа: длина черешка, отношение ширины листа к длине черешка, количество трихом на обеих сторонах листа, количество устьиц на абаксиальной поверхности листа. Стабильные признаки образцов *C. trachelium*, изменяющиеся в узких пределах и связанные с климатическими условиями региона их происхождения: размер листовой пластинки, толщина эпидермиса и столбчатого мезофилла. Индекс листа – стабильный признак, не связанный с климатическими параметрами пункта происхождения семенного материала. В степной зоне Украины длина черешка и отношение длины черешка к ширине листовой пластинки у образцов *C. trachelium* уменьшается при увеличении средней температуры июня в пунктах их происхождения, последний параметр уменьшается также при увеличении среднесуточной солнечной радиации (Табл. 2).

Толщина столбчатого мезофилла и эпидермиса на обеих сторонах листа образцов *C. trachelium* в регионе интродукции увеличивается при увеличении средней температуры июня и среднесуточной солнечной радиации в географических пунктах их происхождения. В регионе интродукции количество трихом по краю листа у основания увеличивается у образцов из более влажных мест происхождения (Табл. 2).

Размер листа образцов *C. trachelium* в степной зоне Украины увеличивается при возрастании относительной влажности воздуха и количества осадков в пунктах происхождения семенного материала в сравнении с Донецком (контроль) (Табл. 2).

Приспособление образцов *C. trachelium* из Берлина и Галле (Германия) к засушливым условиям степной зоны Украины выражается в увеличении плотности опушения на обеих сторонах листовой пластинки и возрастании

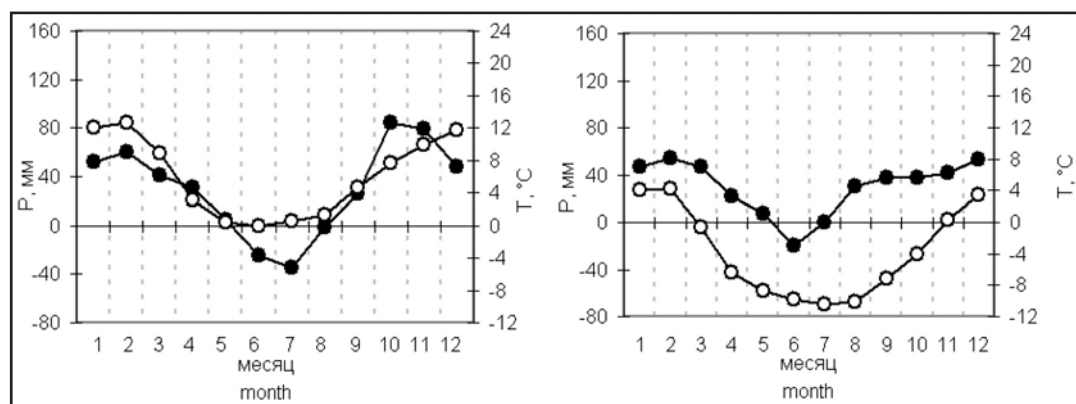


Рис. 1. Отличия климатических параметров пунктов происхождения образцов *Campanula trachelium* от Донецка (Украина): А – Канны; Б – Рейкьявик; **затусованные окружности** – количество осадков, мм; **белые окружности** – среднемесячная температура воздуха, °С.

Fig. 1. Differences of climatic conditions for origin sites of *Campanula trachelium* samples in comparison with Donetsk (Ukraine): А – Cannes; Б – Reykjavik; **black circles** – precipitations, mm; **white circles** – mean month temperature, °С.

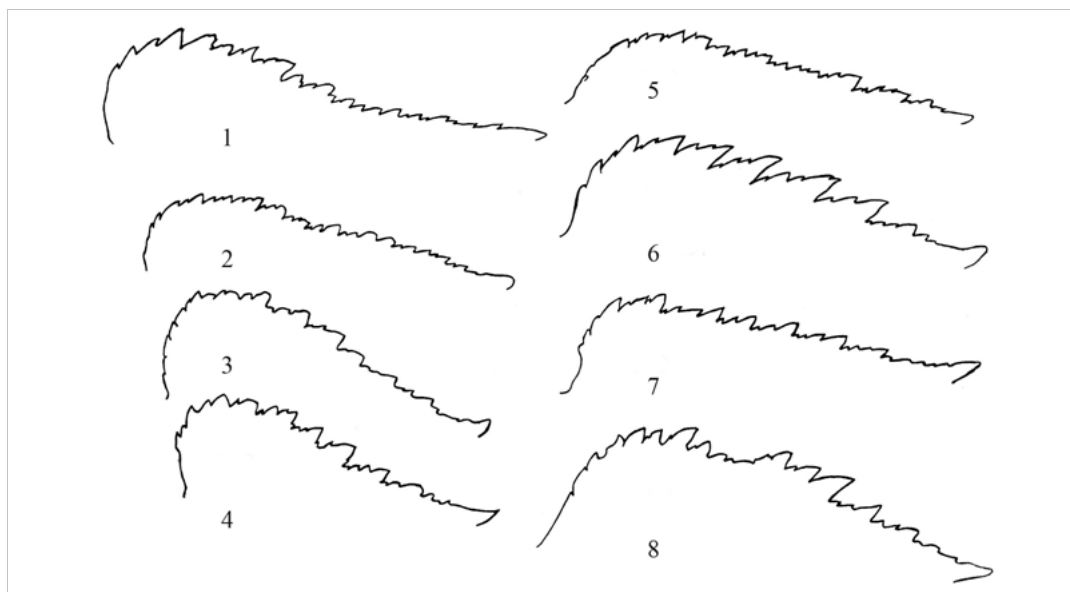


Рис. 2. Характер края листовой пластинки образцов *Campanula trachelium*, выращенных из семян разного географического происхождения: 1 – Рейкьявик (Исландия); 2 – Берлин (Германия); 3 – Йоэнсуу (Финляндия); 4 – Суррей (Англия); 5 – Галле (Германия); 6 – Канны (Франция); 7 – Брюссель (Бельгия); 8 – Донецк (Украина).

Fig. 2. Edge type of leaf blade in *Campanula trachelium* samples planted from the seed from different geographical sites: 1 – Reykjavik (Iceland); 2 – Berlin (Germany); 3 – Joensuu (Finland); 4 – Surrey (England); 5 – Halle (Germany); 6 – Cannes (France); 7 – Brussels (Belgium); 8 – Donetsk (Ukraine).

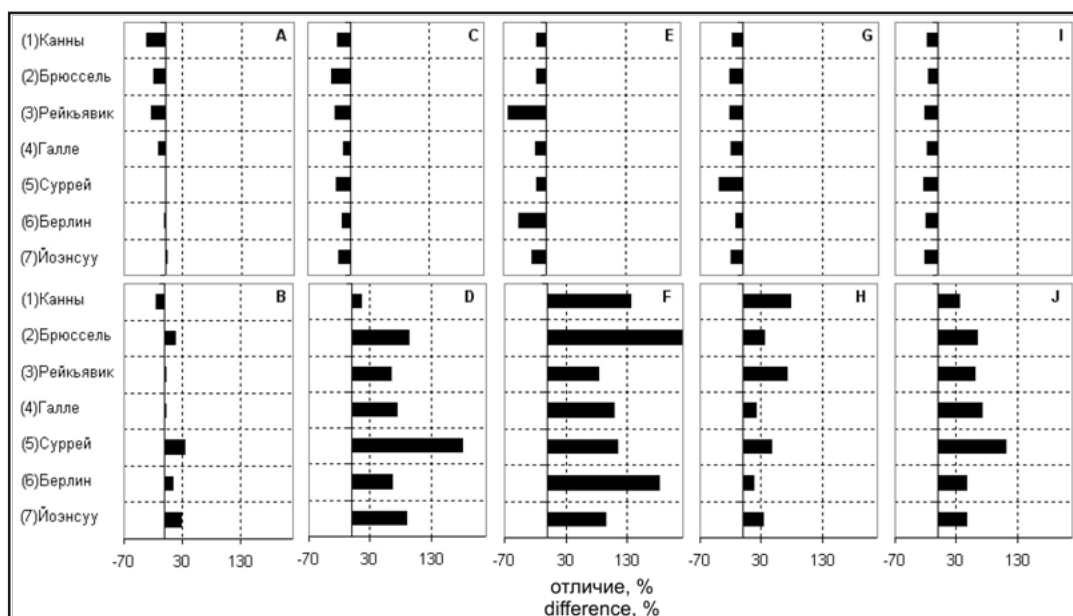


Рис. 3. Отличие (в %) значений анатомо-морфологических параметров листа образцов *Campanula trachelium* разного географического происхождения в степной зоне Украины от донецкого образца: **A** – длина листовая пластинки (л.п.); **B** – ширина л.п.; **C** – индекс л.п.; **D** – длина черешка; **E** – количество трихом на абаксиальной и адаксиальной сторонах листа; **F** – количество трихом по краю основания л.п.; **G** – толщина эпидермиса на адаксиальной стороне л.п.; **H** – количество устьиц на единицу площади; **I** – толщина столбчатого мезофилла; **J** – отношение длины черешка к ширине л.п.

Fig. 3. Difference (in %) between the values of morpho-anatomical parameters of leaf for *Campanula trachelium* samples from different geographical sites planted in steppe zone of Ukraine in comparison with the native sample from Donetsk: **A** – leaf blade (l.b.) length; **B** – l.b. width; **C** – l.b. index; **D** – stipula length; **E** – number of trichomes on adaxial and abaxial surfaces of l.b.; **F** – number of trichomes on the edge near the base of l.b.; **G** – thickness of the epidermis on the adaxial surface of l.b.; **H** – stomata number per unit of area; **I** – thickness of palisade mesophyll; **J** – ratio between petiole length and leaf plate width. **1** – Reykjavik (Iceland); **2** – Berlin (Germany); **3** – Joensuu (Finland); **4** – Surrey (England); **5** – Halle (Germany); **6** – Cannes (France); **7** – Brussels (Belgium).

толщины столбчатого мезофилла; образца из Рейкьявика (Исландия) – в увеличении опушения листовой пластинки; образца из Йоэнсуу (Финляндия) – в увеличении толщины столбчатого мезофилла и адаксиального эпидермиса; образца из Канн (Франция) – в увеличении рассеченности края листовой пластинки и в возрастании толщины эпидермиса на обеих сторонах листа.

Цитируемые источники

КАБУШЕВА И.Н., ГЕТКО Н.В. 2006. Особенности формирования морфо-анатомической структуры листьев у образцов, выращенных из семян разного географического происхождения. *Биол. Вест.* **10**

(2): 54–58.

МАМАЕВ С.А. 1975. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений. Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. УНЦ АН СССР, Свердловск.

МАМАЕВ С.А. 1981. Исследование форм внутривидовой изменчивости растений. Изд-во АН СССР, Свердловск.

Табл. 2. Результаты регрессионного анализа зависимости морфологических и анатомических параметров листа от климатических параметров в пунктах происхождения семенного материала *Campanula trachelium*. **Lp** – длина черешка (см); **Tjn** – средняя температура июня (°C); **Wlp** – ширина листовой пластинки (см); **Rs** – среднесуточная солнечная радиация (ккал/см²); **Dm** – толщина столбчатого мезофилла (мкм); **De** – толщина эпидермиса (мкм); **At** – количество трихом по краю основания листа; **Papr-okt** – количество осадков в апреле-октябре; **Lnorm** – длина листа, нормированная к значению донецкого образца; **Wnorm** – влажность воздуха, нормированная к значениям в Донецке; **Wlnorm** – ширина листа, нормированная к значению донецкого образца.

Table 2. Results of regression analysis of the dependence of the leaf morphological and anatomical traits of *Campanula trachelium* from climatic parameter in the sites of seed origin. **Lp** – petiole length (cm); **Tjn** – mean temperature of June (°C); **Wlp** – leaf blade width (cm); **Rs** – mean daily sun radiation (kcal/cm²); **Dm** – palisade mesophyll depth (μm); **De** – epidermis depth (μm); **At** – number of trichomes on the edge near the base of leaf blade; **Papr-okt** – precipitations (mm) in April-October; **Lnorm** – leaf length normalized to value of Donetsk sample; **Wnorm** – air humidity normalized to Donetsk conditions; **Wlnorm** – leaf width normalized to value of Donetsk sample.

Зависимость	Параметры уравнения		Коэффициент детерминации, R ²
	угловой коэффициент, а	свободный член, b	
Lp(Tjn)	-0,13	4,13	0,72
Lp/Wlp(Tjn)	-0,02	0,60	0,80
Lp/Wl/p(Rs)	-0,001	0,63	0,80
Dm(Rs)	0,15	40,90	0,80
De(Rs) adaxial	0,09	9,40	0,79
De(Rs) abaxial	0,07	7,44	0,84
At(Papr-okt)	0,11	16,9	0,56
Lnorm(Wnorm)	2,06	-4,73	0,69
Wlnorm(Wnorm)	0,009	0,92	0,50

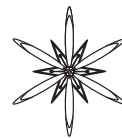
MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL TREATS OF *CAMPANULA TRACHELIUM* L. LEAVES IN STEPPE ZONE OF UKRAINE

IRINA KROHMAL * & MAXIM NETSVETOV

Abstract. Morphological and anatomical traits of *Campanula trachelium* L. leaves from 8 samples of different sites of seed origin have been studied. There were described labile and stable leaf traits of plants growing in the steppe zone of Ukraine. The labile traits, i.e. petiole length and its ratio to width of leaf blade, number of trichomes and stomata on adaxial leaf side, are not strongly related with climatic conditions in seed origin sites. The stable traits, i.e. leaf blade size, thickness of epidermis and palisade mesophyll, relate with climatic parameters in sites of origin.

Key words: *Campanula trachelium*, morphology, anatomy, leaf, sites of origin

Donetsk botanical garden of the NAS of Ukraine, 110 Illicha ave., Donetsk, 83059, Ukraine; * dies_iraе78@mail.ru



УДК:581.845:634.8

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ АНАТОМИЯ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ ВИНОГРАДА (*VITIS* L.)

ВАЛЕНТИН С. КОДРЯНУ

Аннотация. С целью выявления адаптивных признаков засухоустойчивости винограда, которые могут быть использованы в селекционных и интродукционных работах в роде *Vitis* L., определены биометрические величины 21 морфо-анатомического признака пластинки листа у 5 видов рода *Vitis*, 10 сортов вида *V. vinifera* L. и 10 отдаленных гибридов *V. vinifera* × *Muscadinia rotundifolia* (Michx.) Small.

В результате этого исследования выявлены 6 количественных признаков листовой пластинки, которые определяют относительную засухоустойчивость винограда. Более засухоустойчивыми являются виды, сорта и гибриды винограда, у которых средняя толщина листовой пластинки больше; средняя площадь пластинки листа меньше; отношение средней площади сухой листовой пластинки к ее среднему объему меньше; сухая масса пластинки листа больше; степень сочности и степень склерофилии листовой пластинки больше.

Ключевые слова: *Vitis*, виноград, анатомия, морфология, листовая пластинка, эпидерма, паренхима, устьица, засухоустойчивость

Ботанический сад (Институт) Академии Наук Республики Молдова, ул. Лесная 18, г. Кишинэу, МД 2002, Молдова; gradinabotanica@moldnet.md; www.gradinabotanica.asm.md

Введение

С целью выявления адаптивных признаков засухоустойчивости винограда, которые могут быть использованы в селекционных и интродукционных работах в роде *Vitis* L., определены биометрические величины морфо-анатомических признаков пластинки листа у 5 видов данного рода, 10 сортов *V. vinifera* L. и 10 отдаленных гибридов *V. vinifera* × *Muscadinia rotundifolia* (Michx.) Small.

В результате изучения работ различных авторов по структуре и засухоустойчивости цветковых растений (Эзау 1980; Культиасов 1982; Крамер и Козловский, 1983; Жученко 1988), а также касающихся анатомо-морфологического строения и засухоустойчивости видов и сортов рода *Vitis* L. (Баранов 1946; Негруль 1946; Василевская 1954; Costantinescu et al. 1970; Chirilei et al. 1970; Dúring & Scienza 1980; Burzo et al. 1999; Jakson 2008), был подобран комплекс морфо-анатомических признаков листовой пластинки, которые были исследованы для определения их роли в засухоустойчивости видов и сортов винограда.

Материалы и методы исследований

Материал для исследования – зрелые листья видов и сортов винограда, собранные 24.07.2012 в ампелографической коллекции Научно-Практического Института Плодоводства и Пищевых Технологий, расположенной вблизи города Кишинэу. Листья отдаленных гибридов *V. vinifera* × *M. rotundifolia*, созданных д.б.н. Е. Александровым, были собраны в коллекции винограда Ботанического сада (Института) Академии Наук Республики Молдова также в г. Кишинэу.

Количественная анатомия эпидермы листовой пластинки у видов, сортов и отдаленных гибридов винограда была изучена в светооптическом микроскопе Ergaval на репликах (оттисках) абаксиальной и адаксиальной эпидерм, изготовленных из бесцветного лака «Golden Rose» (CODREANU 2006, 2007, 2011; CODREANU et al. 2008). Для изучения поперечных срезов листовой пластинки винограда была использована методика изготовления временных препаратов, описанная в другой работе

(СОДРЕАНУ 2009). Для определения средней площади листовой пластинки использован ампелометрический метод (ПЕТРАШ 1986). Определение содержания воды, свежей и сухой массы листовых пластинок винограда выполнено по методике Н.Н. ТРЕТЬЯКОВА (1990).

Результаты и их обсуждение

Результаты биометрии 21 морфо-анатомического признака листовой пластинки различных видов и сортов винограда приведены в Табл. 1-3.

Листовая пластинка винограда является дорзо-вентральной, гипостоматической и гетеробарической.

Эпидерма листа винограда (*Vitis*) – первичная защитная ткань, состоящая из одного ряда клеток, различных по форме, структуре и функциям. Эта ткань покрывает мезофилл и образует на вентральной (верхней) стороне листа адаксиальную эпидерму, а на дорсальной (нижней) стороне – абаксиальную эпидерму.

Адаксиальная эпидерма, в плане, состоит из одного ряда клеток, плотно расположенных одна к другой. Клетки имеют форму полигона с 5-8 сторонами различной длины. Наружные антиклинальные стенки этих клеток утолщены сильнее, чем радиальные и покрыты слоем кутикулы различной толщины у разных сортов и видов винограда. Клетки адаксиальной эпидермы листовой пластинки у некоторых видов и сортов винограда формируют выросты – трихомы. Самый распространенный вид трихом у винограда – кроющие волоски. Адаксиальная эпидерма листа винограда не содержит устьиц.

Абаксиальная эпидерма также состоит из одного ряда клеток, но содержит больше морфологических типов клеток: основные эпидермальные клетки, устьица, побочные клетки, соседние клетки и кроющие волоски, различные по форме, структуре и величине.

Главная функция эпидермы листа – защита растения винограда от излишней потери воды и питательных веществ, защита от механических повреждений

и от проникновения патогенных микроорганизмов. Устьица, совместно с побочными и соседними клетками, образуют устьичные аппараты (комплексы). Для абаксиальной эпидермы листовой пластинки винограда характерен *актиноцитный морфологический тип устьиц*. У актиноцитного устьичного аппарата побочные клетки отличаются от основных эпидермальные клеток по форме и величине. Они образуют вокруг замыкающих клеток розету. Латеральные стенки клеток розеты направлены к апертуре устьица.

Частота устьиц абаксиальной эпидермы листа характерна для вида и сорта, видоспецифична и сортоспецифична, но изменяется под влиянием факторов окружающей среды.

У изученных в 2010 году 10 видов винограда и 14 сортов вида *V. vinifera* частота устьиц варьирует от 156,40 устьиц/мм² у *V. solonis* Planch., до 239,80 устьиц/мм² – у *V. romanetii* Rom. Caill. У сортов винограда частота устьиц варьирует от 102,28 устьиц/мм² у сорта 'Рапа нягрэ', до 250,40 устьиц/мм² – у сорта 'Гордин'. Устьичный индекс варьирует от 4,46 % у сорта 'Траса де Котнарэ', до 8,97 % – у вида *V. cinerea* Engelm. ex Millardet. Частота абаксиальных эпидермальных клеток листовой пластинки варьирует от 2021 клетки/мм² у сорта 'Коарнэ нягрэ' до 3950 клеток/мм² – у сорта 'Фетяска албэ'. Средняя площадь клеток абаксиальной эпидермы варьирует от 494,80 мкм² у сорта 'Коарна нягрэ' до 253,16 мкм² – у сорта 'Фетяска албэ'.

Частота клеток адаксиальной эпидермы у всех изученных видов и сортов винограда меньше, чем частота клеток абаксиальной эпидермы и в 2010 году варьирует от 1309 клеток/мм² у сорта 'Киш-миш алб овал' до 2797 клеток/мм² – у вида *V. californica* Benth. Средняя площадь адаксиальных эпидермальных клеток больше, чем у абаксиальных клеток.

Установлена следующая закономерность, характерная для устьиц и эпидермальных клеток листовой пластинки винограда: увеличение частоты устьиц и клеток адаксиальной и абаксиальной эпидермы

Табл. 1. Биометрические величины морфо-анатомических признаков листовой пластинки, на поперечном срезе, у отдаленных гибридов винограда (2012 год).
Table 1. Biometric values of morpho-anatomic characters of the leaf blade, in cross section, for distant hybrids of the grapevine (2012).

Гибрида	Средняя толщина листовой пластинки (в мкм)	Толщина (в мкм)			Ширина клеток эпидермы (в мкм)		Частота устьиц на 1 мм ² площади листовой пластинки		Длина устьиц (в мкм)		Ширина устьиц (в мкм)		Частота клеток эпидермы на 1 мм ² площади листовой пластинки		Средняя площадь клеток эпидермы на 1 мм ² площади листовой пластинки		Устьичный индекс (в %)
		паренхимы	паренхимы	губчатой паренхимы	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности	адаксияльной поверхности		
DRX-M ₃ -14	221,89	65,72	115,32	21,25	19,60	119,83	30,88	21,28	2011	2264	497,26	441,70	6				
DRX-M ₃ -20	217,70	65,10	113,15	21,07	18,30	144,25	28,29	17,10	992	2227	1008,06	449,03	7				
DRX-M ₃ -17	217,36	70,31	104,66	22,37	20,02	186,12	25,50	15,50	1610,40	2592	620,96	385,80	8				
DRX-M ₄ -580	214,65	71,68	101,99	21,76	19,21	141,80	29,70	13,45	1520	2949	657,89	339,09	5				
DRX-M ₄ -641	212,96	63,06	105,03	26,51	18,36	155,40	33,25	19,01	1113	2711	898,47	368,86	6				
DRX-M ₄ -537	211,04	62,00	104,91	24,23	19,90	165,60	28,80	16,60	1113	2497	898,47	400,48	7				
DRX-M ₄ -502	206,55	58,04	106,83	23,18	18,50	192,75	28,81	16,67	1924	3020	519,75	331,12	7				
DRX-M ₄ -536	203,44	69,26	96,91	21,34	15,93	170,25	25,28	15,00	1867	2813	535,61	355,49	6				
DRX-M ₄ -578	195,67	59,71	97,34	21,15	17,40	131,75	29,94	15,73	1560	2199	641,02	454,75	6				
DRX-M ₄ -504	174,09	59,46	84,47	15,46	14,70	181,00	28,59	16,78	1696	2983	589,62	335,23	6				

Табл. 2. Биометрические величины некоторых морфо-анатомических признаков листовой пластинки, которые определяют засухоустойчивость отдаленных гибридов винограда (2012 год).

Гибриды	Свежие листья			Сухие листья			Вода					
	Средняя площадь (S) листовой пластинки (в см ²)	Средний объем (V) листовой пластинки (в см ³)	Отношение S:V	Средняя площадь (S) листовой пластинки (в см ²)	Средний объем (V) листовой пластинки (в см ³)	Отношение S:V	Масса (в г)	% из свежей массы листовой пластинки	Степень сочности (масса воды : средняя площадь листовой пластинки (g:S))	Характер склерофилии (сухая масса листовой пластинки : средняя площадь листовой пластинки (g:S))	% сухой массы листовой пластинки	Засухо-устойчивость (место в ряду)
DRX-M ₄ -S02	82,66	1,8849	43,85	82,66	0,5062	163,29	1,3787	73,1445	0,0167	0,0062	26,85	6
DRX-M ₄ -641	119,37	2,6506	45,03	119,37	0,6967	171,33	1,9539	73,7154	0,0164	0,0059	26,28	10
DRX-M ₅ -17	61,59	1,3108	46,98	61,59	0,4480	137,47	0,8628	65,8224	0,0140	0,0073	34,17	1
DRX-M ₄ -S80	62,33	1,3187	47,26	62,33	0,4315	144,45	0,8872	67,2784	0,0143	0,0070	32,72	3
DRX-M ₄ -S78	97,39	2,0510	47,48	97,39	0,6888	141,39	1,3622	66,4164	0,0140	0,0071	33,58	2
DRX-M ₄ -S36	111,36	2,2860	48,71	111,36	0,6828	163,02	1,6032	70,1313	0,0144	0,0062	29,86	9
DRX-M ₅ -20	81,79	1,6507	49,55	81,79	0,5347	152,96	1,1160	67,6077	0,0137	0,0066	32,39	4
DRX-M ₅ -14	70,17	1,4075	49,85	70,17	0,4359	160,97	0,9716	69,0302	0,0139	0,0063	30,97	5
DRX-M ₄ -S04	94,80	1,8098	52,38	94,80	0,5535	171,27	1,2563	69,4166	0,0133	0,0059	30,58	7
DRX-M ₄ -S37	100,17	1,8390	54,47	100,17	0,6234	160,68	1,2156	66,1012	0,0122	0,0063	33,89	8

Табл. 3. Биометрические величины морфо-анатомических признаков листовой пластинки, которые определяют засухоустойчивость видов и сортов винограда (2012 год).

Table 3. Biometric values of morpho-anatomic characters of the leaf blade, which determine drought resistance of grapevine species and cultivars (2012).

Вид или сорт винограда	Свежие листья				Сухие листья				Вода				Засухоустойчивость (место в ряду)
	Средняя площадь (S) (в см ²)	Средний объем (V) (в см ³)	Отношение S:V	Средняя площадь (S) (в см ²)	Средний объем (V) (в см ³)	Отношение S:V	Масса (в г)	% из свежей массы листовой пластинки	Степень сочности (масса воды : средняя площадь листовой пластинки) (g:S)	Характер склерофинина (сухая масса в пластинки : средняя площадь в. пластинки) (g:S)	% сухой массы листовой пластинки		
<i>V. silvestris</i> Gmel.	64,81	1,7278	37,51	64,81	0,5813	111,49	1,1465	66,35	0,0177	0,0090	33,64	3	
<i>V. californica</i> Benth.	36,26	0,9558	37,93	36,26	0,3595	100,86	0,5963	62,38	0,0165	0,0100	37,61	1	
<i>V. rupestris</i> Scheele.	35,43	0,8381	42,27	35,43	0,2881	122,97	0,5500	65,62	0,0156	0,0082	34,37	2	
<i>V. monticola</i> Buckl.	63,05	1,6188	38,95	63,05	0,4989	126,37	1,1199	69,18	0,0178	0,0080	30,81	4	
<i>V. amurensis</i> Rupr.	54,67	1,3738	39,79	54,67	0,3701	119,05	0,9108	66,29	0,0167	0,0068	26,93	5	
'Coarna neagră'	81,25	2,7834	29,19	81,25	0,8730	93,07	1,9104	68,63	0,0236	0,0108	31,36	1	
'Serexia neagră' ('Rara neagră')	110,05	3,2330	34,18	110,05	0,9850	112,18	2,2480	69,53	0,0205	0,0090	30,46	2	
'Gordin'	85,65	2,4278	35,28	85,65	0,7284	117,58	1,6994	69,99	0,0199	0,0085	30,00	4	
'Feteasca albă'	73,59	1,9995	36,80	73,59	0,6053	121,57	1,3942	69,72	0,0190	0,0083	30,27	5	
'Copicac'	99,48	2,6141	38,05	99,48	0,8417	118,19	1,7754	67,91	0,0179	0,0085	33,34	1	
'Coarnă albă'	78,47	2,0046	39,14	78,47	0,6246	125,63	1,2359	61,65	0,0158	0,0080	31,15	4	
'Pino negru'	66,98	1,6700	40,10	66,98	0,5532	121,07	1,1168	66,87	0,0167	0,0083	33,12	1	
'Feteasca neagră'	111,22	2,7182	40,91	111,22	0,9064	122,70	1,8118	66,65	0,0163	0,0082	33,34	2	
'Aligote'	78,61	1,7644	44,55	78,61	0,5815	135,18	1,1829	67,04	0,0151	0,0074	32,95	3	
'Șasla'	44,21	0,9180	48,16	44,21	0,2863	154,41	0,6317	68,82	0,0143	0,0065	31,18	5	

приводит к уменьшению средней площади этих клеток.

Если во время засухи увеличивается частота устьиц на 1 мм² листовой пластинки, то это означает, что засуха более задерживает рост клеток и меньше – их деление.

Частота устьиц листовой пластинки у отдаленных гибридов винограда, изученных в 2012 году, варьирует от 119,83 устьиц/мм² у DRX-M₅-14 до 192,75 устьиц/мм² – у DRX-M₄-502 (Табл. 1). Частота адаксиальных эпидермальных клеток варьирует от 1113 клеток/мм² у DRX-M₄-537 до 2011 клеток/мм² – у DRX-M₅-14. Частота абаксиальных эпидермальных клеток варьирует от 2199 клеток/мм² у DRX-M₄-578 до 3020 клеток/мм² – у DRX-M₄-502.

Сопоставляя биометрические величины морфо-анатомических признаков листовой пластинки у отдаленных гибридов и у видов и сортов рода *Vitis*, выявили, что они вкладываются в пределах изменчивости признаков вида *V. vinifera*.

Исходя из данных Табл. 1 и Табл. 2, констатируем, что отдаленный гибрид DRX-M₅-17 является самым засухоустойчивым из 10, изученных в 2012 году. Средняя площадь листовой пластинки у этого гибрида достигает 61,59 см²; частота устьиц – 186,12 устьиц/мм²; масса воды – 0,8628 г (65,82 %); сухая масса – 0,4480 г (34,17 %); степень сочности листовой пластинки – 0,0140; степень склерофии – 0,0073. К этой же категории засухоустойчивых отдаленных гибридов принадлежат DRX-M₄-578, DRX-M₄-580, DRX-M₅-20 (Табл. 1, 2).

Мезофилл расположен между адаксиальной и абаксиальной эпидермами пластинки листа и дифференцирован на палисадную паренхиму и губчатую паренхиму. Крупные коллатеральные проводящие пучки покрыты механической тканью, а мелкие проводящие пучки погружены в мезофилл и окружены одним или двумя слоями паренхимных клеток, которые образуют обкладку пучка.

Кристаллы оксалата кальция, в виде рафид, локализуются в более крупных клетках мезофилла (идиобластах). Клетки с рафидами

рассеяны среди паренхимных клеток губчатой ткани, на границе с палисадной тканью. Размеры рафид различны: их длина варьирует от 20 до 60 мкм, ширина – от 15 до 35 мкм.

Палисадная ткань состоит из одного ряда клеток, расположенных перпендикулярно к поверхности листовой пластинки. Средняя длина этих клеток варьирует в 2010 году от 50,90 мкм у сорта 'Шасла' до 68,20 мкм – у вида *V. californica*. Ширина палисадных клеток варьирует от 9 до 12-15 мкм. Только у сорта 'Изабелла' толщина (высота) палисадной паренхимы больше (74,40 мкм), чем толщина губчатой ткани (51,40 мкм) и, у этого сорта, толщина палисадной ткани является морфо-анатомическим качественным признаком засухоустойчивости винограда.

У всех других видов и сортов винограда, изученных в 2010 году и в 2012 году, средняя толщина палисадной паренхимы меньше, чем толщина губчатой ткани. *Тотальная толщина листовой пластинки* – это один из главных адаптивных признаков засухоустойчивости винограда, но это количественный морфо-анатомический признак.

Клетки палисадной паренхимы отличаются от клеток губчатой паренхимы по форме и величине. У палисадных клеток преобладает рост перпендикулярный к адаксиальной эпидерме. Клетки губчатой ткани растут в продольном направлении. Структурные особенности этих двух тканей мезофилла зависят и от топографии, и от ультраструктуры хлоропластов.

Губчатая ткань состоит из 5-7-9 рядов клеток, различающихся по форме и величине. В этой ткани различаем клетки округлые с диаметром 15-17 мкм; овальные с большим диаметром 25-35 мкм; удлинённо-овальные клетки с большим диаметром 40-60 мкм; тетрагональные клетки с размерами 25-30 мкм; лопастные клетки и клетки неправильной формы с разрастаниями, которые соединяют клетки между собой. Топографические контакты между клетками осуществляются в горизонтальном плане, параллельно поверхности листовой пластинки. Зрелые клетки мезофилла очень вакуолизованы.

Межклеточные пространства в мезофилле имеют схизогенное происхождение.

Средняя толщина листовой пластинки у отдаленных гибридов винограда, изученных в 2012 году, варьирует от 221,89 мкм у DRX-M₅-14 до 174,09 мкм – у DRX-M₄-504 (Табл. 1). По данным литературы, бóльшая толщина листовой пластинки является одним из главных адаптивных морфо-анатомических признаков, которые определяют засухоустойчивость цветковых растений и винограда.

Средняя толщина листовой пластинки у видов и сортов винограда, изученных в 2010 году, варьирует от 211,36 мкм у местного сорта 'Гордин' до 170, 26 мкм – у вида *V. vulpina* L.

Группа видов винограда с бóльшей засухоустойчивостью включает также виды *V. monticola*, *V. romanetii*, *V. californica*, *V. solonis*, *V. silvestris*, *V. rupestris*, которые имеют среднюю толщину листовой пластинки в пределах 190-210 мкм. К этой группе принадлежат и местные сорта 'Гордин', 'Копчак', 'Коарна нягрэ', 'Талбена де Одбешть', которые имеют среднюю толщину листовой пластинки больше, чем сорта 'Алиготе', 'Кишмишалбовал', 'Пино фран', оцененные в ампелографической литературе как засухоустойчивые.

Из видов винограда, изученных в 2012 году, отличается бóльшей засухоустойчивостью *V. californica* (см. Табл. 3). Средняя площадь листовой пластинки этого вида – 36,26 см²; сухая масса листовой пластинки – 0,3595 г (37,61 %); вода составляет 0,5963 г (62,38 %) из свежей массы листовой пластинки; степень сочности – 0,0165; степень склерофилии – 0,0100; отношение средней площади сухой листовой пластинки к ее среднему объему – 100,86.

У вида *V. rupestris* средняя площадь листовой пластинки – 35,43 см²; сухая масса листовой пластинки – 0,2881 г (34,37 %); масса воды – 0,55 г (65,62 %); отношение S:V – 122,97; степень сочности – 0,0156; степень склерофилии – 0,0082.

Среди сортов *V. vinifera* высокой относительной засухоустойчивостью отличается 'Коарна нягрэ'. У этого сорта

средняя площадь листовой пластинки – 81,25 см²; сухая масса листовой пластинки – 0,8730 г (31,36 %); отношение S:V сухой листовой пластинки – 93,07, самое малое, среди изученных в 2012 году, 5 видов и 10 сортов винограда. Степень сочности – 0,0236; степень склерофилии – 0,00108. Вода составляет 1,9104 г (68,63 %) из свежей массы листовой пластинки.

У сорта 'Копчак' средняя площадь листовой пластинки – 99,48 см²; сухая масса – 0,8417 г (33,34 %); масса воды – 1,7734 г (67,91 %); отношение S:V сухой листовой пластинки – 118,19; степень сочности – 0,0179; степень склерофилии – 0,0085. К этой группе засухоустойчивых сортов, по процентному соотношению сухой массы, принадлежат сорта 'Фетяска нягрэ', 'Алиготе', 'Шасла', 'Коарна албэ'. У сорта 'Коарна албэ' вода составляет всего 61,65 % из свежей массы листовой пластинки. Меньшее содержание воды характерно для более устойчивых к засухе сортов и видов винограда.

На базе выявленных 6 адаптивных признаков, разработан метод определения засухоустойчивости винограда по морфо-анатомическим признакам листовой пластинки.

Выводы

1. В результате изучения 21 морфо-анатомического признака листовой пластинки у 5 видов рода *Vitis*, 10 сортов вида *V. vinifera* и 10 отдаленных гибридов *V. vinifera* × *M. rotundifolia*, установлены 6 адаптивных признаков, которые определяют относительную засухоустойчивость винограда.

Более засухоустойчивыми являются виды, сорта и гибриды винограда, у которых: а) средняя толщина листовой пластинки больше; б) средняя площадь пластинки листа меньше; в) отношение средней площади сухой листовой пластинки к ее среднему объему меньше; г) сухая масса пластинки листа больше; д) степень сочности листовой пластинки и степень склерофилии больше.

2. Для абаксиальной эпидермы листовой пластинки видов, сортов и

отдаленных гибридов винограда характерны устьичные аппараты актиноцитного морфологического типа.

3. Установлена частота устьиц на 1 мм² листовой пластинки у 10 отдаленных гибридов винограда. В 2012 году, частота устьиц варьировала от 119,83 устьиц/мм² у DRX-M₅-14 до 192,75 устьиц/мм² – у гибрида DRX-M₄-502.

Изучение частоты устьиц винограда актуально и полезно для виноградарства, потому что генотипы винограда, у которых частота устьиц меньше, являются более адаптированными к конкретным условиям жизни; а те генотипы, у которых значительно изменяется частота устьиц в год, следующий за засушливым, способны лучше адаптироваться к новым условиям жизни.

4. Частота клеток адаксиальной эпидермы листовой пластинки у отдаленных гибридов винограда варьирует от 1113 клеток/мм² у DRX-M₄-641 до 2011 клеток/мм² – у DRX-M₅-14. Частота клеток абаксиальной эпидермы варьирует от 2199 клеток/мм² у DRX-M₄-578 до 3020 клеток/мм² – у DRX-M₄-502.

У изученных отдаленных гибридов частота адаксиальных и абаксиальных эпидермальных клеток и их биометрические величины вкладываются в пределах изменчивости этих признаков у вида *V. vinifera*.

5. У видов, сортов и отдаленных гибридов винограда, на клеточном уровне, засуха отрицательно влияет на деление клеток и/или их растяжение. У *V. californica*, *V. champini*, *V. cinerea*, *V. lincecumii*, *V. rupestris* частота адаксиальных эпидермальных клеток на 0,25 мм² листовой пластинки в засушливом 2007 году меньше, чем в 2006 году. Это означает, что засуха отрицательно повлияла на деление клеток.

У видов *V. silvestrii*, *V. solonis* и у сортов 'Коарна нягрэ', 'Коарна албэ', 'Чиоркуца нягрэ' частота адаксиальных эпидермальных клеток больше в засушливом 2007 году. Засуха оказала свое отрицательное воздействие на растяжение клеток.

БАРАНОВ П.А. 1946. Строение виноградной лозы. В кн.: Фролов-Багреев А.М. (ред.). Ампеология СССР, Т. 1: 217–346. Пищепромиздат, Москва

ВАСИЛЕВСКАЯ В.К. 1954. Формирование листа засухоустойчивых растений. Изд-во Туркменской АН ССР, Ашхабад.

ЖУЧЕНКО А.А. 1988. Адаптивный потенциал культурных растений. Штиинца, Кишинев.

КРАМЕР П.Д., КОЗЛОВСКИЙ Т.Т. 1983. Физиология древесных растений. Лесная промышленность, Москва.

КУЛЬТИАСОВ И.М. 1982. Экология растений. МГУ, Москва.

НЕГРУЛЬ А.М. 1946. Семейство Vitaceae Lindley (Ampelideae Kunth.) В кн.: Фролов-Багреев А.М. (ред.). Ампеология СССР, Т. 1: 45–132. Пищепромиздат, Москва.

ПЕТРАШ Д. 1986. Ампеолометрический метод. В кн.: Тимуш А.И. (ред.). Энциклопедия виноградарства, Т. 1: 80. Главная редакция Молдавской Советской Энциклопедии, Кишинев.

ТРЕТЬЯКОВ Н.Н. (ред.). 1990. Практикум по физиологии растений. Агропромиздат, Москва.

ЭЗЛУ К. 1980. Анатомия семенных растений. Книга 2. Мир, Москва.

BURZO I., TOMA S., OLTEANU I., DCJEU L., DELIAN E., HOZA D. 1999. Fiziologia plantelor de cultură, Vol. 3. Fiziologia pomilor fructiferi și a viței de vie. Știința, Chișinău.

CHIRILEI H., GEORGESCU M., DOROBANȚU N. 1970. Fiziologia viței de vie. În: CONSTANTINESCU GH. (red.), Ampelografia RSR, Vol. 1: 297–353. Editura ARSR, București.

CONSTANTINESCU GH., CIOCĂRLAN V., ALEXEI O. 1970. Sistematica familiei, Vitaceae. – În: CONSTANTINESCU GH. (red.), Ampelografia RSR, Vol. 1: 219–295. Editura ARSR, București.

CODREANU V. 2006. Anatomia comparată a viței de vie (*Vitis L.*). Combinatul Poligrafic, Chișinău.

CODREANU V. 2007. Anatomia epidermei frunzei la unele specii de viță de vie (*Vitis L.*). Studia Universitatis. Revistă științifică a USM. Seria „Științe ale naturii”, Chișinău 2: 106–113.

CODREANU V., SAVIN GH., CORNEA V., GRIGORAȘ V. 2008. Anatomia epidermei frunzei la unele soiuri de viță de vie *Vitis vinifera L.* Studia Universitatis. Revistă științifică a USM. Seria „Științe ale naturii”, Chișinău 2: 60–69.

CODREANU V. 2009. Structura anatomică a laminei frunzei la unele specii de viță de vie. Studia Universitatis. Revistă științifică a USM. Seria „Științe ale naturii”, Chișinău 2: 60–67.

CODREANU V. 2011. Anatomia cantitativă a laminei

Цитируемые источники

frunzei viței de vie. *Structura și funcționalitatea sistemelor biologice – diversitate și universalitate. În memoria academicianului Boris Matienco (Materialele conferinței științifice. La 17 noiembrie 2011, Chișinău, Republica Moldova)*: 29–32.

DÚRING H., SCIENZA A. 1980. Drought resistance

of some *Vitis* species and cultivars. *Proc. 3rd Int. Symp. Grapevine Breeding (15-18 June 1980, Davis, California)*: 179–190.

JACKSON R.S. 2008. Wine Science. Principles and Applications. 3rd Edition. Academic Press, New York.

QUANTITATIVE ANATOMY OF GRAPEVINE (*VITIS* L.) LEAF BLADE

VALENTINE S. CODREANU

Abstract. Current investigations were conducted to clarify the features of grapevine which are adaptive to drought and can be used in selection and introduction of *Vitis* L. There are determined biometric values of 21 morpho-anatomic characters of leaf blade for 10 species of grapevine, 10 cultivars of *V. vinifera* L. and 10 distant hybrids *V. vinifera* × *Muscadinia rotundifolia* Michx. As a result of this study 6 leaf blade quantitative characters which determine relative grapevine drought resistance were described.

The most drought resistant species, sorts and hybrids of grapevine are that which have: a) greater average thickness of leaf blade; b) smaller surface (average area) of leaf blade; c) less ratio between average area and average volume of dried leaf blade; d) greater mass of dried leaf blade; e) higher degrees of the leaf succulence and sclerophylly.

Key words: *Vitis*, grapevine, anatomy, morphology, leaf blade, epidermis, parenchyma, stomata, drought resistance

Botanical Garden (Institute) of ASM, 18 Pădurii str., Chișinău, MD 2002, Republic of Moldova; gradinabotanica@moldnet.md; www.gradinabotanica.asm.md



СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ЧЕРЕШКА ЛИСТА РАЗНОГЕНОМНЫХ ГИБРИДОВ АЙВА × ЯБЛОНЯ (*CYDONIA* × *MALUS*)

ЕЛИЗАВЕТА ОНИКА

Аннотация. В статье описаны морфоанатомические особенности строения черешка у 15-ти разногеномных гибридов айва × яблоня в сравнении с другими гибридами и исходными формами. Приведены отличительные и общие признаки данного вегетативного органа у изученных гибридов по сравнению с другими гибридами и родительскими формами.

Ключевые слова: *Cydonia*, *Malus*, айва, яблоня, анатомия, морфология, черешок, ксилема, флоэма, межвидовые гибриды

Ботанический сад (Институт) Академии наук Республики Молдова, ул. Лесная 18, г. Кишинэу, МД 2002, Молдова; gradinabotanica@moldnet.md, www.gradinabotanica.asm.md

Введение

Полученные И.С. Руденко (1978) межродовые разногеномные айвово-яблоневые гибриды являются новой формой плодового семечкового растения и представляют большой интерес для разработки теоретических вопросов отдаленной гибридизации плодовых, а также для практической селекции, как источник одноцветковости, слаборослости и для создания полиплоидных форм айвы.

Межродовые гибриды F_1 и F_2 , как правило, не обладают комплексом необходимых признаков, однако им присущи ряд ценных свойств и могут быть использованы в дальнейшей селекционно-генетической работе. Отдаленные межвидовые айвово-яблоневые гибриды сочетают признаки вегетативных и генеративных органов обоих родительских форм в различных соотношениях (Оника 1993, 2009; ОНИКА 1994, 2010).

Структура черешка листа является более консервативной, нежели структура других вегетативных органов растения и поэтому используется в качестве диагностического систематического признака на родовом и видовом уровнях, особенно среди близкородственных групп.

Биологическая характеристика новых форм и гибридов растений будет неполной без данных о сравнительно-анатомическом строении их вегетативных и генеративных органов. Целью данной работы было выяснение особенностей анатомического строения черешка разногеномных гибридов F_1 - F_2 (*Cydonia* × *Malus*) по сравнению с родительскими и другими гибридными формами.

Материалы и методы исследований

Для анатомических анализов были отобраны окончательно сформировавшиеся листья из середины кроны и побега в первой декаде июля. Черешки были собраны с юго-западной стороны кроны дерева однолетних побегов. Фиксация средней части черешка производилась по Чемберлену. Для изучения анатомического строения черешка листа у 15-ти разногеномных гибридов, в сравнении с исходными формами (айва сорта 'Турунчукская' и яблоня сорта 'Джонатан') были изготовлены постоянные и временные препараты из поперечных срезов черешка свежего и фиксированного материала. Все операции, связанные с обработкой материала, приготовлением срезов на микротоме и изготовлением препаратов, осуществляли

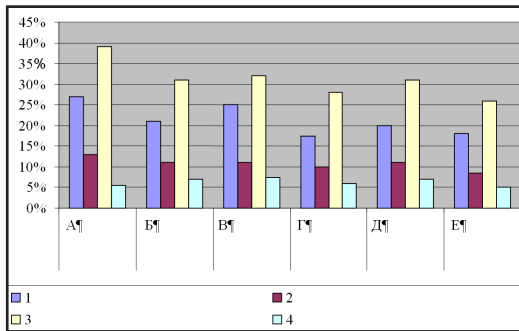


Рис. 1. Процентный состав тканей черешка листа у разногеномных гибридов F_1 - F_2 айва \times яблоня и родительских форм (*Cydonia* \times *Malus*). А – айва ($2n=2x=34$); Б – диплоиды ($2n=2x=34$); В – триплоиды айвового типа ($2n=3x=51$); Г – триплоиды яблоневого типа ($2n=3x=51$); Д – тетраплоиды ($2n=4x=68$); Е – яблоня ($2n=2x=34$). 1 – толщина ксилемы; 2 – толщина флоэмы; 3 – толщина проводящего пучка; 4 – толщина склеренхимы.

Fig. 1. The percentage of tissues in petioles of different genomic hybrids F_1 - F_2 of *Cydonia* \times *Malus* and its initial forms. А – quince ($2n=2x=34$); Б – diploids ($2n=2x=34$); В – triploids of quince type ($2n=3x=51$); Г – triploids of apple type ($2n=3x=51$); Д – tetraploids ($2n=4x=68$); Е – apple ($2n=2x=34$). 1 – xylem thickness; 2 – phloem thickness; 3 – vascular band thickness; 4 – sclerenchyma thickness.

по общепринятой методике (Фурст 1979; Никитин и Панкова 1982; Черненко 1986).

Результаты и их обсуждение

Было исследовано морфо-анатомическое строение черешка листа у исходных форм: айвы сорта 'Турунчукская' и яблони сорта 'Джонатан' у 15-ти разногеномных гибридов F_1 и F_2 , в том числе диплоидных ($2n = 2x = 34$, 4-74, no. 1, no. 25, Malonia), триплоидных ($2n = 3x = 51$, 2-69, 4-72, 7-72, 1-69, 13-72, 18-72, 4-76), тетраплоидных ($2n = 4x = 68$, no. 25, 33-72, 1-72, 6-72). Длина черешка у исследованных гибридных растений варьирует от 19 до 22 мм. Следует отметить, что данный признак характерен для отцовской формы. В структуре черешка листа были выявлены, как у исходных форм, так и у исследованных разногеномных гибридов, следующие ткани: эпидермис,

колленхима, паренхима, склеренхима, флоэма, ксилема. Черешки гибридов покрыты эпидермой, состоящей из мелких клеток с утолщенной оболочкой. Аллотриплоидные гибриды айвового типа сочетают, в разных соотношениях, анатомические признаки родителей, однако преобладают качественные и количественные признаки айвы, или же последние имеют промежуточный характер.

Очертание черешка на поперечном срезе, в основном, округлое, без выступов или со слабой степенью их проявления. В адаксиальной части черешка листа у триплоидных гибридов айвового типа (1-69, 13-72, 18-72) отсутствуют дополнительные пучки, что характерно для структуры черешка айвы. У межродовых гибридов яблоневого типа выявлены два дополнительных проводящих пучка и выступы в адаксиальной части черешка, т.е. проявляются отцовские признаки. Поперечное сечение черешка листа у изученных триплоидных гибридов (2-69, 4-72, 7-72) имеют желобовидную форму с округленными выступами и двумя дополнительными пучками, что типично для яблони. Структура черешка листа у диплоидных (4-74, no. 1, no. 25, Malonia) и тетраплоидных (no. 25, 33-72, 1-72, 6-72) растений сочетает родительские признаки в разных соотношениях, но качественные и количественные признаки наследуются ими промежуточно.

Весьма интересно отметить, что диплоидные гибриды характеризуются наиболее медленным ростом листьев и, в целом, растения. Диплоидные растения 4-74 отличаются от других гибридных и исходных форм толщиной черешка в радиальном и тангентальном направлениях, т.е. на 25-31% меньше в первом случае и на 23-27% меньше во втором. Толщина черешка листа в радиальном направлении у тетраплоидных и триплоидных растений превышает на 12-40% и на 5-30% в тангентальном направлении, по сравнению с родительскими видами. По другим количественным признакам (толщина ксилемы, флоэмы, толщина проводящего пучка) диплоидные и тетраплоидные растения являются промежуточные (Рис. 1).

Табл. 1. Сравнительная характеристика черешка листа у разногеномных гибридов айва × яблоня (*Cydonia* × *Malus*) и исходных форм.**Table 1.** The comparative characteristic of petioles of different genomic hybrids of *Cydonia* × *Malus* and its initial forms.

Признаки	Гибриды и исходные формы					
	Айва	№ 1	2-69	18-72	1-72	Яблоня
	2n=2x=34	2n=2x=34	2n=3x=51	2n=3x=51	2n=4x=68	2n=2x=34
Толщина черешка в радиальном направлении, мкм	1972±0,9	1970±5,3	2485±0,6	2121±0,4	2503±1,1	1785±1.1
Толщина черешка в тангентальном направлении, мкм	1986±0.6	1846±5,2	2446±0,2	2076±0,5	2572±1,2	1880±1.3
Толщина ксилемы, мкм	528±0.3	366±0,8	428±0,2	476±0,2	455±0,4	316±0.3
Толщина флоэмы, мкм	233±0.2	151±0,1	256±0,4	203±0,2	205±0,4	151±0.4
Толщина проводящей системы, мкм	761±0.2	517±0,3	683±0,5	669±0,3	660±0,4	465±0.4
Толщина склеренхимы, мкм	108±0.2	153±0,4	135±0,3	159±0,2	135±0,4	92±0.2
Толщина колленхимы с адаксиальной стороны, мкм	158±0.4	161±0,2	239±0,2	216±0,2	208±0,3	130±0.3
Толщина колленхимы с абаксиальной стороны, мкм	125±0.2	154±0,3	151±0,2	179±0,2	187±0,6	113±0.2
Угол полукольца проводящей системы, в градусах	224±0.7	263±0,9	258±0,3	239±0,7	240±1,1	271±1.0
Толщина паренхимы с абаксиальной стороны, мкм	483±0.3	379±0,2	499±0,8	470±0,2	450±0,8	283±0.9
Толщина паренхимы с адаксиальной стороны, мкм	266±0.3	440±0,3	683±0,4	377±0,2	683±0,4	585±0.6
Количество радиальных лучей в ксилеме, шт.	52±0.9	70±0,8	71±1,2	60±0,9	69±1,1	72±1.1

В процентном соотношении ксилема черешка листа у яблони составляет 18%, у диплоидных растений – 21%, у тетраплоидных – 20%, у айвы – 27%, у гибридов яблоневого типа – 17,5% а у гибридов айвового типа – 25% (Рис. 1). Эти особенности наблюдаются и по другим параметрам черешка листа у разногеномных гибридов. Исследованные гибриды характеризуются большей толщиной колленхимы в адаксиальной части черешка, а именно – 21-84% по сравнению с колленхимой у яблони, это эффект гетерозиса. В черешке листа у данных гибридов имеются структурные особенности женского и мужского организма.

Анализ данных Табл. 1 подтверждают, что по одним количественным признакам черешка листа изученные гибриды занимают промежуточное положение, а по большинству

анатомических параметров превосходят родительские формы. Нами установлено, что данные гибриды являются гетерозиготными растениями, обладают сложным генотипом и классифицируются на три группы: а) гибриды с преобладанием признаков черешка листа айвы; б) гибриды с преобладанием признаков яблони; в) гибриды с промежуточным типом наследования анатомических признаков.

На основе проведенного сравнительного анализа структуры черешка листа у разногеномных гибридов айва × яблоня были установлены отличительные и общие морфоанатомические особенности данных гибридов, в сравнении с другими гибридными растениями и исходными формами.

Выводы

1. Впервые для Республики Молдова были установлены морфоанатомические признаки черешка листа у разногеномных гибридов F_1 - F_2 айва × яблоня. Изученные межродовые гибриды сочетают морфологические характеристики черешка листа характерные для обоих родителей, однако преобладают признаки материнского растения (айвы).

2. Исследованные гибридные формы отличаются от других гетерозиготных растений присущими качественными и количественными признаками: присутствием или отсутствием дополнительных проводящих пучков, слабовыраженными выступами в адаксиальной части данного вегетативного органа, толщиной проводящего пучка, в частности флоэмы и ксилемы.

3. В результате изучения структуры черешка листа установлено, что гетерозиготные растения имеют сложный генотип, состоящий из генома айвы и генома яблони. Диплоидные и тетраплоидные гибриды промежуточно унаследовали структурные признаки черешка листа, поскольку в равной степени имело место слияние редуцированных и нередуцированных гамет родителей.

4. Особенности анатомического строения черешка листа у отдаленных гибридов

могут быть использованы в диагностике гибридности новой популяции растений *Cydonia* подсемейства *Romoideae*, а также в селекции плодовых растений.

Цитируемые источники

- НИКИТИН А.А., ПАНКОВА И.А. 1982.** Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений. Наука, Ленинград.
- ОНИКА Е.И. 1993.** Особенности анатомической структуры гибридов айва × яблоня. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Кишинэу.
- ОНИКА Е. 2009.** Особенности анатомического строения черешка листа аллотриплоидных гибридов F_2 айва × яблоня материнского типа. *Вісник Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка* **25-27**: 127–128.
- РУДЕНКО И.С. 1978.** Отдаленная гибридизация и полиплоидия у плодовых растений. Штиинца, Кишинев.
- ФУРСТ Г.Г. 1979.** Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. Наука, Москва.
- ЧЕРНЕНКО Е. С. 1986.** Анатомическое строение черешка листа яблони. *Бюлл. ГБС* **141**: 91–95.
- ONICA E.I. 1994.** *Moștenirea caracterelor anatomice ale pețiolului frunzei la hibridii F_1 - F_2 gutui × măr (*Cydonia* × *Malus*). Conf. științifică a botaniștilor. Chișinău: 79–80.*
- ONICA E. 2010.** *Anatomia comparată a pețiolului frunzei la hibridii distanți F_2 (*Cydonia* × *Malus*) de tip patern. Conservarea diversității plantelor consacrate aniversării a 60-ea de la fondarea Grădinii Botanice (Institut) a A.Ș.M. (Mater. Simp. Șt. Internațional, Chișinău): 88–91.*

COMPARATIVE ANATOMY OF THE PETIOLES OF DIFFERENT GENOMIC *CYDONIA* × *MALUS* HYBRIDS

ELISAVETA ONICA

Abstract. In the paper morphological and anatomical structure of the petioles of 15 different genomic hybrids between quince and apple are compared with other hybrids and the initial forms. Specific and common anatomic peculiarities of the petiole for the studied hybrids in comparison to other hybrids and parental forms are given.

Key words: *Cydonia*, *Malus*, anatomy, morphology, petiole, xylem, phloem, interspecific hybrids

Botanical Garden (Institute) Academy of Sciences of Moldova, 18 Padurii str., Chisinau, Moldova; gradinabotanica@moldnet.md, www.gradinabotanica.asm.md



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭПИДЕРМЫ ЛИСТА ДВУХ ВИДОВ РОДА *RHODODENDRON* L. В УСЛОВИЯХ БУТСКО-ПОЛЕССКОГО РЕГИОНА

Юлия В. Бондарь* и Сергей В. Зеркаль

Аннотация. Исследована эпидерма листа двух видов рода *Rhododendron* L. первого и второго года жизни, выявлены диагностические признаки, а также сходства и различия морфометрических показателей. Метод исследования – сравнительно-анатомический.

Ключевые слова: *Rhododendron*, Ericaceae, лист, анатомия, эпидерма, устьичный аппарат, трихомы

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», кафедра ботаники и экологии, Бульвар Космонавтов, 21, г. Брест, 224665, Республика Беларусь; * ulchitay@mail.ru

Введение

Анатомо-морфологические признаки растений являются хорошим показателем их эколого-морфологической приспособленности к среде. Перестройка анатомической структуры, как правило, связана с изменениями функционального состояния листа (Сытник и др. 1978).

Разнообразный характер расположения и строения эпидермиса является хорошим отличительным признаком для распознавания растений. Строение эпидермиса имеет существенное значение для диагностики, так как оно наряду с жилкованием листа весьма характерно для каждого вида растения (Дьякова 2011).

Эпидермис представляет собой самый наружный слой клеток тела растения. Плотнo примыкая друг к другу, эпидермальные клетки создают покров, предохраняющий растение от иссушения, механических повреждений, проникновения грибов-паразитов и т.п. Именно выполнением всевозможных функций обусловлены наиболее характерные черты строения эпидермальных клеток (Мирославов 1974).

Эпидермис – первичная покровная ткань, одна из сложнейших в структурном отношении. Эта ткань варьирует у различных групп растений и в разных экологических

условиях (Данилова и др. 1966).

По характеру выполняемых функций, строению и происхождению эпидермис состоит из трех групп клеток: основные эпидермальные клетки, устьица и трихомы. Структура эпидермиса в значительной степени зависит от особенностей строения примыкающих слоев мезофилла, форма основных эпидермальных клеток обуславливается характером роста листа или его части, которую они покрывают. В пределах одного семейства или даже вида встречаются различные типы устьичного аппарата (Сытник и др. 1978).

Для исследования были выбраны представители рода *Rhododendron* L., крупнейшего по числу видов в семействе Ericaceae Juss. (D.C.) (Бондарь и Басалай 2009).

Целью нашей работы было исследование эпидермы листа двух видов рода *Rhododendron*, первого и второго года жизни, выявление диагностических признаков, оценка сходства и различия морфометрических показателей.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили листья двух видов 1-го и 2-го года вегетации – *Rhododendron brachycarpum* D. Don. и *Rh. fortunei* Lindl., интродуцированные

семенами из репродукции Центрального ботанического сада АН Беларуси.

Для исследования образцы отбирали как минимум с 3-х особей каждого вида. Поперечные и продольные срезы готовили на санном микротоме с замораживающим столиком. Затем срезы окрашивали регрессивным способом, помещая в спиртовые растворы сафранина и нильского синего. После подвергали дегидратации в спирте разной концентрации. На следующем этапе их обрабатывали карболкилолом, ксилолом и помещали в канадский бальзам. Таким образом, методика была общепринятой в анатомии растений (Еремин и Шкуратова 2008; Бондарь 2012).

Для изучения эпидермального комплекса листа эпидерму снимали при помощи лезвия безопасной бритвы, а также использовали метод отпечатков эпидермы по Дж.Н. и Н.А. Анели (1986). Анализ исследованных объектов проводили на световых микроскопах Р-15, С-11, Микмед-5 в проходящем свете. Исследуя несколько срезов (они могут быть под одним стеклом), устанавливали общую картину структуры. Определяли гистологический состав объекта, топографию (расположение) тканей на разных срезах, их параметры (Еремин и Шкуратова 2008; Прозина 1960). Описание сопровождали количественными характеристиками, производили замеры с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15.

Результаты и выводы

Таким образом, исследование морфо-анатомической структуры листа показало, что листья видов *Rh. brachycarpum* и *Rh. fortunei* дорсовентрального типа и имеют следующие отличительные особенности в строении эпидермы:

1. Верхний и нижний эпидермис однослойны. В течение 2-го года вегетации листа размер основных клеток уменьшается по сравнению с 1-м годом (тангентальный размер основных клеток верхнего эпидермиса варьирует у *Rh. fortunei* 1-го года

– $47,36 \pm 0,34$ мкм, 2-го года – $37,28 \pm 0,36$ мкм; у *Rh. brachycarpum* 1-го года – $37,2 \pm 0,38$ мкм, 2-го года – $16,92 \pm 0,35$ мкм.

Нижнего эпидермиса у *Rh. fortunei* 1-го года – $48,2 \pm 0,32$ мкм, 2-го года – $17,28 \pm 0,37$ мкм; у *Rh. brachycarpum* 1-го года – $27,04 \pm 0,16$ мкм, 2-го года – $12,76 \pm 0,33$ мкм.).

2. Наружные оболочки основных эпидермальных клеток верхнего и нижнего эпидермиса равномерно утолщены. Внутренняя поверхность оболочек основных клеток верхнего эпидермиса у обоих видов имеет извилистый характер, а нижнего – кривостеночный первого порядка (Анели 1975).

3. Форма основных эпидермальных клеток верхнего эпидермиса у *Rh. fortunei* – прямоугольная, овальная; у *Rh. brachycarpum* – овально-вытянутая, более прямоугольная. Форма основных эпидермальных клеток нижнего эпидермиса: у *Rh. fortunei* – более округлая, у *Rh. brachycarpum* – округлая, 2-го года – клетки меньших размеров.

4. Верхний эпидермис имеет кутикулу у обоих видов и ее параметры варьируют от вида и возраста листа. У *Rh. fortunei* 1-го года – $2,68 \pm 0,09$ мкм, 2-го года – $11,16 \pm 0,15$ мкм; у *Rh. brachycarpum* 1-го года – $5,88 \pm 0,27$ мкм, 2-го года – $9,2 \pm 0,08$ мкм).

5. Нижний эпидермис вида *Rh. fortunei* имеет кутикулу, в отличие от вида *Rh. brachycarpum*, ее радиальный размер варьирует от возраста листа: для 1-го года – $8,72 \pm 0,13$ мкм, для 2-го года – $2,72 \pm 0,09$ мкм.

6. Устьичный аппарат пентасектного типа, с хорошо видимой устьичной щелью. Устьица располагаются с нижней стороны листа у обоих видов, неравномерно, хаотично. У листьев 2-го года вегетации устьица крупнее и их количество на 1 мм^2 поверхности листа варьирует в широких пределах: у *Rh. fortunei* – 45-50 шт., а у *Rh. brachycarpum* – 65-70 шт.

7. Трихомы у *Rh. fortunei* отсутствуют на верхнем и нижнем эпидермисе, а у *Rh. brachycarpum* – на верхнем эпидермисе отсутствуют, а на нижнем – короткие одноклеточные волоски.

Цитируемые источники

- Анели Н.А.** 1975. Атлас эпидермы листа. Мецниереба. Тбилиси.
- Анели Дж.Н., Анели Н.А.** 1986. Способ получения микроструктурных отпечатков эпидермы различных органов растений. *Сообщения АН Груз. ССР* 122 (3): 589–592.
- Бондарь Ю.В.** 2012. Сравнительный анализ анатомического строения листа видов *Rhododendron catawbiense* Michx. и *Rh. maximum* L., применяемых в зеленом строительстве Бугско-Полесского региона. *Mod. Phytomorphol.* 2: 67–69.
- Бондарь Ю.В., Басалай Д.Г.** 2009. Адаптивная характеристика двух видов рода *Rhododendron* L. к условиям Юго-Западной части Беларуси. *Молодые исследователи – ботанической науке 2009. (Материалы междунар. научн.-практ. конф.)*: 108–111.
- Данилова М.Ф., Васильев А.Е., Мирославов Е.А.** 1966. Некоторые проблемы современной гистологии растений. *Ботан. журн.* 51 (11): 1531–1541.
- Дьякова И.Н.** 2011. Особенности поверхностной структуры листа видов рода *Malus* Mill. *Ботанические чтения. (Материалы науч.-практической конф.)*: 34–94.
- Еремин В.М., Шкуратова Н.В.** 2008. Выпускные квалификационные работы по структурной и экологической анатомии растений: Методические рекомендации к выполнению ВКР. Южно-Сахалинск.
- Мирославов Е.А.** 1974. Структура и функция эпидермиса листа покрытосеменных растений. Наука, Ленинград.
- Прозина М.Н.** 1960. Ботаническая микротехника. Высшая школа, Москва.
- Сытник К.М., Мусатенко Л.И., Богданова Т.Л.** 1978. Физиология листа. Наук. думка, Киев.

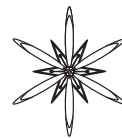
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE LEAF EPIDERMIS OF TWO RHODODENDRON SPECIES IN THE CONDITIONS OF BUGSKO-PALESKY REGION

YULIA V. BONDAR * & SERGEY V. ZERKAL

Abstract. Anatomical structure of leaf epidermis of two specie *Rhododendron brachycarpum* and *Rh. fortunei* was investigated on the first and second year of its life. For these species diagnostic features was clarified, as well as comparative morpho-anatomical analysis was conducted.

Key words: *Rhododendron*, Ericaceae, leaf, anatomy, epidermis, stomata, trichomes

Brest state university named after A.S. Pushkin, 21 Cosmonauts boul., Brest, 224016, Republic of Belarus; 1 ulchitay@mail.ru



АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРЫ СТЕБЛЯ *SALIX MATSUDANA* KOIDZ.

НАТАЛЬЯ В. ШКУРАТОВА

Аннотация. Выявлены черты строения коры *Salix matsudana*, связанные с особенностями морфологии ее стеблей.

Ключевые слова: *Salix*, стебель, кора

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», бульвар Космонавтов 21, Брест, 224016, Беларусь; schkuratova_n@tut.by

Введение

Изучение анатомии извитого стебля всегда касалось только лиан. Как указывают исследователи, в обеспечении гибкости стебля лиан большую роль играет вертикальная и горизонтальная паренхима, сосуды малого диаметра, спиральная структура стенок сосудов (CARLQUIST 1985; SIEBER & KUSERA 1980). Анализ коры и древесины стебля дальневосточных лиан позволил сделать заключение, что основным фактором гибкости стебля является слабая степень лигнификации механических элементов (ЕРЕМИН и ЦЫРЕНДОРЖИЕВА 2007).

Поскольку в круг наших научных интересов входит изучение коры стеблей представителей обширного семейства Salicaceae, внимание к себе привлекло встречающееся в коллекционных насаждениях невысокое дерево с ажурной кроной, ствол и ветви которого змеевидно изогнуты – *Salix matsudana* Koidz. Это растение получено в результате очень давней китайской селекции и иногда рассматривается как сорт *Salix babylonica* L. cv. 'Tortuosa'. С целью выявления анатомических особенностей, связанных с особенностями морфологии извитых побегов, мы провели сравнительное изучение структуры коры однолетних стеблей *S. babylonica* и *S. matsudana*.

Материалы и методы исследований

Для исследования использовали кору однолетних стеблей, как обладающую наибольшим набором диагностических признаков. Образцы стеблей *S. babylonica* и *S. matsudana* собраны в культурных насаждениях г. Бреста. При изготовлении постоянных препаратов была использована общепринятая в анатомии растений методика (ПРОЗИНА 1960). Анализ микропрепаратов осуществляли при помощи световых микроскопов Биолам Р-15 и Микмед-5.

Результаты и их обсуждение

Кора однолетних стеблей *S. babylonica* и *S. matsudana* включает эпидерму, перидерму, колленхиму, паренхиму первичной коры, кольцо первичных механических элементов, первичную и вторичную флоэму. Структура большей части тканей коры *S. matsudana* полностью повторяет таковую *S. babylonica*, хотя в строении ряда тканей обнаруживаются некоторые отличия. Перидерма *S. babylonica* в первый год развития стебля включает один слой тонкостенной феллемы, и только на второй год феллема формирует слой толстостенных клеток, приобретая гетерогенную структуру. В феллеме *S. matsudana* уже в однолетнем стебле чередуются слои тонко- и толстостенных клеток. В составе колленхимы у *S. babylonica* насчитывается 3-5

слоев клеток, а у *S. matsudana* – лишь 2 слоя. В гетерогенной паренхиме первичной коры *S. babylonica* идиобласты овальные, одиночные. В то время как у *S. matsudana* идиобласты обильные, линзовидных и формируют мощную сеть. Группы волокон в составе гомогенного прерывистого кольца первичных механических элементов *S. babylonica* крупные, дуговидные, вытянутые в тангентальном направлении и достигающие до 400 мкм по окружности стебля. У *S. matsudana* группы волокон малочисленные, овальные и дуговидные. Вторичная флоэма *S. babylonica* включает в свой состав ситовидные элементы, аксиальную и горизонтальную паренхиму, флоэмные волокна. В коре *S. matsudana* флоэмные волокна не обнаруживаются. У *S. babylonica* ситовидные трубки и клетки аксиальной паренхимы распределены диффузно, преобладает паренхима. Во флоэме *S. matsudana* распределение названных выше элементов неодинаково по окружности стебля, т.е. чередуются зоны с радиальным и диффузным распределением ситовидных трубок и аксиальной паренхимы. Для *S. matsudana* характерно увеличение содержания кристаллов оксалата кальция в клетках тканей коры.

Выводы

Таким образом, характерными чертами строения коры *S. matsudana*, связанными

с особенностями морфологии ее стеблей, можно считать: уменьшение доли механических волокон и увеличение доли паренхимы в составе кольца первичных механических элементов и вторичной флоэмы; формирование толстостенной феллемы в более раннем возрасте; неравномерное распределение элементов по окружности стебля во вторичной флоэме. Комплекс анатомических признаков коры не позволяет разграничить *S. babylonica* и *S. matsudana* в качестве самостоятельных видов.

Цитируемые источники

- ЕРЕМИН В.М., ЦЫРЕНДОРЖИЕВА О.Ж. 2007.** Сравнительная анатомия стебля лиан Сахалина и Курил. Дальневост. отд-ние РАН, Сахал. ботан. сад, Южно-Сахалинск.
- ПРОЗИНА М.Н. 1960.** Ботаническая микротехника. Высшая школа, Москва.
- CARLQUIST S. 1985.** Observations on functional wood histology of vines and lianas: vessel dimorphism, tracheids, vasicentric tracheids, narrow vessels, and parenchyma. *Aliso* **11**: 139–157.
- SIEBER M., KUCERA L.J. 1980.** On the stem anatomy of *Clematis vitalba* L. *IAWA (International Association of Wood Anatomists) Bull.* **1**: 49–54.

ANATOMICAL FEATURES OF THE BARK STRUCTURE IN THE STEM OF *SALIX MATSUDANA* KOIDZ.

NATALYA V. SHKURATOVA

Abstract. The features of the bark structure in the stem of *Salix matsudana* Koidz. were described in comparison with those in *S. babylonica* L. It was suggested that anatomy of the bark cannot be applied for demarcation of this two species.

Key words: *Salix*, stem, bark

A.S. Pushkin Brest State University, 21 Cosmonauts boulevard, Brest, 224016, Belarus, schkuratova_n@tut.by



АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗБРАННЫХ ВИДОВ РОДА *AGROSTIS* L.

ОЛЬГА Н. ЩЕПИЛОВА * и ПАВЕЛ А. АЮКАЕВ

Аннотация. В статье рассматриваются анатомические и некоторые морфологические особенности вегетативных органов *Agrostis capillaris* и *A. stolonifera*, используемых в ландшафтном дизайне.

Ключевые слова: *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera*, анатомия, морфология, ландшафтный дизайн

Воронежский государственный университет, Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394000, Россия;
* Poljakova71@mail.ru

Род *Agrostis* L. – Полевица насчитывает около 150 видов и является одним из самых крупных и полиморфных родов трибы *Aveneae* Dumont. Представители рода распространены почти во всех внетропических областях обоих полушарий, а также встречаются в высокогорьях тропиков (ЦВЕЛЕВ 1976). Род *Agrostis* во флоре средней полосы европейской части России представлен 8 видами. Из них в ландшафтном дизайне активно используются *A. capillaris* L. и *A. stolonifera* L. (ХОФМАЙСТЕР 2002). Внимание ландшафтных дизайнеров, в последнее время, привлекают дикорастущие виды местной флоры обладающие декоративными свойствами. Приступая к созданию ландшафтного проекта, кроме освоения теоретических основ фитодизайна необходимо изучить онтогенез, экологические, анатомо-морфологические особенности отдельных видов, создающих гармоничное сочетание форм.

***A. capillaris* – полевица тонкая (волосовидная)**

Встречается, преимущественно, на сухих почвах. Многолетнее растение, средняя высота надземных побегов 30-40 см. Горизонтальные корневища короткие, в среднем из 3-4 междоузлий. Придаточные корни покрыты ризодермой. Экзодерма не выражена. Клетки паренхимы ориентированные наружу, крупные, расположены рыхло.

Ближе к центру они приобретают строго овальную форму и располагаются без межклетников. Клетки эндодермы с сильно утолщенными внутренними и латеральными оболочками. Пропускные клетки не выражены. Перидерма однослойная, клетки ориентированы вертикально. Проводящий пучок с пятью крупными сосудами ксилемы, элементы флоэмы между ними практически неразличимы (Рис. 1).

Форма поперечного разреза стебля *A. capillaris* округлая. Покровная ткань – однослойная эпидерма, клетки которой одревесневают, о чем свидетельствует окрашивание. Под эпидермой находится 4-5 слоев склеренхимы. Хлоренхима не выражена. В склеренхиме различимы мелкие закрытые коллатеральные проводящие пучки (11-12 шт.). Ближе к центру более крупные проводящие пучки (21-22 шт.), погруженные в паренхиму. Они окружены склеренхимной обкладкой. Ксилема представлена четырьмя сосудами разного размера. В центре стебля зрелого растения сердцевина не сохраняется. На ее месте находится полость (Рис. 2).

Верхняя часть листа *A. capillaris* слабофрирированная. Эпидерма крупноклетчатая с устьицами, трихомы отсутствуют. На дне ложбинок видны 2-3 двигательные (моторные) клетки. При потере тургора они спадаются, что способствует свертыванию листа в трубку. Мезофилл состоит из однородных паренхимных



Рис. 1. Фрагмент поперечного среза корня *Agrostis capillaris*.

Fig. 1. Fragment of transversal section of *Agrostis capillaris* root.



Рис. 2. Фрагмент поперечного среза стебля *Agrostis capillaris*.

Fig. 2. Fragment of transversal section of *Agrostis capillaris* stem.



Рис. 3. Поперечный срез листовой пластинки *Agrostis stolonifera*.

Fig. 3. Transversal section of the *Agrostis stolonifera* leaf blade.

клеток, изолатерального типа. Срединный закрытый коллатеральный проводящий пучок более крупный, чем 12-15 латеральных. Обкладочные клетки без хлоропластов.

Склеренхима приурочена к проводящим пучкам.

***A. stolonifera* – полевица побегоносная**

Произрастает в основном на сырых разреженных лугах, чаще пойменных. Многолетнее растение с надземными ползучими столоновидными побегами, укореняющимися в узлах на почве. Корень со слабо развитой первичной корой. Клетки эндодермы с равномерно утолщенными оболочками. Перикарка состоит из одного ряда мелких клеток. Проводящий пучок с шестью лучами ксилемы. Крупные сосуды чередуются с элементами флоэмы, состоящими из 3-4 ситовидных трубок. В центре полость.

В стебле полевицы побегоносной в крупных проводящих пучках хорошо различимы три сосуда ксилемы, в середине некоторых проводящих пучков находится четвертый, самый мелкий сосуд. В остальной структуре стебля типична для злаков и сходна со структурой предыдущего вида.

В структуре листа полевицы побегоносной гофрированность, присущая злакам, отсутствует, склеренхима выражена слабо. Устьица практически неразличимы. Двигательные клетки расположены на верхней эпидерме. Обкладочные клетки закрытых коллатеральных проводящих пучков содержат хлоропласты (Рис. 3).

По изученным анатомо-морфологическим особенностям данных видов можно судить об их приуроченности к различным местообитаниям. Планируя видовой состав ландшафтного проекта, необходимо оценить экологические условия участка и возможность произрастания на нем тех или иных видов растений.

Анатомо-морфологические исследования растений актуальны для использования их результатов не только в ландшафтном дизайне, в фармакогнозии, но и в других отраслях ботаники и экологии.

Цитируемые источники

- Хофмайстер К. 2002.** Декоративные злаки. Интербук-бизнес, Москва.
Цвелев Н.Н. 1976. Злаки СССР. Наука, Ленинград.

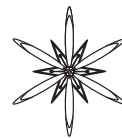
ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF SOME AGROSTIS L. SPECIES

OLGA SCHEPILOVA * & PAVEL AYUKAEV

Abstract. The article considers anatomical and some morphological characteristics of vegetative organs of *Agrostis capillaris* and *A. stolonifera*, the species used for landscape design.

Key words: *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera*, anatomy, morphology, landscape design

Voronezh state university, 1 Universitetskaya pl., Voronezh, 394006, Russia; * Poljakova71@mail.ru



АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РЕДКОГО И ЭНДЕМИЧНОГО ВИДА *FERULA ILIENSIS* KRASN. EX KOROV.

Айгуль Б. АХМЕТОВА *, Наштай М. Мухитдинов, Алибек Ыдырыс

Аннотация. В статье представлена анатомическая характеристика надземных вегетативных органов редкого и эндемичного вида *Ferula iliensis*, исследованного в трех различных ценопопуляциях. В результате исследования, в стебле особей из ценопопуляции №3 выявлено сильное развитие механической и ассимиляционной тканей, располагающихся чередующимися участками по периферии стебля непосредственно под эпидермой. Особи *F. iliensis* из ценопопуляции №2 имеют более вытянутые клетки палисадной паренхимы, расположенной в несколько слоев, и соответственно, наиболее утолщенные листовые пластинки.

Ключевые слова: *Ferula iliensis*, эндем, ценопопуляция, стебель, лист, анатомия

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, г. Алматы, 050040, Республика Казахстан; * Aygul.Akhmetova@kaznu.kz

Введение

В богатой и разнообразной флоре Средней Азии и Казахстана среди обширного семейства Ариасеае, заметное место занимает род *Ferula* L. На данной территории отмечен высокий эндемизм среди представителей этого рода (более 40 видов), со значительным числом узкоэндемичных таксонов, известных лишь по типовому местонахождению. Особую тревогу вызывает узкий эндемик предгорья Джунгарского Алатау (южный склон горы Улькен Калкан, Чулак) и Заилийского Алатау (северный склон, низкогорья Богуты и Сюгаты) – ферула илийская (*Ferula iliensis* Krasn. ex Korov.), широко используемая в лечебных целях местным населением. В силу ограниченности и диффузности распространения, а также малочисленности популяции и монокарпичности растения, крайне необходимы усиление охраны этого ценного вида, а также проведение работ по введению его в культуру (Сафина и Пименов 2012). В связи с этим возникла необходимость тщательного изучения анатомо-морфологических характеристик данного вида растения, особи которого образуют различные ценопопуляции, с целью полного понимания особенностей

его развития в условиях естественного местообитания.

Материалы и методы исследований

В ходе экспедиции была найдена популяция *F. iliensis* в горах Большие Богуты (восточная часть Заилийского Алатау) и исследованы три ценопопуляции. Изучение ценопопуляционной структуры проводилось традиционными методами (Уранов 1973; Голубев и Молчанов 1978; Работнов 1978; Заугольнова 1982). Возрастная структура ценопопуляций оценивалась по Т.А. Работнову (1978) и А.А. Уранову (1973).

С целью дальнейшего морфо-анатомического исследования растения *F. iliensis* были заложены в гербарий. В лабораторных условиях растительный материал с целью сохранения прижизненного состояния был зафиксирован. При изучении анатомической структуры растений были использованы общепринятые методики М.Н. Прозиной (1960), А.И. Пермякова (1988), Р.П. Барыкиной и др. (2004). В результате исследования были даны описания внутреннего строения надземных вегетативных органов (стебель и лист) исследуемого вида растения, а также

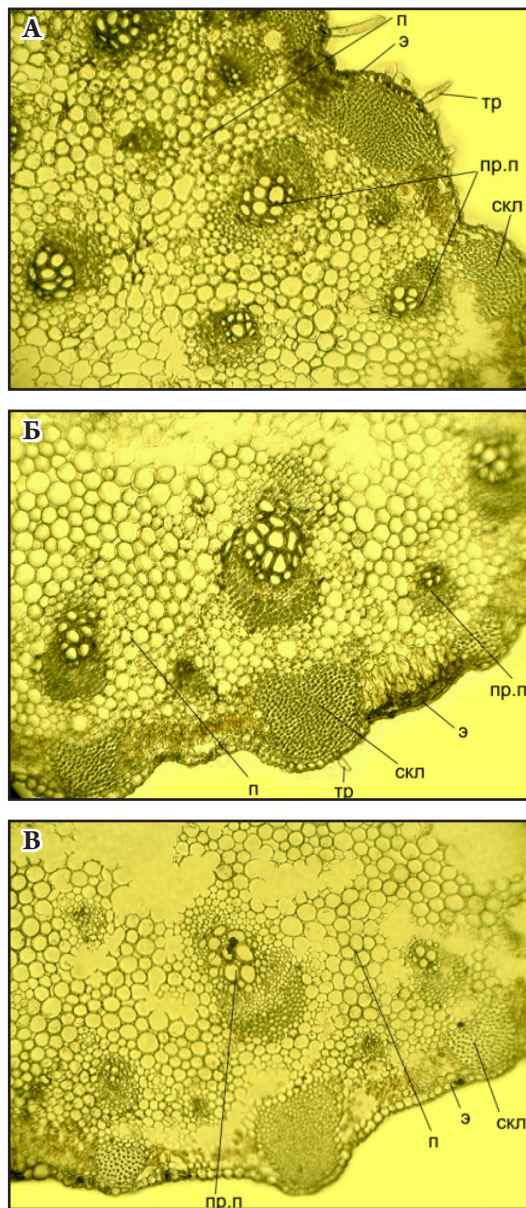


Рис. 1. Анатомическое строение стебля *Ferula iliensis* из ценопопуляций №1 (А), №2 (Б) и №3 (В): п – паренхима; пр.п – проводящий пучок; скл – склеренхима; тр – трихомы; э – эпидерма.

Fig. 1. Anatomical structure of the stem in *Ferula iliensis* from cenopopulations Nr.1 (А), Nr.2 (Б) and Nr.3 (В): п – parenchyma; пр.п – vascular bundle; скл – sclerenchyma; тр – trichomes; э – epidermis.

представлена сравнительная характеристика растений трех различных ценопопуляций.

Первая ценопопуляция занимала ложбину широкого ущелья. Рельеф представлял собой слабонаклонную равнину. Почва – светло-каштановая, слабо щебнистая. Увлажнение атмосферное. Растительный покров представлен солянково-феруло-полынной ассоциацией. Проективное покрытие 60-65%. Главными компонентами являлись *F. iliensis*, *Salsola orientalis* S.G.Gmel., *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Camphorosma lessingii* Litv., *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. и др.

Вторая ценопопуляция занимала самую большую площадь. Посередине ее прорезало сухое русло ручья с весенним водотоком. Рельеф – слабонаклонная равнина. Почва – слабо-каштановая, слабо щебнистая. Увлажнение преимущественно атмосферное. Растительный покров представлен кустарниково-ферулово-полынной ассоциацией. Проективное покрытие 65-75%. Преобладающими видами были *Kochia prostrata*, *Artemisia sublessingiana* Krasch. ex Poljak., *Krascheninnikovia ceratoides*, *Stipa* sp. и др.

Третья ценопопуляция была обнаружена на платообразной возвышенности. Рельеф представлял собой слабонаклонную равнину. Почва светло-каштановая, слабо щебнистая. Увлажнение исключительно атмосферное. Растительный покров представлен солянково-ферулово-полынной ассоциацией. Проективное покрытие 55-60%. Преобладающими видами были *Artemisia sublessingiana*, *Stipa* sp., *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge, *Ceratocarpus utriculosus* Bluket ex Krylov, *F. iliensis* и др.

Результаты и их обсуждение

Анатомическое строение стебля

Снаружи стебель *F. iliensis* покрыт эпидермой, которая имеет типичное для этой ткани строение. Эпидерма состоит из одного ряда клеток, таблитчатой формы, плотно прилегающих друг к другу, без межклетников. Наружные стенки эпидермальных клеток

Табл. 1. Морфометрические показатели стебля *Ferula iliensis*.**Table 1.** Morphometric results for *Ferula iliensis* stem.

№ ценопопуляции	Толщина эпидермы, мкм	Толщина хлоренхимы, мкм	Толщина механической ткани, мкм	Диаметр проводящих пучков, мкм
1	10,25±1,28	85,65±3,21	47,15±3,33	64,25±3,45
2	11,43±1,75	73,82±3,52	42,82±2,94	58,34±3,36
3	11,25±1,63	91,81±4,92	51,84±2,36	57,55±2,58

имеют негустое опушение из простых кроющих волосков. В стебле *F. iliensis* непосредственно под эпидермой очень хорошо развита механическая ткань – колленхима, располагающаяся отдельными участками, чередующимися с клетками ассимиляционной ткани – хлоренхимы. В связи с развитием хлоренхимы, побеги *F. iliensis* наряду с листьями могут выполнять фотосинтезирующую функцию.

По периферии стебля, в толще паренхимы, правильными рядами располагаются коллатеральные открытые проводящие пучки, более крупные пучки чередуются с мелкими. Вся система проводящих пучков имеет склеренхимную обкладку. Особенно четко склеренхима выражена непосредственно над проводящими пучками, со стороны флоэмы образуя своеобразную шапку из толстостенных клеток с узкой полостью. Проводящие пучки крупные, сосуды ксилемы очень четко выражены (Рис. 1).

По результатам исследования выявлено, что толщина ассимиляционной и механической ткани стебля у растений ценопопуляции №2 значительно уступает аналогичным показателям у растений других ценопопуляций. Соответственно по общей толщине стебель данных особей уступает размерам стеблей особей двух других исследуемых ценопопуляций (Табл. 1).

Анатомическое строение листовой пластинки

Листовая пластинка растений *F. iliensis* покрыта эпидермисом с многочисленными кроющими волосками, покрывающими листовую пластинку с обеих сторон. Основная масса эпидермальных клеток листовой пластинки расположена плотно и

вытянута в тангентальном направлении: их ширина значительно превосходит высоту.

Листовая пластинка заполнена клетками палисадного мезофилла – основной тканью листа с многочисленными хлоропластами. Для *F. iliensis* характерна изопалисадная структура листа. В палисадной паренхиме клетки имеют столбчатую форму с длинными осями, ориентированными под прямым углом, как к верхнему, так и к нижнему эпидермису.

Мезофилл листа густо пронизан многочисленными проводящими пучками, непосредственно связанными с проводящей системой стебля. Самый крупный проводящий пучок (центральная жилка) тянется вдоль центральной оси листа, и, вместе с прилегающими основной и механической тканями, выступает над его нижней поверхностью в виде гребня. Проводящие пучки содержат ксилему и флоэму. Ксилема ориентирована к адаксиальной поверхности листа, а флоэма – к абаксиальной (Рис. 2).

При изучении морфометрических показателей внутренней структуры листовых пластинок *F. iliensis* трех различных ценопопуляций было выявлено, что средние показатели толщины клеток верхнего и нижнего эпидермиса у всех исследованных растений особо не отличаются между собой. Клетки эпидермиса верхней и нижней сторон эпидермиса имеют практически одинаковую толщину.

Однако можно отметить, что молодые генеративные особи ценопопуляции №2 имеют наиболее утолщенную листовую пластинку, и соответственно более толстые слои палисадной паренхимы. У данных особей наблюдается максимальная толщина листовой пластинки и количество слоев

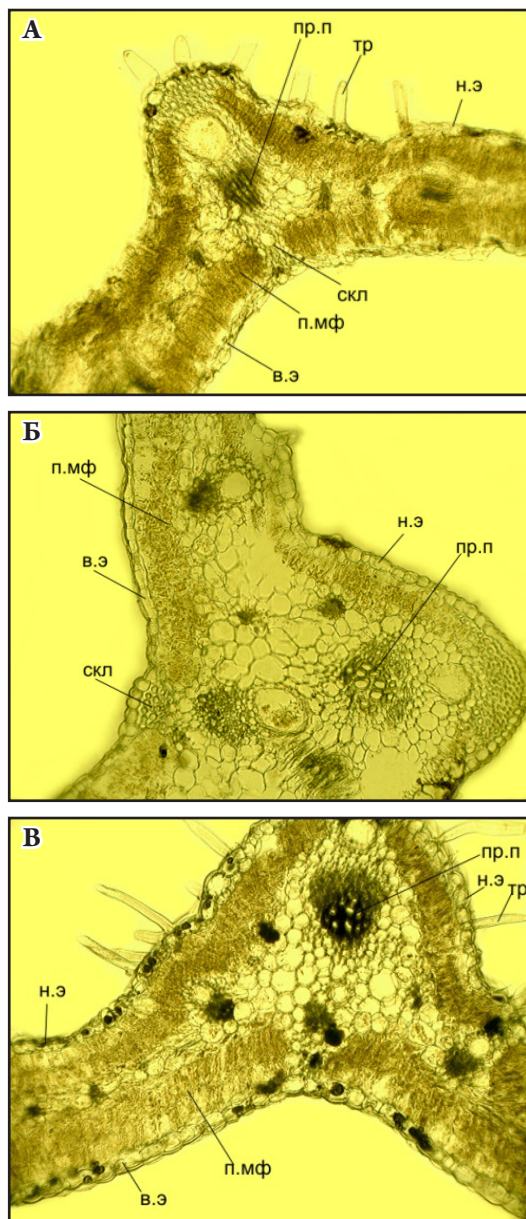


Рис. 2. Анатомическое строение листовой пластинки *Ferula iliensis* из ценопопуляций №1 (А), №2 (Б) и №3 (В): в.э – верхний эпидермис; н.э – нижний эпидермис; п.мф – палисадный мезофилл; пр.п – проводящий пучок; скл – склеренхима; тр – трихомы.

Fig. 2. Anatomical structure of the leaf blade in *Ferula iliensis* from cenopopulations Nr.1 (A), Nr.2 (B) and Nr.3 (B): в.э – upper epidermis; н.э – lower epidermis; п.мф – mesophyll; пр.п – vascular bundle; скл – sclerenchyma; тр – trichomes.

клеток мезофила в ней. Диаметр проводящих пучков также несколько превышает соответствующий показатель у растений из ценопопуляции №1. Молодые генеративные особи *F. iliensis* из ценопопуляции №1 имеют тонкую листовую пластинку, размеры которой, очевидно зависят от места и условий произрастания растений (Табл. 2).

Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований *F. iliensis* разных возрастных состояний, взятых из разных ценопопуляций и анализа результатов полученных морфометрических данных, можно сделать следующие выводы:

1. Стебли растений *F. iliensis* разных возрастных состояний, произрастающих в различных ценопопуляциях (№1, 2 и 3) имеют сходную анатомическую структуру, в них четко выражены все ткани: основная, покровная, ассимиляционная, механическая и проводящая.

2. В стебле молодых генеративных особей из ценопопуляции №3 выявлено сильное развитие механической и ассимиляционной ткани, располагающихся чередующимися участками по периферии стебля непосредственно под эпидермой.

3. Сравнение анатомического строения листовых пластинок растений *F. iliensis* различных возрастных состояний из разных ценопопуляций показало их большое сходство. Для всех растений характерны дорзивентральность листовой пластинки и многослойность палисадного мезофила. Основная масса кроющих волосков, образующих опушение листьев, располагается на нижней стороне листовых пластинок, что связано с условиями места произрастания растений.

4. Молодые генеративные особи ценопопуляции №2 имеют наиболее утолщенную листовую пластинку, и соответственно более вытянутые клетки палисадной паренхимы, расположенной в несколько слоев.

Табл. 2. Морфометрические показатели листовой пластинки *Ferula iliensis*.**Table 2.** Morphometric results for *Ferula iliensis* leaf blade.

№ ценопопуляции	Толщина лиственной пластинки, мкм	Толщина эпидермиса, мкм		Толщина палисадного мезофилла, мкм	Толщина склеренхимы, мкм	Диаметр проводящих пучков, мкм
		верхний	нижний			
1	196,95±3,87	11,54±2,42	12,56±2,36	78,23±5,63	73,81±4,35	45,93±3,82
2	216,94±5,24	12,15±2,33	13,43±3,39	88,46±3,74	74,57±5,04	68,65±4,52
3	200,13±5,82	12,66±1,67	12,11±2,48	83,56±5,98	82,76±6,63	63,74±4,95

Цитируемые источники

БАРЫКИНА Р.П. и др. 2004. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Изд-во МГУ, Москва.

ГОЛУБЕВ В.Н., МОЛЧАНОВ Е.Ф. 1978. Методические указания к количественному и эколого-биологическому изучению редких и исчезающих и эндемичных растений Крыма. ГНБС, Ялта.

ЗАУТОЛЬНОВА 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. I всесоюз. конф., Москва, 19 октября – 2 ноября 1981 г.):* 74–76.

ПЕРМЯКОВ А.И. 1988. Микротехника. Изд. МГУ, Москва.

ПРОЗИНА М.Н. 1960. Ботаническая микротехника. Изд. МГУ, Москва.

РАБОТНОВ Т.А. 1978. Структура и методы изучения ценопопуляций многолетних травянистых растений. *Экология* 2: 5–13.

САФИНА А.К., ПИМЕНОВ М. Г. 2012. Ферула Средней Азии и Казахстана. Наука, Алматы.

УРАНОВ А.А. 1973. Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений. *Тез. докл.V делегатского съезда ВБО (Киев, 1973):* 2–14.

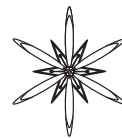
ANATOMICAL RESEARCH OF VEGETATIVE ORGANS OF THE *FERULA ILIENSIS* KRASN. EX KOROV, THE RARE AND ENDEMIC SPECIES

AYGUL AKHMETOVA *, NASHTAY MUKHITDINOV, ALIBEK YDYRYS

Abstract. There are represented the results of analysis of anatomical characteristics of overground vegetative organs of a rare and endemic species of *Ferula iliensis* which was investigated in three separated cenopopulations. As a result of research, high development of the mechanical and assimilatory tissues which are located in peripheral layers of the stem just under the epidermis for the individuals from a cenopopulation Nr.3 was revealed. Moreover, the individuals from a cenopopulation Nr.2 have more extended cells of the palisade parenchyma located in several layers, and respectively, the most thick leaf blades.

Key words: *Ferula iliensis*, endemic, cenopopulation, stem, leaf, anatomy

Al-Farabi Kazakh national university, 71 al-Farabi av., Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan; * Aygul.Akhmetova@kaznu.kz



УДК 581.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЛИСТЬЕВ *MEDICAGO LUPULINA* L. (LEGUMINOSAE)

Татьяна А. Цуцупа* и Наталия С. Ступакова

Аннотация. При изучении особенностей структуры листьев люцерны хмелевидной, произрастающей в неодинаковых условиях среды, выявлена ее экологическая лабильность. Изменение анатомической организации мезофилла и эпидермы листьев есть результат приспособления растений к условиям местообитания, что позволяет данному виду иметь широкий ареал.

Ключевые слова: *Medicago lupulina*, анатомия, гистология, лист, эпидерма, мезофилл, сосудисто-волокнистые пучки

Кафедра ботаники, физиологии и биохимии растений, Орловский государственный университет, ул. Комсомольская, 95, г. Орел, 302026, Россия; * tsutsupa@mail.ru

Введение

Эффективная диагностика дикорастущих видов растений, имеющих хозяйственное значение дает возможность определить более полную картину их использования и пути сохранения биоразнообразия. В этом плане весьма актуальными остаются анатомо-морфологические исследования, позволяющие оценить степень адаптации растения в целом, и его отдельных органов к изменяющимся условиям среды.

Целью настоящей работы было изучить особенности структуры листьев люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina* L.), произрастающей в неодинаковых экологических условиях.

Материалы и методы исследований

Нами были исследованы листья люцерны хмелевидной, произрастающей по обочинам дорог, налугах и в нарушенных местообитаниях в Орловской области и на черноморском побережье Кавказа (окрестности г. Дагомыс и г. Сухум). Материал, фиксированный в 70% этаноле, исследовали по общепринятой анатомической методике. Для изучения структуры листа генеративных растений готовили поперечные срезы терминальных

листочков тройчатосложного листа, а для препаратов эпидермиса использовали латеральные листочки из зоны основного соцветия.

Результаты исследований

Люцерна хмелевидная имеет широкий ареал и распространена в Белоруссии, Прибалтике, Молдавии, Европейской части России, Украине, Армении, Азербайджане, Грузии, Северном Кавказе, Казахстане, Средней Азии, в Сибирской части России, Монголии, Дальневосточной части России (Yakovlev *et al.* 1996); а также в Скандинавии, Средиземноморье, Малой Азии, Иране, Гималаях, Японии, Китае, Северной Америке (заносное) (Васильченко 1987).

Листья всех образцов люцерны имеют сходную в основных чертах внутреннюю структуру. Отличительные особенности, связанные с приспособлением растений к различным местообитаниям, отмечены в структуре эпидермы и характере мезофилла.

Листья всех образцов бифациальные, амфистоматические. Эпидерма однослойная, клетки ее имеют толстые внешние оболочки и снаружи покрыты складчатой кутикулой, наиболее выраженной у растений с черноморского побережья. Покровные

клетки эпидермиса имеют различное очертание стенок: от прямолинейно-округлых, до извилистых в разной степени (Рис. 1). Наиболее извилистые стенки нижнего эпидермиса у люцерны, произрастающей в Орловской области по окраинам светлых березовых рощ и по берегам водоемов.

Листья опушены простыми кроющими многоклеточными волосками, скульптурированными бугорками, иногда в опушение примешиваются членистые железистые волоски. Опушение более обильное на абаксиальной стороне листа.

Устьица полупогруженные. Устьичный аппарат двух типов: аномоцитный и анизокитный. Устьица преобладают на нижней стороне листа, или же их число одинаково с двух сторон листовой пластинки. Частота встречаемости устьиц в верхней эпидерме на 1 мм² колеблется от 275 до 392 (черноморское побережье) и от 196 до 314 (Орловская область); в нижней эпидерме соответственно – от 353 до 392 и от 235 до 314. Размеры замыкающих клеток устьиц у образцов, произрастающих в Орловской области, значительно превышают таковые у люцерны с черноморского побережья.

Заметные структурные изменения под действием различных экологических факторов возникают и в мезофилле листа, который дифференцирован на палисадную и губчатую паренхиму. Палисады (2-3 слоя) представлены длинными узкими клетками, плотно сомкнутыми между собой. Однако у растений, произрастающих в условиях небольшого затенения и избытка влаги, размеры палисадных клеток резко уменьшаются и число слоев столбчатого мезофилла сокращается до 1-2. Губчатый мезофилл с развитой системой межклетников составлен округлыми паренхимными клетками, расположенными в 2-3 слоя (в условиях затенения) или 3-6 слоев в условиях повышенной инсоляции. Кроме того, у растений более жарких местообитаний к нижней эпидерме примыкает слой клеток, вытянутых перпендикулярно поверхности листа. От типичных столбчатых паренхимных

клеток они отличаются меньшей высотой и более рыхлым расположением. Подобная структура отмечена и у некоторых других, ксероморфных, видов люцерны (Москалева и Иванов 1979). Коэффициент палисадности изученных листьев составляет от 45% до 60%.

Для растений люцерны, произрастающих вдоль железнодорожного полотна в окрестностях г. Дагомыс, отмечено наличие флобафенов в отдельных клетках мезофилла. Флобафены образуются из дубильных веществ при их окислении и конденсации. Роль танидов для растений окончательно не выяснена. Предполагается, что они обладают бактерицидным и фунгицидным свойствами и выполняют защитную функцию (Джапаридзе 1953). Дубильные вещества отмечены и во многих других бобовых (Цуцупа 2003). Их локализация и расположение в конкретных органах растений может служить диагностическим признаком на уровне рода. В процессе индивидуального развития люцерны хмелевидной на территории Орловской области нами были отмечены отдельные растения, накапливающие дубильные вещества на разных этапах онтогенеза. Связано ли это с определенными условиями обитания, или зависит от формы *M. lupulina* – вопрос остается открытым и требует дополнительных исследований.

Проводящие пучки имеют однослойную паренхимную обкладку. Самый крупный из них – пучок средней жилки. Со стороны флоэмы, на абаксиальной стороне листа его обрамляет уголковая колленхима. Склеренхима характерна для всех крупных жилок, распределенных в мезофилле. Деятельный камбий в дефинитивных листьях, после многократного деления завершает свою работу, дифференцируясь в проводящие элементы флоэмы и ксилемы.

Обсуждение и выводы

Таким образом, в строении листьев у исследованных образцов наряду с мезоморфными признаками отмечены и ксероморфные черты. Усиление или

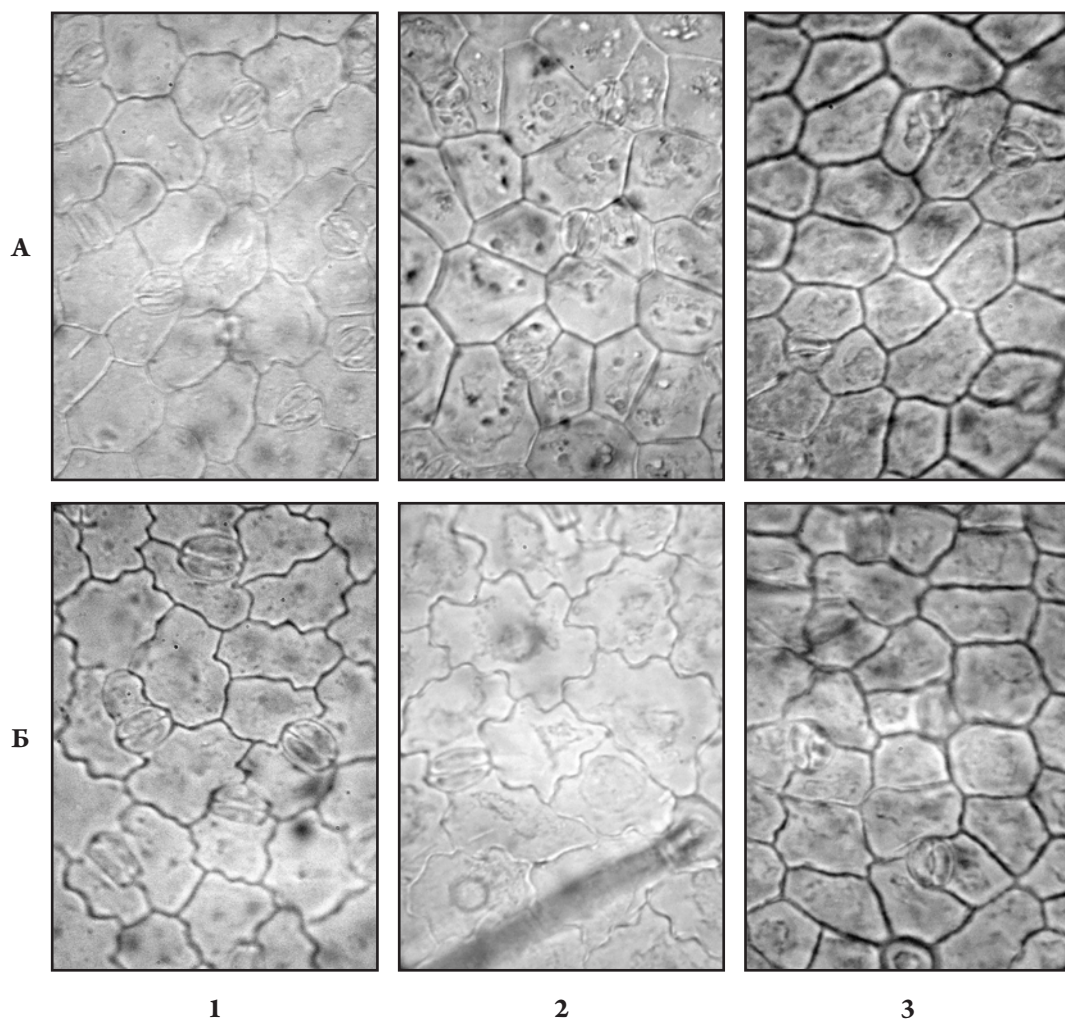


Рис. 1. Верхняя (А) и нижняя (Б) эпидерма листа люцерны, произрастающей в окрестностях г. Дагомьс (1), на границе березовой рощи в Орловской области (2) и в окрестностях г. Сухум (3).

Fig. 1. Adaxial (A) and abaxial (Б) leaf epidermis of *Medicago lupulina* grown in the neighborhoods of Dagomys city (1), on the border of a birch grove in the Orel region (2) and in the neighborhoods of Sukhum city (3).

ослабление того или иного признака зависит от многообразия условий обитания.

Заметные изменения в структуре листовой пластинки касаются эпидермы и мезофилла. Для растений люцерны, произрастающих в условиях периодического недостатка влаги, характерны, в большей степени, ксероморфные признаки (прямолинейные очертания эпидермальных клеток, утолщение оболочек покровных клеток эпидермы, полупогруженные устьица, большой процент коэффициента палисадности, плотно

сомкнутые клетки столбчатого мезофилла, наличие паренхимы палисадного типа, примыкающей к нижней эпидерме). При достаточном увлажнении почвы растения *M. lupulina* приобретают мезоморфные признаки (бифациальный тип строения, извилистые очертания эпидермальных клеток, рыхлая губчатая паренхима). Большинство образцов, собранных в Орловской области, имеют переходную структуру.

У всех исследованных образцов люцерны в мезофилле преобладает палисадная ткань,

составленная плотно прилегающими друг к другу клетками. Различия проявляются в числе рядов и высоте клеток, что связано с условиями произрастания. Отличия в структуре губчатой паренхимы сводятся к различному числу рядов клеток, размерам межклетников и форме клеток, примыкающих к нижней эпидерме. Они могут быть округлой формы, как и остальные клетки губчатого мезофилла, либо вытянуты в радиальном направлении. Для большинства исследованных образцов отмечен световой тип листа, а для растений, обитающих на границе светлых лесов, или в густых травостоях пойменных лугов характерен теневой тип.

Экологическая лабильность *M. lupulina*, позволяет, видимо, растениям этого вида иметь широкий ареал и достаточно легко приспосабливаться к условиям обитания.

Цитируемые источники

- ВАСИЛЬЧЕНКО И. Т. 1987.** Люцерна – *Medicago L.* В кн.: ФЕДОРОВ А.А. (ред.), Флора европейской части СССР. Т. 6: 187–195. Наука, Ленинград.
- ДЖАПАРИДЗЕ Л.И. 1953.** Практикум по микроскопической химии растений. Советская наука, Москва.
- МОСКАЛЕВА Г.И., ИВАНОВ А.И. 1979.** Анатомическая характеристика надземных вегетативных органов многолетних видов люцерны. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 65 (2): 125–132.
- ЦУЦУПА Т.А. 2003.** Биолого-морфологический анализ некоторых представителей трибы Loteae семейства Leguminosae. Автореферат дис. ... к.б.н. Москва.
- YAKOVLEV G.P., SYTIN A.K., ROSKOV YU.R. 1996.** Legumes of Northern Eurasia: a checklist. Royal Botanic Gardens, Kew.

COMPARATIVE ANATOMICAL ANALYSIS OF LEAVES STRUCTURE OF *MEDICAGO LUPULINA L.* (LEGUMINOSAE)

TATJANA A. TSUTSUPA * & NATALIA S. STUPACOVA

Abstract. Anatomical structure of leaves of *Medicago lupulina L.* has been studied in context of ecological lability due the different conditions of environment. It has ascertained that organization of mesophyll and epidermis in *M. lupulina* leaves has adaptive character and causes wide areal of species.

Key words: *Medicago lupulina*, anatomy, morphology, histology, leaf, epidermis, mesophyll, vascular bundles

Department of Botany, Plant Physiology and Plant Biochemistry, Orel State University, 95 Komsomolskaya str., 302026, Orel, Russia; * tsutsupa@mail.ru



СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗВИВАЮЩЕГО ПЫЛЬНИКА *OXYTROPIS BASCHKIRIENSIS* KNJAZ.

АННА Е. КРУГЛОВА

Аннотация. На основании детальных анатомо-морфологических данных впервые изучено формирование и развитие структуры пыльника *Oxytropis baschkiriensis*, редкого эндемика флоры Южного Урала. Показано, что развитие пыльника и пыльцевых зерен у изученного вида происходит типично для представителей семейства Fabaceae.

Ключевые слова: *Oxytropis baschkiriensis*, остролодочник башкирский, пыльник

Институт биологии Уфимского научного центра Российской академии наук, пр. Октября 69, г. Уфа, 450054, Российская Федерация; aneta@ufaras.ru

Эндемичный вид Южного Урала остролодочник башкирский, *Oxytropis baschkiriensis* Knjaz. (Fabaceae Lindl.), относится к группе редких растений, находящихся под угрозой исчезновения (Красная книга... 2011). Для стабильного получения качественных семян *O. baschkiriensis* в целях интродукции и реинтродукции необходимы данные по формированию и развитию генеративных органов (пыльника и семязачатка), зародыша и эндосперма этого растения. Цель данной работы состояла в детальном анатомо-морфологическом исследовании формирования и развития структуры пыльника *O. baschkiriensis*.

Установлено, что формирование и развитие пыльника *O. baschkiriensis* проходят в фазы бутонизации и начала цветения. Органогенез пыльника начинается с заложения в цветке меристематических тычиночных бугорков. С увеличением размера бугорка в нем путем множественных митотических делений происходит постепенное образование четырех лопастей пыльника одновременно с формированием специализированной ткани – связника. Далее каждая лопасть постепенно преобразуется в гнездо пыльника (микроспорангий) (Рис. 1 А). Развитие стенки пыльника проходит по типу двудольных. На стадии спорогенных клеток все слои стенки пыльника состоят из

достаточно однородных вытянутых клеток. Стенка гнезда сформированного пыльника, соответствующего стадии микроспороцита, представлена экзотецием (эпидермой), эндотецием, средним слоем и тапетумом (Рис. 1 Б, В). Мейоз в микроспороцитах проходит обычным образом (Рис. 1 Г) и приводит к формированию диад, а впоследствии триад и тетрад микроспор. Обособившиеся микроспоры (Рис. 1 Д) дают начало пыльцевым зёрнам. Зрелый пыльник (Рис. 1 Е), стенка которого представлена экзотецием и эндотецием, содержит двуклеточные однопоровые пыльцевые зёрна эллипсоидной формы. Пыльник вскрывается в закрытом цветке (Рис. 1 Е).

В целом, формирование и развитие пыльника и пыльцевого зёрна *O. baschkiriensis* проходят согласно закономерностям, характерным для семейства Fabaceae (DAVIS 1966; ПОДДУБНАЯ-АРНОЛЬДИ 1982; ЧУБИРКО и КОСТРИКОВА 1985; ЧЕБОТАРЬ и др. 1987) и описаным нами для других видов рода *Oxytropis* (Круглова 2005, 2009, 2010).

Цитируемые источники

- Красная книга Республики Башкортостан. 2011. Т. 1: 161. МедияПринт, Уфа.
DAVIS G. 1966. Systematic Embryology of Angiosperms. ASP, New York.

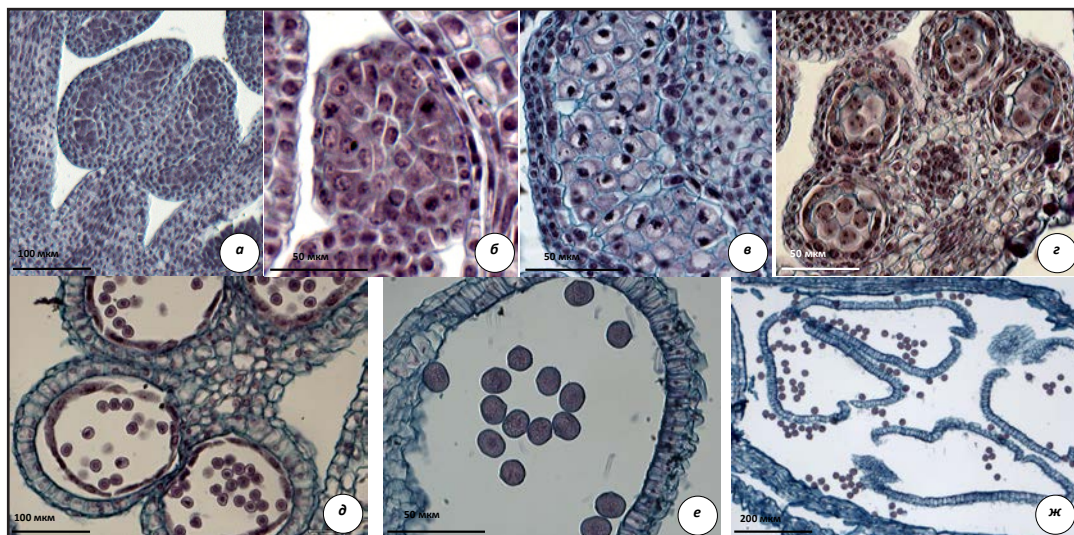


Рис. 1. Формирование и развитие пыльника и пыльцевого зерна *Oxytropis baschkiriensis*.

Fig. 1. Anther and pollen grain formation and development in *Oxytropis baschkiriensis*.

ПОДУБНАЯ-АРНОЛЬДИ В.А. 1982. Характеристика семейств покрытосеменных растений по цитозембриологическим признакам. Наука, Москва.

ЧУБИРКО М.М., КОСТРИКОВА А.Н. 1985. Семейство Fabaceae. В кн.: Сравнительная эмбриология цветковых растений. Т. 3. Brumellinaceae-Tremandraceae: 67–77. Наука, Ленинград.

ЧЕБОТАРЬ А.А., ЧЕЛАК В.Р., МОШКОВИЧ А.М. и др. 1987. Эмбриология зерновых, бобовых и овощебахчевых возделываемых растений. Штеница, Кишинев.

КРУГЛОВА А.Е. 2005. Морфогенез пыльника остролодочника Гмелина *Oxytropis gmelinii* Fish. ex Boriss в условиях интродукции питомника Ботанического сада. Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация: 42–43.

КРУГЛОВА А.Е. 2009. Эмбриология редкого вида Южного Урала остролодочника сходного: морфогенез пыльника. Вестник Оренбургского гос. ун-та 6 (100): 172–173.

КРУГЛОВА А.Е. 2010. Периодизация развития пыльника растений-интродуцентов рода *Oxytropis* (Fabaceae). Интродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках (Мат-ли міжнар. наук. конф., Київ, 15-17 вересня 2010 р.): 67–69.

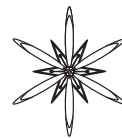
STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE *OXYTROPIS BASCHKIRIENSIS* KNJAZ. DEVELOPING ANTHER

ANNA E. KRUGLOVA

Abstract. On the base of accurate anatomic-morphological data the formation and development of anther of *Oxytropis baschkiriensis*, rare endemic species from the South Ural flora, were investigated at the first time. It has been demonstrated that the anther and pollen grain developments are typical for the family Fabaceae.

Key words: *Oxytropis baschkiriensis*, locoweeds, anther

Institute of Biology of Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, 69 pr. Oktyabrya, Ufa, 450054, Russian Federation; aneta@ufaras.ru



БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КОРРИГИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА *ACHILLEA FILIPENDULINA* LAM., *CALENDULA OFFICINALIS* L. И *HYPERICUM PERFORATUM* L.

Эльшан Шамилов^{1*}, Асим Абдуллаев¹, Ибрагим Азизов^{2**}, Ситара Мустафаева²,
СЕВИЛ ЗЕЙНАЛОВА²

Аннотация. Работа посвящена изучению биоэкологических особенностей и корригирующих свойств некоторых видов семейства Asteraceae Dumort. (*Achillea filipendulina* Lam. и *Calendula officinalis* L.) и Hypericaceae Juss. (*Hypericum perforatum* L.), произрастающих во флоре Азербайджана. Выявлено, что экстракт, полученный из сбора растений тысячелистника, календулы и зверобоя проявляет корригирующие действие.

Ключевые слова: *Achillea filipendulina*, *Calendula officinalis*, *Hypericum perforatum*, Asteraceae, Hypericaceae, корригирующие свойства, экстракты растений, доза облучения, выживаемость животных

¹ Институт Радиационных Проблем Национальной Академии Наук Азербайджана, ул. Б. Вагабаде 9, г. Баку, AZ1143, Азербайджан; * elshanshamil@gmail.com

² Институт Ботаники Национальной Академии Наук Азербайджана, Бадамдарское шоссе 40, г. Баку, AZ1073, Азербайджан; ** i.azizov@rambler.ru

Введение

В последние годы использование растительных препаратов в качестве радиозащитных средств является актуальным. Богатый и сложный химический состав растений обуславливает широкий спектр их биологического действия, особенно необходимый при заболеваниях, которые сопутствуют поражению многих систем организма, в том числе и лучевой патологии. В настоящее время выявлен целый ряд растительных препаратов, обладающих потенциалом радиозащитных свойств. При использовании этих препаратов наблюдалось снижение уровня ряда заболеваний, в том числе онкологических, и увеличение продолжительности жизни в ряде стран (Вымятина и др. 2000).

В этом отношении особый интерес представляют виды из семейства Asteraceae Dumort., в частности *Achillea filipendulina* Lam., *Calendula officinalis* L., а также *Hypericum perforatum* L. из семейства Hypericaceae Juss.

Asteraceae – одно из самых крупных в

мировой флоре семейств среди цветковых растений, включающее около 20000-25000 видов, объединенных в 1250-1300 родах. Представители этого семейства широко распространены на всех континентах и во всех климатических зонах Земного шара, но особенно обильны в умеренных широтах Северной Америки.

Hypericaceae в мировой флоре насчитывает свыше 1000 видов, объединенных в 40 родах. Виды этого семейства представлены многолетниками, полукустарничками и кустарничками, распространенными в основном, в субтропических и тропических зонах (Аскеров 2011).

Во флоре Азербайджана семейство Asteraceae представлено 125 родами и 584 видами, а семейство Hypericaceae – одним родом *Hypericum* L. и 14 видами (Аскеров 2005, 2007). Представители этих семейств в основном, широко используются в быту, как пищевые, овощные, кормовые, эфирномасличные, лекарственные, технические, декоративные и пряно-ароматические растения.

Настоящая работа посвящена изучению

биоэкологических особенностей и радиозащитных свойств *Achillea filipendulina* (тысячелистника таволголистного), *Calendula officinalis* (ноготковлекарственных) и *Hypericum perforatum* (зверобоя продырявленного).

Материалы и методы исследований

Материалом для исследования служили воздушно-сухие, мелкоизмельченные надземные части *A. filipendulina*, *C. officinalis* и *H. perforatum* собранные во время массового цветения в окрестностях сел Алексеевка и Владимировка, а также речки Карачай Губинского района. Экстракцию *A. filipendulina* (300 г растения) проводили 960 этанолом трижды, каждый раз по 3 дня. Получили 58 г суммарных экстрактивных веществ. Выход составил 19,3%. Высушенные и измельченные цветки *C. officinalis* и *H. perforatum*, в отдельности экстрагировали этанолом в аппарате Сокслета. Затем растворитель отгоняли, а остаток пропускали через колонку с силикагелем. В качестве элюента использовали смесь – хлороформ : четыреххлористый углерод (3:1). Полученные экстракты исследуемых растений были взяты в равных количествах и размещены в бюксах.

Для изучения корректирующих свойств смеси экстрактов использовали половозрелых белых нелинейных крыс в возрасте 4-5 месяцев, средней массой 160-180 г. Животные были разделены на три группы, в каждой из них было по 6 крыс. 1-ая группа – интактная (биологический контроль); 2 – облученный контроль; и 3 – животные получившие до облучения по 2 мл 5%-ного раствора смеси экстрактов. Облучения проводили с помощью рентгеновского аппарата RUM-17, при следующих условиях: напряжение 18 kV, сила тока 15 mA, фокус (расстояния от источника радиационного действия) – 3 см, сила дозы 0,81 Грей/сек, общая доза – 6 Грей.

Были проанализированы количественные показатели крови (количества эритроцитов и лейкоцитов, объём гемоглобина, время свертывание крови), у интактных и экспериментальных животных после 24-х часового состояния покоя. Во время

эксперимента также были оценены, как общее состояние животных, так и их поведенческие реакции.

Результаты и их обсуждение

Achillea filipendulina Lam.

Многолетнее травянистое растение 50-120 см высоты. Листья крупные, широко-продолговато-ланцетные, перисто-раздельные, перисто-рассеченные. Корзинка многоцветковая. Цветки желтого цвета. Семянки обратно-яйцевидно-продолговатые, сжатые. Цветет в июне-августе, плодоносит в августе-сентябре.

Распространена *A. filipendulina* по всему Азербайджану, редко встречается на Кура-Араксинском низменности. Растет от низменности до среднего горного пояса, редко доходя до верхнего горного пояса. Встречается в полупустынных зонах, у дорог, в предгорьях, кустарниках, на галечниках, по краям посевов, на горных лугах (Аскерова и др. 1961). *A. filipendulina* – гемикриптофит, ксеромезофит, относится к пустынному географическому типу и туранскому классу. Размножается семенами и вегетативным путем – делением кустов, которые способствует тому, что растения растут группами и иногда на небольших участках образуют заросли.

A. filipendulina известно как лекарственное, эфирномасличное и декоративное растение. В народной медицине используется при болезнях сердца, желудка, холецистите, холангите, дискинезия желчевыводящих путей. Эфирное масло и комплекс сесквитерпеноидов *A. filipendulina* проявляют антибактериальное, противогрибковое, кровоостанавливающее действие, а также используются как ароматизирующей средства (Соколов 1993).

В химическом составе растений *A. filipendulina* обнаружены эфирное масло, тритерпеноиды, кумарины, сесквитерпеноиды, флавоноиды, каротиноиды. Основными компонентами эфирного масла являются линалоол (17,3%), 1,8-цинеол (14,6%), п-цимол (9,4%)

(Мустафаева и Ахмедова 1989). Впервые из надземной части *A. filipendulina* выделено стероидное соединение ацетилзуканбин (Серкерев и Мустафаева 2009).

***Calendula officinalis* L.**

Однолетнее, редко двулетнее, травянистое растения, 20-60 см высоты. Листья почти цельнокрайние или отдаленно зубчатые, нижние лопатчатые, стеблевые – продолговатые, сидячие, полустеблеобъемлющие. Корзинки одиночные, язычковые цветки оранжево-желтые. Семянки лодочковидные, по спинке коротко шиповатые, крылатые, поперечно-морщинистые. Цветет и плодоносит в июле-сентябре.

В Азербайджане *C. officinalis* редко встречается в диком виде, в основном культивируется в садах, парках, цветниках и на опытных участках. Как лекарственное растение оно известно, с давних времен, и весьма популярно в народной медицине многих странах. В основном используются цветки *C. officinalis*, в которых содержатся эфирное масло, флавоноиды (изорамнетин и нарциссин), алкалоиды, сапонины, каротин, тритерпены, смолы, салициловая и яблочная кислоты, фитонциды и др. (Аскерова и др. 1961; Минаева 1970).

Фармакологическими исследованиями были выявлены седативное, противосудорожное, гипотензивное и слабо спазмолитическое действие водно-спиртовых экстрактов *C. officinalis*, а также способность увеличивать количество желудочного сока, его кислотность и ферментативную активность. Клинические испытания показали благоприятное действие настойки *C. officinalis* при неврозах, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, болезнях печени и желчных путей, при гипертонии в климактерическом периоде, при заболеваниях верхних дыхательных путей. Внутрь принимают обычно в виде настоя или настойки. Наружно сырье *C. officinalis* применяют как антисептическое, противовоспалительное и ранозаживляющее средство при незаживающих ранах, язвах,

ожогах, гнойных процессах, при заболеваниях рта и глазных болезнях. *C. officinalis* входит в фармакопею многих зарубежных стран. Применяется при сердечной аритмии, бессоннице, желудочно-кишечных и кожных болезнях, как успокаивающее средство. Используется и в косметологии, так цветки входят в состав мазей, рекомендуемых при гнойных процессах на коже (Минаева 1970).

***Hypericum perforatum* L.**

Многолетнее травянистое растение, широко распространенное, главным образом, в лесных районах Азербайджана. Стебли одиночные или произрастающие по несколько из одного корня, прямые или восходящие, обычно с двумя гранями, выше середины ветвистые, 15-75 см высоты. Форма листьев варьирует от широкоовальных и эллиптических до продолговато-яйцевидных, продолговатых и продолговато-линейных, 5-25 мм длины, 3-12 мм ширины. Цветки многочисленные на верхушках стеблей и боковых ветвей, в щитковидных соцветиях. Прицветники ланцетные, до 5 мм длины. Чашечка 4-5 мм длины, глубокораздельная. Лепестки продолговатые, продолговато-лопатчатые или эллиптические, 10-13 мм длины и до 5 мм ширины, золотисто-желтые, с черными точечками. Плод – коробочка продолговато-яйцевидная, 6-7 мм длины, 4-5 мм ширины, коричневая (Ахундов и др. 1955). Растения растут в кустарниках, по опушкам леса, на травянистых склонах, сорных местах, по речным долинам. Встречаются от низменности до субальпийского пояса. *H. perforatum* – гемикриптофит, ксеромезофит, относится к бореальному географическому типу. Цветет в мае-августе, плодоносит в июле-сентябре.

Согласно литературным данным в растениях *H. perforatum* обнаружены сапонины, алкалоиды, фенолы (пирогаллол), эфирное масло, фенолкарбоновые кислоты и их производные (кофейная, галловая, хлорогеновая кислоты), дубильные вещества, стероиды, флавоноиды (кверцетин, кверцитрин, изокверцитрин, рутин, гиперин), антоцианы, антрахиноны,

органические кислоты, азотсодержащие соединения, витамины С и Е, каротин, кумарины, углеводы, смолы (Соколов 1985).

Надземные части *H. perforatum* широко используются в народной медицине ряда стран. В виде отвара, настоев и экстрактов применяется как противовоспалительное, слабительное, антигельминтное, тонизирующее средство при заболеваниях сердца, легких, желудочно-кишечного тракта, печени, геморрое, кожных и венерических болезнях. Настойка также используется наружно при заболеваниях полости рта. Надземные части растений входят в фармакопеи многих стран, как стимулирующее, диуретическое, гемостатическое и ранозаживляющее средство. Известно, что надземные части *H. perforatum* входят в состав препаратов «Флорестен» (используется при гинекологических заболеваниях), «Пефлавит» (уменьшает проницаемость сосудов) и «Новоиманин» (используется при ожогах, инфицированных ранах, язвах, пиодермии, маститах, ринитах, фарингитах и гайморитах, а также для лечения желче-каменной болезни и депрессивных состояний). Эфирное масло, выделенное из надземных частей *H. perforatum* проявляет антимикробную активность по отношению к болезнетворным микроорганизмам (стафилококку, стрептококку, сальмонеллам). *H. perforatum* представляет интерес и как пряно-ароматическое растение, используется в парфюмерной и ликероводочной промышленности. Является компонентом горьких настоев «Зверобой», «Бальзам», «Ерофеич», вина «Вермут», и используется как пряность при консервировании рыбы. Входит в состав рецептов тонизирующих напитков, а в некоторых странах его добавляют в чай (Соколов 1985, Травы жизни 2012).

Данное исследование является продолжением, ранее проведенных нами работ по изучению радиозащитных свойств некоторых лекарственных растений из флоры Азербайджана (Мамедов *et al.* 2011; Шамилов *и др.* 2012).

Во время проведения эксперимента в 1-ой

группе (биологического контроля) в течение всего времени наблюдения (30 суток) животные были клинически здоровыми, охотно поедали корм, адекватно реагировали на внешние раздражители, случаев гибели не наблюдалось. У животных группы контроля облучения с первых дней после воздействия радиации в дозе 6 Гр слабо реагировали на внешние раздражители, неохотно поедали корм, снижалось количество эритроцитов и лейкоцитов и объем гемоглобина, скорость оседания эритроцитов в крови животных значительно уменьшилась, а время свертывания крови увеличилось. Средняя продолжительность павших животных составила 18-20 суток, а выживаемость – 70-80%. При патологоанатомическом вскрытии трупов павших двух животных через 14 дней, диагностировалась лучевая болезнь легкой степени.

У животных, получавших смесь экстрактов, а затем облученных дозой 6,0 Гр, клинические признаки были схожи с таковыми группы контроля, оставались чистыми, гладкими, подвижными, адекватно реагировали на внешние раздражители, охотно поедали корм. В течение времени эксперимента (30 суток) не наблюдалось павших животных, а количество лейкоцитов, объем гемоглобина, скорость оседания эритроцитов и время свертывания в крови животных приближались к норме.

Выводы

Таким образом, результаты опытов, на белых нелинейных крысах показали, что смесь экстрактов из лекарственных растений *Achillea filipendulina*, *Calendula officinalis* и *Hypericum perforatum* оказывает корректирующих свойств, увеличивая количество эритроцитов и лейкоцитов, восстанавливает гомеостаз крови и среднюю продолжительность жизни, облученных животных.

Работа была выполнена при поддержке гранта УНТЦ за номером 5026.

Цитируемые источники

- Аскеров А.М. 2005.** Высшие растения Азербайджана. Конспект флоры Азербайджана. Т. I. ЭЛМ, Баку. (На азербайджанском языке).
- Аскеров А.М. 2007.** Высшие растения Азербайджана. Конспект флоры Азербайджана. Т. III. ЭЛМ, Баку. (На азербайджанском языке).
- Аскерова Р.К., Ахундов Г.Ф., Исаев Я.М. и др. 1961.** Флора Азербайджана. Том VIII. Изд-во АН Азербайджанской ССР, Баку.
- Ахундов Г.Ф., Исаев Я.М., Карягин И.И. и др. 1955.** Флора Азербайджана. Том VI. Изд-во АН Азербайджанской ССР, Баку.
- Вымятина З.К., Костеша Н.Я., Лопухова В.В., Борило Г.А. 2000.** Влияние хвойного экстракта *Abies sibirica* Ledeb. на гемопоэз облученных крыс. *Растительные ресурсы* 36 (4): 83–89.
- Минаева В.Г. 1970.** Лекарственные растения Сибири. Наука, Новосибирск.
- Мустафаева С.Д., Ахмедова Э.Р. 1989.** Эфирномасличность *Achillea filipendulina* Lam., произрастающей в Азербайджане. *Растительные ресурсы* 25 (1): 79–83.
- Серкерова С.В., Мустафаева С.Д. 2009.** Новый компонент *Achillea filipendulina* Lam. *Химия растительного сырья* 2: 101–103.
- Соколов П.Д. (ред.). 1985.** Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Раеопiaceae – Тумелaeaceae: 16–18. Наука, Санкт-Петербург.
- Соколов П.Д. (ред.). 1993.** Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Asteraceae: 7–16. Наука, Санкт-Петербург.
- Травы жизни. 2012.** Лекарственные растения в природе и на огороде. <http://medherbarium.blogspot.com/2012/10/hypericum-perforatum-1.html>
- Шамилов Э.Н., Абдуллаев А.С., Рзаев А.А., Мустафаева С.Д., Азизов И.В. 2012.** Распространение, эфирномасличность и радиозащитные свойства *Achillea nobilis* L. *Традиционная медицина* 5: 153–158.
- Mamedov N.A., Rzayev A.A., Shamilov E.N., Abdullaev A.S., Craker L.E. 2011.** Radioprotective activity of some medicinal plant extracts. *ISHS Acta Hort.* 925: 315–320. http://www.actahort.org/books/925/925_46.htm

BIOECOLOGICAL FEATURES AND CORRECTIVE PROPERTIES OF

ACHILLEA FILIPENDULINA LAM., CALENDULA OFFICINALIS L. AND HYPERICUM PERFORATUM L.

ELSHAN SHAMILOV^{1*}, ASIM ABDULLAYEV¹, IBRAGIM AZIZOV^{2**}, SITARA MUSTAFAEVA², SEVIL ZEYNALOVA²

Abstract. The study is devoted to investigations on bioecological features and corrective properties of two species from the family Asteraceae Dumort. (*Achillea filipendulina* Lam. and *Calendula officinalis* L.) and one species from the family Hypericaceae Juss. (*Hypericum perforatum* L.) which are growing in the flora of Azerbaijan. It has revealed that the extract obtained from the collection of these plants shows corrective influence.

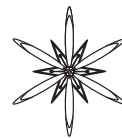
Key words: *Achillea filipendulina*, *Calendula officinalis*, *Hypericum perforatum*, Asteraceae, Hypericaceae, corrective influence, vegetable extract, radiation dose, animal survival

¹ Institute of Radiation Problems of Azerbaijan National Academy of Sciences, 9 B. Vahabzade str., Baku, AZ1143, Azerbaijan;

* elshanshamil@gmail.com

² Institute of Botany of National Academy of Sciences of Azerbaijan; 40 Badamdar Highway, Baku, AZ1073, Azerbaijan;

** i.azizov@rambler.ru



ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГОРМОНОВ В СРЕДЕ ПРЕКУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ В КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУРАХ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.)

АНДРЕЙ В. КОНСТАНТИНОВ

Аннотация. В статье описаны схема стерилизации листовых эксплантов березы повислой для получения каллусных культур и процессы морфогенеза, протекающие в них в зависимости от состава регуляторов роста и условий культивирования. Приведены данные о влиянии длительного культивирования каллусных культур, полученных от материнских деревьев различных генотипов на их регенерационную способность.

Ключевые слова: *Betula pendula*, береза повислая, стерилизация, листовые экспланты, каллусные культуры, регуляторы роста, культивирование *in vitro*

Институт леса НАН Беларуси, ул. Пролетарская 71, Гомель, 247000, Беларусь; avkonstantinof@mail.ru

Введение

Береза занимает около 23% лесопокрытой площади Беларуси, древесина этой породы находит широкое промышленное применение. В настоящее время одной из актуальных задач, связанных с выращиванием берёзы является создание плантационных культур с использованием селекционного посадочного материала (НУНУНЕН *et al.* 2008). Одним из способов производства больших количеств саженцев элитных форм является вегетативное размножение. Однако в случае березы, в особенности старовозрастных деревьев, его традиционные способы малоэффективны. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование методов лесной биотехнологии, в частности микроклонального размножения (CHENG *et al.* 2000; КОНСТАНТИНОВ и КУПРИЕНКО 2012)

Изучение особенностей морфогенеза тканей березы в культуре *in vitro* необходимо не только для разработки технологии массового клонирования ценных генотипов, но и для решения ряда задач, связанных с получением хозяйственно-ценных форм на основе применения методов клеточной селекции и инженерии (КОНСТАНТИНОВ 2012). Одним

из ключевых моментов при этом является изучение индукции процессов морфогенеза и разработка эффективных систем регенерации как из отдельных частей растений (эксплантов) (RYUNANEN & RYUNANEN 1986), так и из недифференцированной ткани (WAKITA *et al.* 1996). Особое значение имеет исследование механизмов дедифференцировки клеток и их дальнейшей пролиферации, а также факторов их обуславливающих (в т.ч. генотипа материнских растений, условий культивирования и состава питательной среды) (БУГАЕНКО и ИВАНОВА-ХАНИНА 2011).

Исходя из вышеизложенного, целью работы являлось получение каллусных культур и изучение влияния состава экзогенных регуляторов роста на процесс регенерации растений березы повислой в культуре тканей.

Материалы и методы исследований

В ходе исследования были использованы побеги с трех плюсовых деревьев березы повислой (возраст деревьев составлял около 50 лет), отобранных в насаждении естественного происхождения ГОЛХУ «Буда-Кошелёвский опытный лесхоз» (номера в Республиканском реестре:

6/161-3, 6/172-14, 6/184-26). Сбор экспериментального материала (ветви) проводили в сентябре 2011 года. Выгонка побегов из зимующих почек производилась в лабораторных условиях в ноябре того же года. Листья с фрагментами (около 2 мм) черешков (исходные экспланты для инициации каллусных культур) выдерживали в течение 30 минут при помешивании на шейкере в двух типах дезинфицирующих растворов: а) сочетании средств «Domestos» («Unilever», Великобритания; концентрация 0,01%) и «AOS» («Невис косметикс», Россия; концентрация 0,005%) или б) только 0,005% раствор «AOS». Далее экспланты выдерживали в течение трех минут в 10% растворе перекиси водорода и промывали под проточной водопроводной водой. Дальнейшая стерилизация проводилась в условиях ламинарного шкафа путем выдерживания в течение 30-40 секунд в 70% этаноле и затем трехминутной обработки 0,1% раствором сулемы с последующим трехкратным промыванием стерильной дистиллированной водой.

На листовые пластинки скальпелем наносили насечки и помещали их на чашки Петри со стандартной средой MS (MURASHIGE & SKOOG 1962) и регуляторами роста. Всего было испытано 10 вариантов опытных сред. Все среды содержали 6-БАП ($2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ или $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$) и НУК ($1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$). В часть сред дополнительно вносили 2,4-Д ($1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ или $2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$) либо TDZ ($0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ или $0,01 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$). Источником углеводов служила сахароза ($30 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$), в качестве уплотнителя добавляли агар в концентрации $7 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$, рН сред доводили до значения 5,6-5,8 растворами гидроксида натрия и хлороводородной кислоты.

Для каждого варианта опыта было использовано по 20-25 эксплантов. Материал культивировали в течение 2 месяцев при температуре $+25 \pm 1^\circ\text{C}$ в темноте. После чего часть каллусов переносили на среду MS с добавлением 6-БАП и НУК в концентрации $1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ и $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ соответственно и помещали на 2 месяца в условия постоянного освещения лампами марки Fluora («Osram»,

Германия) интенсивностью около 2000 люкс для регенерации. Другую часть эксплантов субкультивировали на свежие среды, аналогичные по составу исходным и оставляли в темноте на такой же период. Наблюдения за состоянием эксплантов осуществляли каждые пять дней, учитывали процент некротизированных эксплантов, способность эксплантов к органогенезу и каллусообразованию. Каллус оценивали по цвету и консистенции.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований наиболее эффективным вариантом обеззараживания первичных эксплантов явилось промывание в растворе «Domestos» + «AOS» – выход стерильных эксплантов около 93%. В случае применения только «AOS» доля стерильных жизнеспособных эксплантов не превысила 78%. Доля некротизировавших эксплантов варьировала среди изученных генотипов. Так для генотипа 6/172-14 она была равна 7%, в то время как для генотипов 6/161-3 и 6/184-26 данный показатель составил 16% и 21% соответственно.

Частота каллусогенеза генотипов 6/161-3 и 6/172-14 оказалась высокой и составила около 78%, в то время как для генотипа 6/184-26 данный показатель не превысил 40%.

В процессе культивирования листьев березы повислой в течение первых 2 месяцев в темноте с целью инициации каллусных культур нами было отмечено значительное влияние состава регуляторов роста на морфогенез в тканях эксплантов. Вне зависимости от генотипа исходного растения в вариантах с $5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ 6-БАП каллусогенез протекал на всей поверхности экспланта и не имел явной приуроченности. В случае добавления $2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ 6-БАП интенсивность развития каллуса была ниже, он возникал только вдоль жилок и у основания листа, а край листовой пластинки постепенно некротизировал. Добавление в среду для культивирования тиадазурина (регулятора роста с цитокининовой активностью)

приводило к усилению каллусообразования вне зависимости от концентрации, однако каллус, полученный при добавлении $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, отличался светлой окраской, большей плотностью и однородностью. В случае дополнительного внесения 2,4-дихлорфеноксисуксунной кислоты в обеих использованных концентрациях отмечалось усиление каллусообразования, однако полученный каллус был коричневого или рыжевато-кремового цвета и имел рыхлую консистенцию, при этом $2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ 2,4-Д стимулировали интенсивный адвентивный ризогенез на 67% эксплантов.

Каллусные культуры, полученные на средах с добавлением TDZ в обеих концентрациях, после перемещения на среды со сниженной концентрацией фитогормонов в условия освещения в течение 4-7 дней переходили к интенсивному росту и регенерации. На них возникали участки, имеющие ярко-зеленый цвет вследствие начала образования адвентивных почек. Наиболее интенсивно этот процесс протекал на эксплантах генотипа 6/161-3, более 30% которых перешли к регенерации и еще через 12 дней дали побеги длиной 3-4 см с 2-4 развитыми междоузлиями, пригодные для дальнейшего культивирования. В то время как экспланты генотипа 6/172-14, несмотря на интенсивный рост каллуса, дали короткие побеги (до 2 см с 1-2 узлами) светло-зеленого цвета. Следует отметить, что процесс закладки адвентивных почек протекал, в том числе в каллусах данного генотипа, полученных на средах с добавлением 2,4-Д в высокой концентрации. Наиболее низкая регенерационная способность отмечена для генотипа 6/184-26: за весь срок культивирования отдельные почки образовались только на эксплантах, культивированных в присутствии тиадазурона в концентрации $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$. Регенерация в каллусных культурах, полученных от деревьев различных генотипов, представлена на Рис. 1.

Длительное культивирование в течение 4 месяцев в темноте на средах с добавлением 2,4-Д приводило к гибели эксплантов всех трех генотипов. При внесении TDZ каллусные

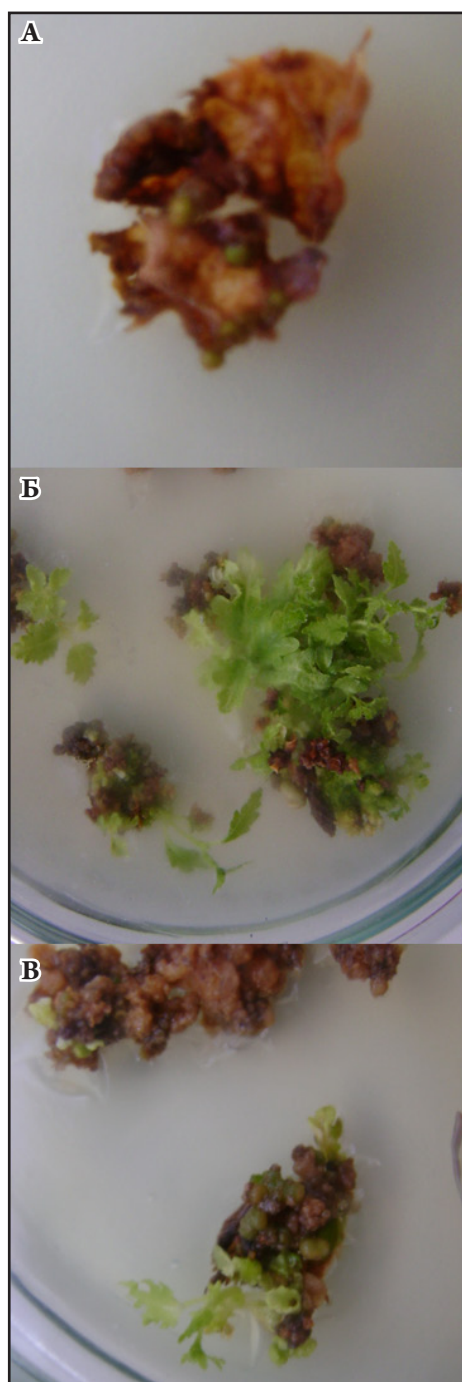


Рис. 1. Регенерация в каллусных культурах березы повислой: А – генотип 6/172-14; Б – генотип 6/161-3; В – генотип 6/184-26.

Fig. 1. Regeneration in callus cultures of *Betula pendula*: А – genotype 6/172-14; Б – genotype 6/161-3; В – genotype 6/184-26.

культуры отличались светло коричневой окраской, плотной консистенцией, адвентивный ризогенез отмечали в случае генотипов 6/172-14 и 6/161-3. При их помещении в условия освещения через 4-6 дней на них отмечали появление адвентивных почек. Каллусы генотипа 6/184-26 при длительном культивировании некротизировали полностью.

Таким образом, процесс регенерации в каллусных культурах напрямую зависит от состава регуляторов роста в среде прекультивирования и генотипа исходного дерева.

Помещение в условия освещения стимулирует побегообразование в каллусных культурах березы, в то время как культивирование в темноте способствует интенсивному адвентивному ризогенезу.

Выводы

В результате исследований было установлено, что тидиазурон в концентрации $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ стимулирует регенерацию побегов в каллусных культурах березы повислой генотипов 6/172-14 и 6/161-3. Внесение 2,4-Д в применявшихся количествах приводит к смещению морфогенеза в сторону образования адвентивных корней.

Цитируемые источники

- БУГАЕНКО Л.А., ИВАНОВА-ХАНИНА Л.В. 2011.** Морфогенез винограда в культуре *in vitro*. Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского, Серия «Биология, химия» **63** (2): 73–82.
- КОНСТАНТИНОВ А.В. 2012.** Особенности каллусогенеза на листовых эксплантах березы повислой различных генотипов. Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы (мат-лы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8-11 октября 2012 г.): 74.
- КОНСТАНТИНОВ А.В., КУПРИЕНКО Д.Г. 2012.** Влияние различных питательных сред и регуляторов роста на морфогенез в культуре ткани березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Лесоуправление, лесостроительство и лесозащита – настоящее, будущее (мат-лы междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 11–13 октября 2012 г.): 117–119.
- CHENG Z., SCHNURR P.J., DAI W. 2000.** Micropropagation of *Betula platyphylla* 'Fargo' via shoot tip culture and regeneration from leaf tissues. *J. Environ. Hort.* **18** (2): 119–122.
- HYNYNEN J., NIEMISTÖ P., VIHÉRÄ-AARNIO A., BRUNNER A., HEIN S. & VELLING P. 2008.** Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth. and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* **83** (1): 103–119.
- MURASHIGE T., SKOOG F. 1962.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant* **15** (3): 473–497.
- RYYNANEN L., RYYNANEN M. 1986.** Propagation of adult curly-birch succeeds with tissue culture. *Silva Fenn.* **20** (2): 139–147.
- WAKITA Y., SASAMOTO H., YOKOTA S. & YOSHIZAWA N. 1996.** Plantlet regeneration from mesophyll protoplasts of *Betula platyphylla* var. *japonica*. *Plant Cell Rep.* **16**: 50–53.

THE INFLUENCE OF HORMONES COMPOSITION IN THE PRECULTIVATION MEDIUM ON REGENERATION OF CALLUS CULTURES OF SILVER BIRCH (*BETULA PENDULA* ROTH.)

ANDREI V. KONSTANTINOV

Abstract. The paper described the scheme of sterilization of silver birch leaf explants for callus culture establishment, and the dependence of morphogenesis from the composition of growth regulators and culture conditions. Noticeable effects of long-term maintenance of callus cultures and individual differences between initial forms on its regeneration capacity have shown.

Key words: *Betula pendula*, silver birch, sterilization, leaf explants, callus culture, growth regulators, cultivation *in vitro*



АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЦВЕТКОВ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Анна В. Куркина

Аннотация. Исследованы анатомо-морфологические признаки цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare*). Впервые изучено микроскопическое и гистологическое строение цветоложа соцветия (корзинка) пижмы обыкновенной, выявлены его диагностические признаки. Выявлено наличие слоя склеренхимы в мезофилле обертки. Впервые описаны морфолого-анатомические особенности строения фертильной части трубчатого цветка, цветоносов и листочков, составляющих щитковидное соцветие из корзиночек.

Ключевые слова: *Tanacetum vulgare*, пижма обыкновенная, соцветие, морфология, гистология

Самарский государственный медицинский университет, кафедра фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии, ул. Чапаевская, 89, 443099, г. Самара, Россия; kurkina-av@yandex.ru

Введение

Соцветия пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) служат источником противоглистных и желчегонных средств, среди которых наиболее известны настоек «Танацехол» и «Желчегонный сбор №3» (Куркин 2007; Соколов 1993). Ранее нами были разработаны новые подходы к стандартизации цветков пижмы обыкновенной, заключающиеся в определении суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид (Куркина и Хусаинова 2010), однако анатомо-морфологические признаки сырья данного растения, изложенные в Государственной Фармакопее СССР XI издания (Ананьева и др. 1990), требуют дополнительных исследований.

Так, в разделе «Микроскопия» фармакопейной статьи «Пижмы цветки» ГФ СССР XI издания (Ананьева и др. 1990) достаточно подробно описывается диагностика данного сырья, однако в указанной методике диагностику сырья проводят только лишь по строению обертки соцветия (корзинка) и строению трубчатого цветка. При оценке подлинности сырья имеющих микроскопических признаков может быть недостаточно в виду того, что сырье представляет собой корзинки и части сложных щитковидных соцветий с общим

цветоносом длиной не более 4 см, считая от верхних корзиночек (Ананьева и др. 1990; Самылина и др. 2009).

На наш взгляд, при диагностике соцветия как морфологически сложной организованной структуры его целесообразно рассматривать по отдельным частям.

Поэтому целью настоящей работы являлись исследования анатомо-морфологических признаков цветков пижмы обыкновенной (*T. vulgare*).

Материалы и методы исследований

Исследовали соцветия *T. vulgare*, собранные на фармакопейном участке Самарского ботанического сада (г. Самара, июль 2009 г.), а также промышленные образцы сырья (ОАО «Красногорсклексредства»). В настоящем исследовании были использованы цифровой микроскоп «Motic DM11» и цифровой стереоскопический микроскоп «Motic DM-39C-N9GO-A». Микропрепараты готовили в соответствии с фармакопейной методикой ГФ СССР XI издания (Ананьева и др. 1990). Их окраску проводили: раствором Люголя (обнаружение крахмала), раствором судана III (обнаружение эфирного масла) и серноокислым анилином (обнаружение одревеснения оболочек).

Результаты и их обсуждение

Соцветия *T. vulgare* как лекарственное растительное сырье (ЛРС) представляют собой цветочные полушаровидные корзинки, сверху почти плоские, диаметром 5-8 мм, собранные в густые верхушечные щитки (Ананьева и др. 1990). Морфологически выраженной особенностью соцветия пижмы являются листочки на побегах (Рис. 1), формирующих щитковидное соцветие.

Данные листочки – простые, сидячие, перисто-раздельные, от 0,5 до 1,0 см длиной, заметно опушенные (Рис. 1). Они имеют зеленую окраску, более темную с наружной стороны, чем с внутренней. При рассмотрении листочка с поверхности виден эпидермис, представляющий собой совокупность клеток неправильной, изодиаметральной формы с сильно утолщенными стенками. Эпидермис нижней стороны листочка имеет устьичные аппараты аномоцитного типа. На наш взгляд, листочки содержат диагностические признаки, причем в этом плане информативным является как морфологическое строение листовой пластины, так и ее анатомо-гистологические особенности.

Важной морфологической составляющей соцветия (корзинки) является также его цветоложе. Из систематики известно, что морфологические особенности анатомического строения цветоложа могут являться диагностическим признаком видов растений семейства Compositae. После удаления цветков с поверхности цветоложа видно, что оно матовое темно-коричневое, почти черного цвета. Поверхность цветоложа неровная, с заметными округлыми, расположенными симметрично местами прикрепления завязей цветков. На продольном срезе соцветия видно, что цветоложе пижмы имеет вытянутую форму. Оно выполнено губчатой паренхимой с большим количеством межклетников. Клетки губчатой паренхимы округлой изодиаметрической формы. Они практически бесцветны, изредка содержат хромопласты желтого цвета. Поверхность цветоложа

организована более плотной тканью с заметными симметрично расположенными в ней вместилищами. Важно отметить, что ранее другими исследователями не описывалось наличие вместилищ в цветоложе соцветий пижмы. Этот признак может использоваться в диагностике данного ЛРС.

Листочки обертки ланцетно-яйцевидной формы; внутренние листочки более вытянутые, продолговато-яйцевидные, на верхушке и по краям с узкой светлой или буровой каймой (Рис. 2). При рассмотрении листочков обертки с поверхности в них хорошо заметна центральная жилка, сопровождающая секреторные ходы. Эпидермис с наружной стороны листочка состоит из крупных клеток с прямыми или слегка извилистыми стенками, с заметно выраженной складчатостью кутикулы. Клетки эпидермиса с внутренней стороны листочка узкие и сильно вытянутые.

Устьица и волоски встречаются только в эпидермисе с наружной стороны листочка обертки и сосредоточены главным образом по центральной жилке листочка и по краю. Устьица окружены 4-6 околоустьичными клетками с хорошо заметной с поверхности кутикулярной складчатостью. Волоски эпидермиса многоклеточные, по форме бичевидные, конечная клетка волоска очень длинная, перекрученная и часто обломанная. При рассмотрении листочков обертки с поверхности под прозрачным эпидермисом хорошо заметны внутренние ткани. Часть из них представлена вытянутыми прозенхимными клетками с сильно утолщенными оболочками, в которых хорошо заметны поровые каналы. На поперечном срезе обертки видно, что эта ткань является совокупностью склерифицированных волокон, выполняющих армирующую функцию, что подтверждается окрашиванием раствором сернокислого анилина и появлением в результате лимонно-желтого окрашивания. В центре обертки виден небольшой проводящий пучок, армированный мелкими склерифицированными клетками (Рис. 3).

Следует отметить, что наличие



Рис. 1. Листочек соцветия пижмы обыкновенной ($\times 20$).

Fig. 1. The leaflet of inflorescence of *Tanacetum vulgare* ($\times 20$).

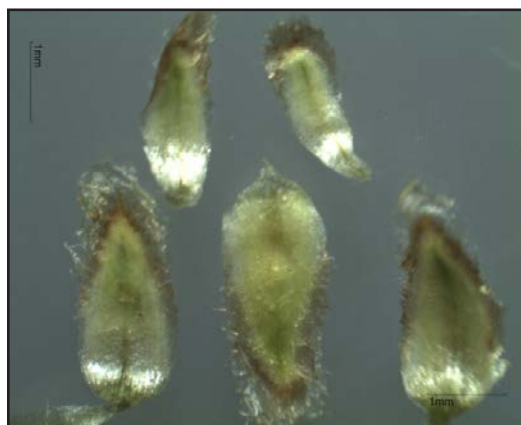


Рис. 2. Обертка корзинки пижмы обыкновенной ($\times 40$).

Fig. 2. The spathe of *Tanacetum vulgare* baskets ($\times 40$).



Рис. 3. Поперечный срез листочка обертки соцветия пижмы обыкновенной (окраска раствором сернокислого анилина, $\times 400$).

Fig. 3. Transverse section of leaflet of spathe from *Tanacetum vulgare* inflorescence (staining by aniline sulfate, $\times 400$).

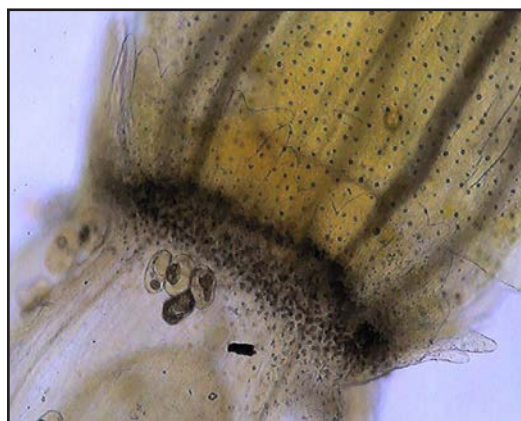


Рис. 4. Место срастания венчика с завязью трубчатого цветка соцветия пижмы обыкновенной ($\times 400$).

Fig. 4. The place of concrescence of the corolla with an ovary of tubular flower in *Tanacetum vulgare* inflorescences ($\times 400$).

склеренхимы, ранее не описанное в литературе, является существенным диагностическим признаком и может быть внедрено в новую редакцию раздела «Микроскопия» проекта фармакопейной статьи на изучаемый вид сырья.

Сточки зрения диагностики сырья важным является изучение трубчатого цветка пижмы обыкновенной. Морфологически трубчатый цветок можно разделить на фертильную часть (гинецей, андроцей) и стерильную часть, представленную околоцветником. Трубчатые цветки пижмы обоеполые. Андроцей в

цветке представлен пятью сросшимися пыльниками тычинками. Непосредственно в трубке венчика локализован столбик пестика, раздваивающийся на одну треть длины. Он имеет два рыльца, поверхность которых неровная, ворсинчатая. Столбик пестика достаточно крупный, бесцветный. В качестве диагностического признака может явиться особенность локализации друз в тканях венчика. Она состоит в том, что друзы очень многочисленны именно на границе в месте срастания завязи и венчика и образуют заметное кольцо (Рис. 4). На поверхности

цветков имеются эфиромасличные железки, наиболее густо расположенные на завязи и у основания трубочки венчика.

В ходе настоящих исследований проведено также анатомическое изучение цветоноса соцветия пижмы обыкновенной, так как эта часть сырья имеет свои особенности строения, которые также могут явиться диагностическими для данного вида растения. В имеющемся разделе «Микроскопия» фармакопейной статьи 11 ГФ СССР XI издания эти особенности не используются (Ананьева и др. 1990). Цветонос представляет собой полый стебель пучкового строения. Пучки в кольце закрытые коллатеральные с сильно выраженным слоем склеренхимы, окрашиваемой в лимонно-желтый цвет раствором сернокислого анилина.

Выводы

Таким образом, результаты морфологических и микроскопических исследований позволяют выявить основные диагностические признаки цветков и соцветий *T. vulgare*.

Полученные результаты включены в новую редакцию раздела «Микроскопия» фармакопейной статьи на ЛРС «Пижмы цветки», что создает предпосылки для повышения объективности морфолого-анатомического анализа данного сырья и будет способствовать повышению его качества.

Цитируемые источники

- Ананьева А.Р. и др. 1990.** Государственная Фармакопея СССР. XI. Вып. 2. Медицина, Москва.
- Куркин В.А. 2007.** Фармакогнозия: Учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). 2-е изд., перераб. и доп. ООО «Офорт», ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», Самара.
- Куркина А.В., Хусаинова А.И. 2010.** Методика определения суммы флавоноидов в цветках пижмы. *Фармация* 3: 21–24.
- Самылина И.А., Ермакова В.А., Бобкова Н.В., Аносова О.Г. 2009.** Атлас «Фармакогнозия». Т. 3. Гэотар-медиа, Москва.
- Соколов П.Д. (ред.). 1993.** Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейство Asteraceae (Compositae). Наука, Санкт-Петербург.

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL DIAGNOSTICS OF *TANACETUM VULGARE* L. FLOWERS

ANNA V. KURKINA

Abstract. The morphological, histological and microscopical investigations on tansy *Tanacetum vulgare* L. flowers were carried out. For the first time were studied the microscopic and histological structures of the inflorescence (the basket) of *T. vulgare*, its flowers and diagnostic signs are revealed. There were observed the presence of the layer of sclerenchyma in the mesophyll of the inflorescence spathe. For the first time were described the morphological and anatomical characteristics of the structure of the fertile part of the tubular flower, flower stalk and leaflets, which compose corymbiform inflorescence from the baskets.

Key words: *Tanacetum vulgare*, flower, inflorescence, morphology, histology characteristics

Samara State Medical University, department of Pharmacognosy with botany and basis of phytotherapy; 89 Chapayevskaya str., Samara, 443099, Russia; kurkina-av@yandex.ru



УДК 615.32

БОТАНИКО-ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Владимир А. Куркин

Аннотация. В работе обсуждаются возможности цифровых и информационных технологий для исследования ботанико-фармакогностических характеристик лекарственного растительного сырья. Результаты представленных исследований отражены в электронном учебнике «Фармакогнозия» и электронном учебном пособии «Ботаника. Микроскопия. Электронный атлас».

Ключевые слова: ботаника, фармакогнозия, учебник, лекарственное растительное сырье, фармакогнозия

Самарский государственный медицинский университет, кафедра фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии, ул. Чапаевская, 89, г. Самара, 443099, Россия; Kurkinvladimir@yandex.ru

В настоящее время внедрение в учебный процесс цифровых и информационных технологий становится реальностью. Соответствующие инструментальные и технические возможности появились и в Самарском государственном медицинском университете. В вузе организована лаборатория электронных изданий, специалисты которой создают оригинальные программные продукты с учетом специфики учебных дисциплин.

Фармакогнозия как наука и учебная дисциплина о лекарственном сырье растительного и животного происхождения всегда занимала заметное место в истории медицины и фармации. С учетом все возрастающего интереса специалистов и населения в целом к лекарственным растениям как источнику ценных фитопрепаратов, возникает насущная необходимость в углублении знаний в этой области. В Самарском государственном медицинском университете изданы учебник «Фармакогнозия» (Куркин 2007), электронный учебник «Фармакогнозия» (Куркин 2010) и электронное учебное пособие «Ботаника. Микроскопия. Электронный атлас» (Куркин и др. 2009), рекомендованные для студентов фармацевтических вузов (факультетов), обучающихся по специальности

060301 – «Фармация». В данных изданиях нашли отражение результаты морфолого-анатомических, химических, фармакогностических исследований лекарственного растительного сырья (ЛРС).

С использованием цифровой микроскопии (микроскопа «Motic DM-111» и стереоскопического микроскопа «Motic DM-39C-N9GO-A») изучены анатомо-морфологические характеристики ЛРС родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.), лимонника китайского (*Schizandra chinensis* Baill.), расторопши пятнистой (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.), эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.), Melissa лекарственной (*Melissa officinalis* L.), лаванды колосовой (*Lavandula spica* L.), зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.), гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba* L.), березы бородавчатой (*Betula verrucosa* Ehrh.), гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum* Gilib.), солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.), пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), бессмертника песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench.), тополя черного (*Populus nigra* L.), календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.), черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), крушины ломкой (*Frangula alnus* Mill.) и перца стручкового (*Capsicum*

animum L.). Изучены фенилпропаноиды и флавоноиды корневищ родиолы розовой (*Rhodiola rosea*), коры сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*), семян лимонника китайского (*Schizandra chinensis*), травы мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis*), листьев гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba*), травы зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*) и зверобоя пятнистого (*Hypericum maculatum* Grantz.).

Закрепленная в терминах и понятиях фармакогнозии и ботаники в печатном и электронном виде информация представляет собой ту базовую основу, на которой строится современное профессиональное знание, а также формируется модель специалиста, методологический и прогностический потенциал науки.

Издания по ботанике и фармакогнозии не только отражают современное состояние в области данных дисциплин, но и включают результаты собственных исследований коллектива кафедры фармакогнозии. Дело в том, что в Самаре разработана современная классификация биологически активных соединений (БАС) лекарственных растений, которая положена в основу учебника «Фармакогнозия». Оригинальность предложенной химической классификации заключается в том, что научно обоснована целесообразность введения в фармакогнозию в качестве новых групп БАС – фенилпропаноидов, ксантонов, монотерпеновых гликозидов, иридоидов, экдистероидов и ферментов. Кроме того, анализ результатов собственных исследований и литературных данных в области фенилпропаноидов позволил осветить актуальные аспекты исследования данного класса БАС, обуславливающих фармакологическое действие лекарственных средств таких растений, как эхинацея пурпурная, родиола розовая, элеутерококк колючий, расторопша пятнистая, мелисса лекарственная и др. Характерной особенностью электронного учебника, как и печатного издания, является глубина и масштаб информационного и иллюстративного материала. В

представленном учебнике отражена этимология названий лекарственных растений и биологически активных соединений, что позволяет студенту видеть в терминах, наименованиях суть вещей. В учебнике хорошо освещены и исторические аспекты фармакогнозии, вобравшей в себя традиции, мифологию, культуру, кропотливый труд и опыт познания растений, дающих человеку лекарства, пищу и среду обитания. Важным является и то обстоятельство, что в учебнике освещается вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие фармакогнозии, медицины, фармации, ботаники. В электронном учебнике представлены термины и понятия фармакогнозии, характеризующие предмет, задачи фармакогнозии и взаимодействие данной дисциплины со смежными науками. В фармакогнозию введены такие новые понятия, как фармацевтический и фармакогностический мониторинг, ведущая группа БАС. В учебнике в системном виде дается материал о БАС и сопутствующих веществах лекарственных растений, а также показана их значимость не только для проявления, но и прогноза фармакотерапевтического эффекта. Для лекарственных растений и продуктов животного происхождения приводятся сведения по следующей схеме: два наименования сырья (в соответствии с ГФ СССР XI издания и новым ОСТом), русское и латинское названия производящего растения, этимология наименования, историческая справка, ботаническое описание, ареал, культивирование, заготовка, сушка, лекарственное сырье, его внешние и микроскопические признаки, химический состав, стандартизация, фармакологическое действие, применение.

Следует отметить, что в электронном учебнике представлена разноплановая система поиска, а также приводится богатый иллюстративный материал в виде химических формул и схем, рисунков лекарственных растений, микроскопических признаков сырья, делающих сложный материал удобным для восприятия. Наглядно представленные в

учебнике различные видеоклипы известных лекарственных растений и химических реакций, составляющих основу качественного и количественного анализа ЛРС, также способствуют более эффективному запоминанию изучаемого материала. Кроме того, в учебник включена система контроля знаний, включающая более 700 тестовых заданий, которые подготовлены для 4 уровней знания: 1 – студент, 2 – специалист, 3 – преподаватель, 4 – эксперт. Учитывая то обстоятельство, что фармакогнозии как профильной дисциплине предшествует изучение студентами 1-2 курсов ботаники на кафедре фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии создано электронное учебное пособие «Ботаника. Микроскопия. Электронный атлас» (Куркин и др. 2009). Данное электронное учебное пособие создано в первую очередь для студентов фармацевтических вузов (факультетов), обучающихся по курсу «Ботаника». Однако оно может быть полезным также и для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 060301 – «Фармация», изучающих диагностические признаки растений в рамках курса «Фармакогнозия».

Атлас включает материалы по 3 основным разделам ботаники: «Цитология», «Гистология высших растений», «Анатомия вегетативных органов высших растений». Главным содержанием «Атласа» являются фотографии и микрофотографии. Общее количество кадров около 400, в том числе 3 – видеофильма: из них по разделу «Цитология» – 100, по разделу «Гистология» – 110, по разделу «Анатомия» – 190. В Атласе визуализировано свыше 90 наименований микропрепаратов по названным разделам курса. Более половины микропрепаратов (так называемые временные микропрепараты), созданные преподавателями кафедры фармакогнозии, являются оригинальными, авторскими образцами. Остальные микропрепараты (постоянные), используемые в учебном процессе, также отсняты и описаны на разных увеличениях цифровых микроскопов. В «Атласе» предусмотрена удобная система поиска,

позволяющая быстро найти необходимые для просмотра микропрепараты или интересующие читателя термины (дефиниции), составляющие глоссарий. Мотивацией к изучению студентами предмета ботаники с помощью разработанного «Атласа» является возможность тестового контроля приобретаемых знаний: тесты к каждому разделу атласа включают по 50 вопросов, примерно пятая часть заданий проиллюстрирована фотографиями микропрепаратов, рисунками и схемами.

Таким образом, внедрение в учебный процесс разработанных на кафедре фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии Самарского государственного медицинского университета электронного учебника «Фармакогнозия» и электронного учебного пособия «Ботаника. Микроскопия. Электронный атлас» позволит, безусловно, повысить интерес студентов к изучаемым дисциплинам и, как следствие, улучшить качество подготовки специалистов фармацевтического профиля в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования третьего поколения экспертов по специальности 060301 – «Фармация».

Цитируемые источники

- Куркин В.А. 2007.** Фармакогнозия: Учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов.). 2-е изд., перераб. и доп. ООО «Офорт», ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», Самара.
- Куркин В.А. и др. 2009.** Ботаника. Микроскопия. Электронный атлас. Лаборатория электронных учебных пособий СамГМУ, Самара.
- Куркин В.А. 2010.** Фармакогнозия. Электронный учебник-справочник. Лаборатория электронных учебных пособий СамГМУ, Самара.

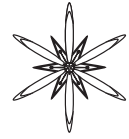
BOTANICAL-PHARMACOGNOSTICAL CHARACTERISTICS OF HERBAL DRUGS

VLADIMIR A. KURKIN

Abstract. In the present paper are discussed the possibilities of digital and information technologies for the study of botanical-pharmacognostical characteristics of the raw materials of medicinal plants. The results of investigations were included in the electronic textbook «Pharmacognosy» and electronic training manual «Botany. Microscopy. Electronic Atlas».

Key words: botany, textbook, electronic textbook, pharmacognosy, medicinal plants, herbal drugs

Samara State Medical University, department of Pharmacognosy with botany and basis of phytotherapy; 89 Chapaevskaya, Samara, 443099, Russia; Kurkinvladimir@yandex.ru



МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БЕЗСТАТЕВИХ РЕПРОДУКТИВНИХ ОРГАНІВ МОХОПОДІБНИХ

ОКСАНА ЛОБАЧЕВСЬКА

Анотація. Визначено основні типи виводкових органів домінантних видів мохоподібних на відвалах гірничовидобувних підприємств. Встановлено особливості морфології, локалізації та генезису спеціалізованих безстатевих пропагу та гем. Проаналізована їх роль у репродуктивній стратегії видів мохів-поселенців.

Ключові слова: мохоподібні, розмноження, виводкові пропагули, ризоїдні бульбочки, геми

Інститут екології Карпат НАН України, вул. Стефаніка, 11, Львів, 79000, Україна; morphogenesis@mail.lviv.ua

У бріофітів вегетативне розмноження відіграє важливу роль у життєвій стратегії виду та адаптації до екстремальних й нестійких умов середовища (ЛОБАЧЕВСЬКА 2012; РОНґАМО *et al.* 2006; ROWNTREE *et al.* 2007). Висока регенераційна здатність клітин гаметофіту і різноманітні форми безстатевого розмноження, які були втрачені як примітивні адаптивні ознаки складніше організованими вищими судинними рослинами, у мохоподібних, навпаки, еволюціонували (AWASTHI *et al.* 2010). Структурно-функціональна організація спеціалізованих типів безстатевих пропагул бріофітів стала набагато складнішою, способи і місця їх генезису – різноманітнішими. Розміри і форми клітин, колір, кількість й місця утворення різних типів виводкових органів, їх анатомічні особливості та морфогенез – це важливі діагностичні ознаки у систематиці бріофітів, а також для таксономічних узагальнень (DURING 2001; СЛЕАУІТТ 2002). Зазвичай для видів мохів близьких за мінливістю розмірів та формою спорогонів, деяких ознак гаметофорів, часто відзначають специфічні ознаки виводкових органів, зокрема відмінних за морфологією та локалізацією ризоїдних бульбочок. Це сприяє ідентифікації рослин в стерильному стані, що особливо важливо, коли мохи рідко утворюють спорогони. Аналіз банку діаспор дає можливість з'ясувати їх участь у заселенні

і утворенні мохових угруповань, підтримці та регуляції популяції мохів на порушених та антропогенно змінених територіях. Окрім того, останнім часом виводкові органи все частіше стають об'єктом молекулярних досліджень механізмів стійкості мохоподібних Арктики й Антарктики та культури тканин рідкісних видів бріофлори (СЛЕАУІТТ 2002; СНЕН *et al.* 2008).

У зв'язку з цим метою роботи було визначити основні типи, особливості морфології, локалізації та генезису безстатевих виводкових органів мохоподібних на відвалах гірничовидобувних підприємств. Об'єктом вивчення були мохоподібні породних відвалів Язівського сірчаного родовища Новояворівського гірничо-хімічного підприємства "Сірка" та шахти "Надія" Червоноградського гірничопромислового району. Аналізували природні зразки домінантних видів мохоподібних та їх стерильну лабораторну культуру.

На девастованих територіях сірчаного родовища та шахтних відвалів, як за проективним покриттям, так і за частотою трапляння, переважають верхоплідні дводомні види мохоподібних, для яких характерні статевий диморфізм та значна пластичність розвитку: вони активно розмножуються як спорами, так і утворюють різноманітні виводкові органи. За типом стратегії – це види-поселенці, які переважають

на початкових стадіях первинної сукцесії рослинного покриву, незважаючи на низьку конкурентоспроможність, формують піонерні угруповання завдяки високій репродуктивній активності і швидко захоплюють нові порушені субстрати.

Встановлено, що домінантні дводомні види мохоподібних використовують різноманітні способи вегетативного розмноження: окрім високої регенеративної здатності, фрагментації гаметофіту і відновлення інноваціями, утворюють органи безстатевого розмноження, які на початкових стадіях заселення повністю замінюють або доповнюють статеве розмноження. Як спеціалізовані репродуктивні органи визначено виводкові пропагули (ламкі стебла, ламкі верхівки, виводкові бруньки та підземні ризоїдні бульбочки), які мають апікальну клітину і тому проростають у пагін без утворення протонеми, та геми (опадаючі листки, протонемні й ендогенні геми), які через відсутність апікальної клітини завжди починають ріст з утворення протонеми.

На відвалах видобутку вугілля та сірки спеціалізовані органи безстатевого розмноження знайдено у всіх 9 домінантних видів бріофітів: у дводомних мохів – підземні ризоїдні бульбочки у *Barbula unguiculata* Hedw., *Bryum caespiticium* Hedw., *Br. dichotomum* Hedw. і *Br. pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn., Meyer et Scherb.; виводкові бруньки в пазухах листків – видозмінені, дуже вкорочені світло-зелені бруньки-пагони у *Br. argenteum* Hedw. і зелено-бурі, яйцеподібні та продовгувато-яйцеподібні бруньки з маленькими листочками у *Br. dichotomum* Hedw., ламкі світло-зелені верхівки у *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. і у дводомних печіночників – короткі, дуже розгалужені світло-зелені виводкові лопати, які легко відриваються, на кінцях слані *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort. і багатоклітинні, майже прозорі, геми у *Marchantia polymorpha* Hedw. та підземні ризоїдні бульбочки в одnodомного моху *Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wils.

Специфічною ознакою більшості мохів-поселенців є підземні ризоїдні виводкові

бульбочки (MALON *et al.* 2006). Деякі види мохів утворюють їх на ранніх стадіях і тому за діагностичними ознаками бульбочок, їх морфологією, поширенням та екологією можна визначити ювенільні рослини. Утворення багатоклітинних ризоїдних бульбочок переважно відзначали для молодих пагонів *B. unguiculata*, зазвичай, на дистальних кінцях головних ризоїдів. Частіше у цього моху визначали округлі бульбочки 120-170 мкм у діаметрі, різних коричневих відтінків – від бурих до червоно-коричневих. У *Br. caespiticium* грушоподібні бульбочки з досить потовщеними стінками закладалися на столонах сильно розгалуженої ризоїдної протонеми, як великі, зрілі з пігментованими клітинними стінками, 195–210 мкм, так й дрібні, світло-зелені, 35–40 мкм. У *Br. pseudotriquetrum* ризоїдні бульбочки (Рис. 1) переважно утворювалися безпосередньо на головних ризоїдних столонах, іноді на їх дистальних кінцях. Багатоклітинні бульбочки моху, сформовані з невеликих потовщених клітин сферичної форми, діаметром 30-50 мкм, прикріплювалися до ризоїда “ніжкою”, переважно з 1-2 ламких видовжених клітин. Молоді, зелені, еліптичні бульбочки *Br. pseudotriquetrum* мали розмір 106-178 × 206-248 мкм, сформовані зрілі, грушоподібної форми з червоно-коричневим забарвленням – 150-170 × 312-484 мкм. Їх знаходили на ризоїдах як стерильних, так і фертильних рослин, здебільшого у чоловічих дернинах. Невеликі за розмірами (55-67 × 76-104 мкм, зрідка до 136 × 142 мкм) з нечітко диференційованими клітинами бульбочки *Br. dichotomum* знаходили переважно в основі стерильних пагонів, на дистальних кінцях ризоїдів або довгих ризоїдних гілках до 50-60 мкм, на ризоїдах одного пагона їх було значно більше (до 12 штук), ніж у інших видів роду *Bryum*. У *L. pyriforme* ризоїдні бульбочки були від округлих до овальних (93-116 × 120-148 мкм), сформовані з 5-6 великих клітин (70 × 80 мкм), переважно на досить довгих ризоїдних гілках (до 290 мкм). Окрім ризоїдів, виводкові бульбочки без хлоропластів знаходили у пазухах листків на

підземних етіолованих пагонах моху.

Ризоїдні бульбочки, які функціонують здебільшого як органи нагромадження поживних речовин, містять більше запасних речовин, ніж одноклітинні спори, і тому є стійкішими до зміни температур і вологості. Значне просторове розповсюдження бульбочок у ризосфері і тривале збереження їх життєздатності у банку діаспор сприяє швидкому розростанню нових рослин й активній колонізації порушених субстратів.

Окрім підземних ризоїдних бульбочок, потенціал видів-поселенців на початку їхнього виживання і локального поширення підвищують протонемні геми. Геми – це нитчасті відгалуження хлоронемі, з чітко диференційованим механізмом відокремлення (DUCKETT & LIGRONE 1992). Оскільки в природних умовах вони менше живучі й толерантні, ніж виводкові бруньки і ризоїдні бульбочки, для дослідження їх морфологічних особливостей та онтогенезу використовували і лабораторну культуру мохів.

У видів *Br. argenteum* і *Br. caespiticium* геми утворювалися на повітряних хлоронемних столонах, тоді як у *B. unguiculata* і *Br. dichotomum* – на хлоронемі, що росла на/або в субстраті, і лише зрідка на повітряних столонах. Більшість хлоронемних клітин, переважно на дистальних кінцях, дедиференціювалася у сферичні, сильно пігментовані виводкові геми. На момент відокремлення виводкових пропагул від протонемі, в місці їх з'єднання утворювалася роздільна клітина (“тмема”), у якої клітинна стінка була майже прозорою, тому легко розривалася (Рис. 2).

В умовах лабораторної культури у ланцюговоподібних гемах, що виникали з клітин хлоронемного типу, окремі сегменти були циліндричними (*Br. argenteum*, *Br. caespiticium*) або майже округлими (*B. unguiculata*), у поодиноких випадках вони мали булавоподібну або веретеноподібну форму (*Br. dichotomum*, *B. unguiculata*) внаслідок здуття клітин посередині або над серединою, що пов'язано з відкладенням запасних речовин. У *Br. argenteum* спостерігали утворення численних ланцюговоподібних

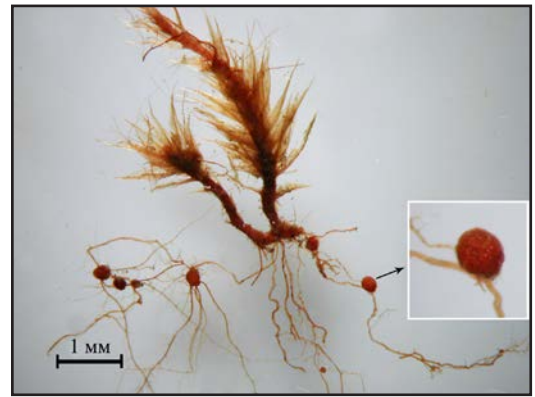


Рис. 1. Підземні бульбочки на головних ризоїдних столонах *Bryum pseudotriquetrum*.

Fig. 1. Underground tubers on main rhizoid stolons of *Bryum pseudotriquetrum*.



Рис. 2. Пігментовані ланцюговоподібні геми *Bryum dichotomum* з продовгуватими тмемами (позначено стрілками) на дистальних кінцях протонемі.

Fig. 2. Pigmented chain-like gemmae of *Bryum dichotomum* with elongated tmemata (marked by arrows) on distal ends of protonema.

гем на кінцях повітряної, рясно, вялоподібно розгалуженої хлоронемі, тоді як у *B. unguiculata* – від ланцюговоподібних до різної форми сферичних тілець з коротких, майже округлих, сильно пігментованих клітин, як на дистальних кінцях протонемі, так і на її бічних галузjenнях.

Отже, на девастованих територіях мохоподібні проявляють значну пластичність розвитку і репродуктивної стратегії, передовсім завдяки різноманітним можливостям вегетативного розмноження.

Використані джерела

- ЛОБАЧЕВСЬКА О.В. 2012.** Репродуктивна стратегія мохоподібних на девастованих територіях видобутку сірки (Львівська область). *Укр. ботан. журн.* **69**: 406–416.
- AWASTHI V., NATH V., ASTHANA A.K. 2010.** Effect of some physical factors on reproductive behaviour of selected bryophytes. *Internat. J. of Plant Reprod. Biol.* **2** (2): 141–145.
- CHEN Y., GUO S., CAO T. 2008.** Asexual reproduction of moss and its applications. *Chin. J. Ecol.* **27** (6): 993–998.
- CLEAVITT N.L. 2002.** Stress tolerance of rare and common moss species in relation to their occupied environments and asexual dispersal potential. *J. Ecol.* **90**: 785–795.
- DURING H.J. 2001.** Diaspore banks. *Bryol.* **104**: 92–97.
- DUCKETT J.G., LIGRONE R. 1992.** A survey of diaspore liberation mechanisms and germination patterns in mosses. *J. Bryol.* **17**: 335–354.
- MALLON R., REINOSO J., RODRIGUEZ-OUBICA J. et al. 2006.** *In vitro* development of vegetative propagules in *Splachnum ampullaceum*: brood cells and chloronematal bulbils. *Bryol.* **109**: 215–223.
- ПОНЬЖАМО М., ЛААКА-ЛІНДБЕРГ С., ОВАСКАЙНЕН О. et al. 2006.** Dispersal potential of spores and asexual propagules in the epixylic hepatic *Anastrophyllum hellerianum*. *Evol. Ecol.* **20**: 415–430.
- ROWNTREE J.K., DUCKETT J.G., MORTIMER C.L. et al. 2007.** Formation of specialized propagules resistant to desiccation and cryopreservation in the threatened moss *Ditrichum plumbicola* (Ditrichales, Bryopsida). *Ann. Bot.* **100**: 483–496.

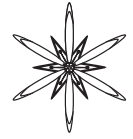
MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF BRYOPHYTES ASEQUAL ORGANS

Oksana Lobachevska

Abstract. The main types of brood organs of dominant bryophyte species on dumps of the mining factories were determined. The special features of morphology, localization and genesis of specialized asexual propagula and gemmae were detected. The analysis of their role in reproductive strategy of colonist species was conducted.

Key words: bryophytes, reproduction, brood propagules, rhizoid tubers, gemmae

Institute of Ecology of the Carpathians of NAS of Ukraine, 11 Stefanyk str, Lviv, 79000, Ukraine; morphogenesis@mail.lviv.ua



ОНТОМОРФОГЕНЕЗ *AGASTACHE RUGOSA* (FISCH. ET C.A. MEY.) O. KUNTZE EX SITU

Галина О. Рудік

Анотація. Досліджено особливості онтоморфогенезу *Agastache rugosa* (Fisch. et C.A. Mey.) O. Kuntze в умовах Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна. Встановлено, що протягом першого року життя рослини проходили три періоди онтоморфогенезу – латентний, прегенеративний та генеративний.

Ключові слова: *Agastache rugosa*, онтоморфогенез, періоди онтогенезу

Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна, ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. С. Петлюри, 1, Київ, 01032, Україна; rudik_gala@ukr.net

Вступ

Родина Губоцвітих (Lamiaceae Lindl.) належить до важливих у прикладному і теоретичному значенні груп рослин. Багато видів цієї родини здавна використовуються у якості пряно-ароматичних, лікарських та декоративних рослин. Проте і в теперішній час не втрачають актуальності дослідження, спрямовані на пошук та введення у культуру перспективних корисних видів. При інтродукції рослин особливу увагу слід приділяти детальному вивченню біологічних особливостей рослин, зокрема дослідженню онтоморфогенеза у нових умовах зростання. Детальне вивчення окремих етапів онтоморфогенеза має особливо важливе значення, оскільки отримані дані можуть бути застосовані як при вирішенні теоретичних питань систематики і філогенії, так і при розробці раціональних методів вирощування і розмноження рослин.

Об'єктами наших досліджень були рослини *Agastache rugosa* (Fisch. et C.A. Mey.) O. Kuntze, які заслуговують увагу завдяки унікальним лікарським властивостям, декоративним якостям, невибагливості до умов вирощування. У природі ці рослини ростуть на території Японії, Китаю, Кореї, Далекого Сходу Росії (КОМАРОВ 1954; WU & RAVEN 1994), в Україні культивують у Криму (ХЛЫПЕНКО И ОРЕЛ 2011). На Сході

рослини застосовують в якості сильного біостимулятора – аналога женьшеню, проте на відміну від останнього мають більш м'яку і пролонговану дію на організм людини. Препарати з цих рослин застосовують при застудах, бронхітах, пневмонії, хворобах печінки, для нормалізації обміну речовин, в якості загальнозміцнюючого та попереджуючого старіння засобу (ХЛЫПЕНКО И ОРЕЛ 2011). Рослини також перспективні для використання у якості декоративних і медоносних. Враховуючи вищезгадане, метою нашої роботи було вивчити особливості онтоморфогенезу *A. rugosa* в умовах первинної культури.

Матеріали і методи досліджень

Періодизація онтогенезу проведена за методикою Смирнова *и др.* (1976) з використанням термінології, наведеної у працях (Войтюк *та ін.* 1998; Зиман *та ін.* 2004). Досліджувані рослини вирощували з насіння, отриманого згідно насінневих списків, в умовах лабораторії, захищеного ґрунту та на інтродукційних ділянках Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна.

Результати та їх обговорення

Латентний період

Це період первинного спокою

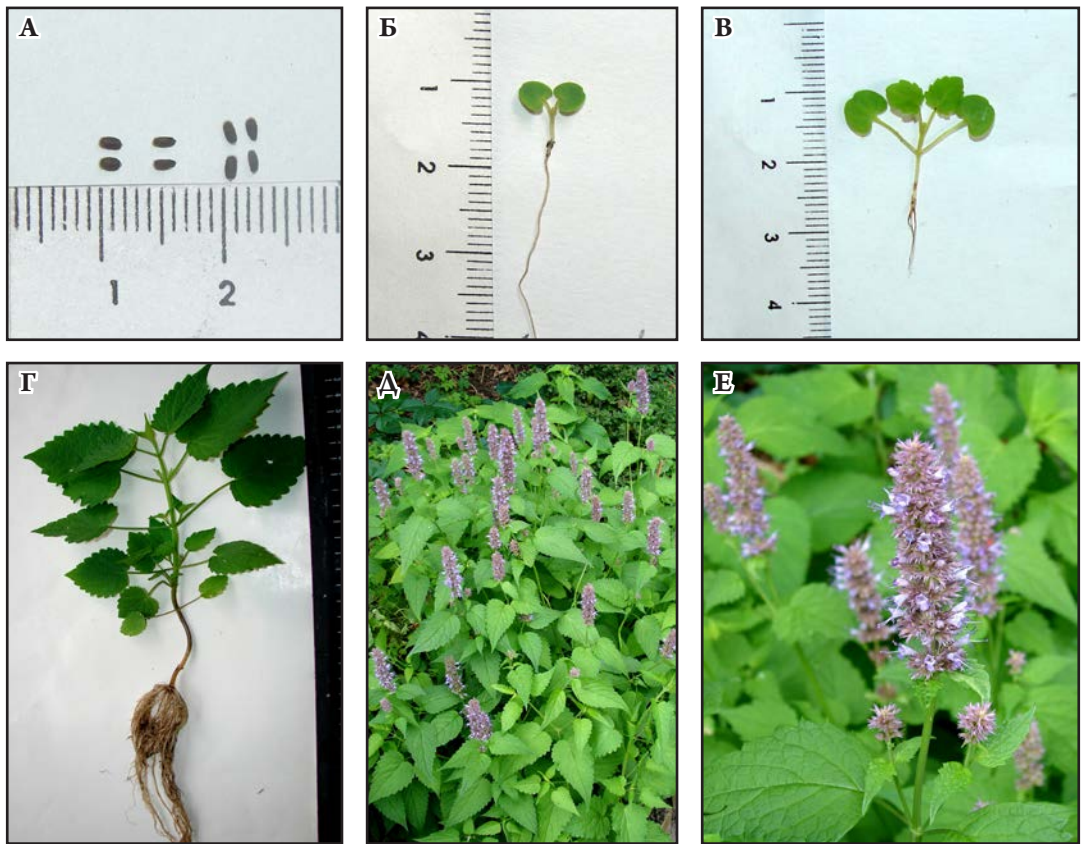


Рис. 1. Вікові стани *Agastache rugosa*: А – насіння; Б – проросток; В – ювенільна рослина; Г – віргінільна рослина; Д – генеративна рослина; Е – суцвіття.

Fig. 1. Age stages of *Agastache rugosa*: А – seed; Б – germ; В – juvenile plant; Г – virginal plant; Д – generative plant; Е – inflorescence.

рослин у вигляді насіння (*se*) або плоду. Плід досліджуваних рослин – ценобій, характерний для видів родини *Lamiaceae*, який розділяється на чотири ереми. Ерем є діаспорою ценобію і, фактично, насінною. Ереми *A. rugosa* порівняно невеликі за розмірами (задовжки 1,1-1,2 мм; завширшки 0,7-0,8 мм), овально-тригранні, темно-коричневі, з опушеною верхівкою (Рис. 1 А). Вага 1000 еремів становить 1,1-1,3 г. Зріла насінина має добре сформований зародок, який складається з корінця, гіпокотилія й двох сім'ядолей.

Прегенеративний період

Цей період триває від проростання насінини до першого цвітіння рослини,

включає вікові стани проростків (*p*), ювенільних (*j*), іматурних (*im*) та віргінільних (*v*) рослин. В умовах лабораторії (температура 22°-25°С, денне освітлення) в чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері насіння починало проростати протягом 3-ї доби, схожість становила 76%. На початку прегенеративного періоду досліджувані рослини знаходились у стані *проростків* (Рис. 1 Б) – період від проростання насінини (вихід зародкового корінця) до формування першого справжнього листка. Для проростків характерно збереження зародкових органів: сім'ядолей, корінця, гіпокотилія, брунечки. Ріст і розвиток проростків відбувається в основному за рахунок поживних речовин сім'ядолей.

Рослини у стані проростків висаджували у пікірувальні ящики у парник, де вони проходили ювенільний етап розвитку (15-20 доба): формувались перша пара справжніх листків, починалось галуження головного кореня (Рис. 1 В). Наростання було моноподіальне, за напрямком ортотропне. Листки були світло-зеленого кольору, черешкові, листкова пластинка округла, з городчастими краями і затупленою верхівкою.

В II декаді травня досліджувані рослини були перенесені у відкритий ґрунт на постійне місцезростання. У *іматурних* рослин (20-30 доба) відмирили сім'ядольні листки, на головному пагоні розвивались 3-5 пар листків, які ще не мали характерної для дорослих рослин форми і розмірів, продовжувався ріст і галуження головного кореня. Починалось формування бічних пагонів 2-го порядку.

У I декаді липня досліджувані рослини переходили у *віргінійський* стан (30-60 доба): листки набували форми, характерної для «дорослих» рослин, збільшувались їх кількість і лінійні розміри. Перші справжні листки на базальній частині головного пагону поступово відмирили. Рослини (20-35 см заввишки) зберігали ортотропний напрямок наростання, розвивались пагони 2-го порядку. Головний корінь був дуже вкорочений, інтенсивно формувалась коренева система з утворенням численних бічних коренів 2-4 порядків (Рис. 1 Г).

Генеративний період

У III декаді липня на апексах головного і бічних пагонів починають формуватись генеративні структури (70-90 доба розвитку рослин). Рослини ортотропні, 80-90 см заввишки. На одній особині утворюється 10-16 пагонів 2-го порядку (25-45 см завдовжки), на яких формується 2-5 пагонів 3-го порядку (6-12 см завдовжки). Стеблові листки довгочерешкові, листкова пластинка тонка, має серцеподібну основу, з відтягнутою загостреною верхівкою, городчастими краями. Адаксіальна поверхня листка яскраво-зелена, абаксіальна – сіро-зелена, слабо опушена, жилки виступають над поверхнею листкової пластинки. Листки

в акропетальному напрямку послідовно зменшуються у розмірах, а поблизу суцвіття стають короткочерешковими. Квітки зібрані у щільні суцвіття (колосоподібний тирс). Довжина суцвіття 1-го порядку становить 8-12 см, 2-го порядку – 5-8 см. Чашечка 5-8 см завдовжки, трубчасто-дзвоникоподібна, бузкового кольору, коротко-опушена, залозиста, зубці витягнуто-ланцетні. Віночок бузково-ліловий, 0,6-1,0 см завдовжки, верхня губа розсічена на дві лопаті, середня лопать нижньої губи сильно витягнута, бічні лопаті трикутні, тичинки виступають назовні з трубки віночка. Політелічний тип суцвіття обумовив досить тривалий цвітіння та плодоутворення – з III декади липня до перших осінніх заморозків (до 90 діб). Після заморозків апікальні і середні частини пагонів відмирили. На зимовий період рослини вкрили сосновими гілками, частину рослин (у контейнерах) перенесли в захищений ґрунт. Подальші дослідження тривають.

Висновки

Таким чином виявлено, що рослини *A. rugosa* в умовах первинної культури протягом першого року життя проходили три періоди онтоморфогенезу (латентний, прегенеративний та генеративний). Рослини мали тривалий період цвітіння, плодоносили з утворенням життєздатного насіння.

Використані джерела

- Войтюк Ю.О., Кучерява Л.Ф., Баданіна В.А., Брайон О.В. 1998. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології. Фітосоціоцентр, Київ.
- Зиман С.М. *та ін.* 2004. Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Медіум, Ужгород.
- Комаров В.А. (ред.) 1954. Флора СССР, Т. 20. Изд-во АН СССР, Москва-Ленинград.
- Смирнова О.В. и др. 1976. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений различных биоморф. В: Ценопопуляция растений (основные понятия и структуры): 14–44. Наука, Москва.
- Хлыпенко Л.А., Ореп Т.И. 2011. Итоги интродукции рода *Agastache* Horsemint в условиях Южного Берега Крыма. *Труды Никитского ботанического сада* 133: 230–235.

WU Z.Y., RAVEN P.H. 1994. Verbenaceae through Solanaceae. In: Flora of China. Vol. 17. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

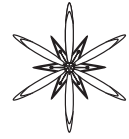
ONTOMORPHOGENESIS OF AGASTACHE RUGOSA (FISCH. ET C.A. MEY.) O. KUNTZE EX SITU

GALINA O. RUDIK

Abstract. The peculiarities of ontomorphogenesis of *Agastache rugosa* in conditions of O.V. Fomin Botanical Garden have been studied. It has been determined that in the first year of life the plants had three periods of ontomorphogenesis – latent, virginile and generative.

Key words: *Agastache rugosa*, ontomorphogenesis, ontogeny periods

O.V. Fomin Botanical Garden, NNC "Institution of Biology" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, 1 S. Petljury str., Kyiv, 01032, Ukraine; rudik_gala@ukr.net



УДК 582.929.4(292.451/.454)

МОНОПОДІАЛЬНА СИСТЕМА ПАГОНІВ ГУБОЦВІТИХ (LAMIACEAE) ФЛОРИ УКРАЇНИ ТА МОДЕЛІ ЇЇ ФОРМУВАННЯ

Йосип БЕРКО

Анотація. Викладено морфоструктуру та особливості формування моноподіальної системи пагонів трав'яних багаторічних і напівдеревних життєвих форм губоцвітих (Lamiaceae) флори України на основі двох моделей (моноподіальних довгопагонової і розеткової) та виділених у їх складі трьох субмоделей пагоноутворення.

Ключові слова: Lamiaceae, трав'яні полікарпіки, моноподіальні напівчагарнички, моноподіальна система пагонів, моделі пагоноутворення, субмоделі пагоноутворення

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького; вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна; tarasberko@gmail.com

Пагонові системи квіткових рослин – це відкриті системи, становлення і розвиток яких відбувається впродовж онтоморфогенезу особини завдяки перманентним і тісно скорельованим між собою процесам наростання, галуження і періодичного відмирання їх структурних елементів. Не зважаючи на те, що саме ці процеси відіграють важливу роль в утворенні всього багатоманіття архітектоники вегетативної і генеративної сфер рослин, і загалом визначають основні структурні особливості пагонового тіла життєвих форм, а характер їх прояву, як це не дивно, відрізняється відносною оліготипністю та одноманітністю. На цю особливість способів наростання пагонових систем у свій час вказувала Т.І. СЕРЕБРЯКОВА (1977), яка відзначала, що «в розвитку органів і їх систем виявляється деяке обмежене число моделей тієї або іншої структури чи процесу, які повторюються на різних рівнях і в різних неспоріднених таксонах» (с. 113).

Серед робіт, які зробили вагомий внесок у обґрунтування цієї закономірності, особливе значення мають праці Ф. Алле та Р. Ольдемана (HALLE & OLDEMAN 1970, цит. за Т.І. СЕРЕБРЯКОВОЮ 1977, 1981) про формування і будову пагонових систем тропічних дерев. Вони послужили також своєрідним імпульсом для подальшого

вивчення закономірностей розвитку пагонових систем рослин різних життєвих форм на основі методу моделювання, який виявився достатньо ефективним і продуктивним у справі пізнання сутності даного питання і становлення його сучасної концепції.

Детальне вивчення всієї габітуальної різноманітності пагонових систем дерев тропічного лісу дозволило цим дослідникам прийти до висновку, що воно зумовлюється особливостями діяльності верхівкових меристем пагонів, яке для певних груп видів має свою специфіку, на підставі чого ними було виділено 25 моделей формування і будови пагонових систем тропічних дерев, які були названі «архітектурними». Ідея Алле та Ольдемана про архітектурні моделі тропічних дерев виявилася настільки оригінальною новацією, що вона доволі швидко отримала не лише визнання, але й привернула увагу і знайшла послідовників, що спеціалізувалися на вивченні якісно відмінних від тропічних дерев життєвих форм, зокрема трав'яних багаторічників і однорічників.

Однією з перших спроб використати ідеї Алле і Ольдемана здійснила Т.І. СЕРЕБРЯКОВА (1977), яка описала три, а згодом чотири основних «архітектурних моделей» трав'яних багаторічників: симподіальну напіврозеткову, симподіальну довгопагонову, моноподіальну

розеткову і моноподіальну довгопагонову (СЕРЕБРЯКОВА 1987; СЕРЕБРЯКОВА *и др.* 2007). Як видно із самих назв моделей, в основу їх виділення покладено дві ознаки: тип будови пагона за характером довжини міжвузль і спосіб наростання цих пагонів. Беручи до уваги те, що виділені моделі хоча й належать до найголовніших у багаторічних трав, Т.І. Серебрякова цілком справедливо визнавала, що вони не охоплюють всього різноманіття формування їх пагонових систем і тому вважала доцільним виділення варіантів кожної моделі за цілою низкою ознак, наприклад, за характером укорінення, напрямом і тривалістю росту пагонів, способом їх відмирання, генезисом і тривалістю функціонування кореневищ, спеціалізацією квітконосів тощо.

Серія таких варіантів була описана Т.І. СЕРЕБРЯКОВОЮ (1981, 1987) для моноподіальної розеткової моделі, що дозволило їй аргументувати твердження про їх адаптивний характер і здатність рослин на базі однієї моделі утворювати різні життєві форми і, навпаки, одна і та ж життєва форма може виникати конвергентно на базі різних архітектурних моделей. Розвиваючи свою концепцію про «архітектурні моделі» трав'яних полікарпічних рослин, Т.І. Серебрякова тим не менше дуже скоро відмовилася від використання у своїх роботах цього терміну, замінивши його, як вона сама висловлювалася на більш скромний термін – «моделі пагоноутворення» (СЕРЕБРЯКОВА 1987, стор. 4), продовжуючи однак розглядати його як синонім попереднього терміну. Аргументацією такої чисто термінологічної заміни вона вважала те, що за зовнішнім виглядом тіло трав'яних рослин не зовсім збігається з поняттям «архітектурна споруда», яке більш прийнятне для дерев з їх надземними вертикально розташованими стовбурами і кронами.

До речі, останнім часом в літературі обґрунтовується думка про доцільність використання обох цих термінів для трав'яних життєвих форм не як синонімів, а як самостійних категорій з відповідними кожній з них дефініціями (Савиных 2012). Нами

термін «модель пагоноутворення» раніше (Берко 1993) і в цій статті використовується у прямому його семантичному значенні для відображення закономірностей розвитку і зміни порядків пагонів у рослин різних життєвих форм, а також для типізації процесів формування структурної різноманітності їх пагонових систем. Саме в такому аспекті його було використано для характеристики систем пагонів життєвих форм губоцвітих України, виявлення шляхів становлення їх структури і можливих модусів трансформації.

Зважаючи на те, що основні моделі пагоноутворення як одиниці класифікації не відображають всього розмаїття формування структур пагонових систем, нами, окрім запропонованих Т.І. СЕРЕБРЯКОВОЮ (1981, 1987) двох одиниць – «модель» і «варіант», що відзначаються значною контрастністю за обсягом включеної у них інформації, пропонується введення у класифікаційну схему проміжної одиниці, названої «субмоделлю». Визначальним принципом для її виділення виступають, крім типу будови пагона і способу його наростання, також такі важливі ознаки і властивості пагонів, як характер метаморфозу, ступінь спеціалізації аксиллярних структур, місце розташування органів інновацій та особливості процесів відмирання (Берко 1993, 2012).

Нижче наведено характеристику моноподіальної системи пагонів трав'яних багаторічних і напівдеревних життєвих форм губоцвітих України та моделей їх формування, виділених за класифікаційними ознаками Т.І. СЕРЕБРЯКОВОЇ (1981, 1987) та з поділом кожної з них на відповідні субмоделі (Берко 1993). Класифікаційна схема моноподіальної системи пагонів губоцвітих на моделі і субмоделі є такою:

1. Модель моноподіальна довгопагонова.
 - 1.1. Субмодель моноподіальна довгопагонова з бічними вегетативно-репродуктивними ортотропними пагонами.
 - 1.2. Субмодель моноподіальна довгопагонова з пазушними суцвіттями.
2. Модель моноподіальна розеткова.
 - 2.1. Субмодель моноподіальна розеткова з бічними вегетативно-репродуктивними

ортотропними пагонами.

Розглянемо докладніше кожен з виділених у моноподіальній системі пагонів моделей і підпорядкованих їм субмоделей пагоноутворення.

1. Модель моноподіальна довгопагонова

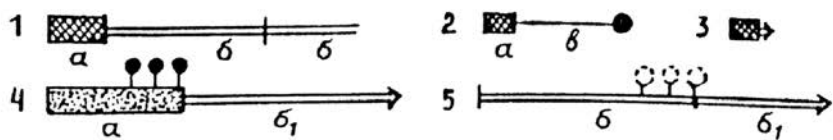
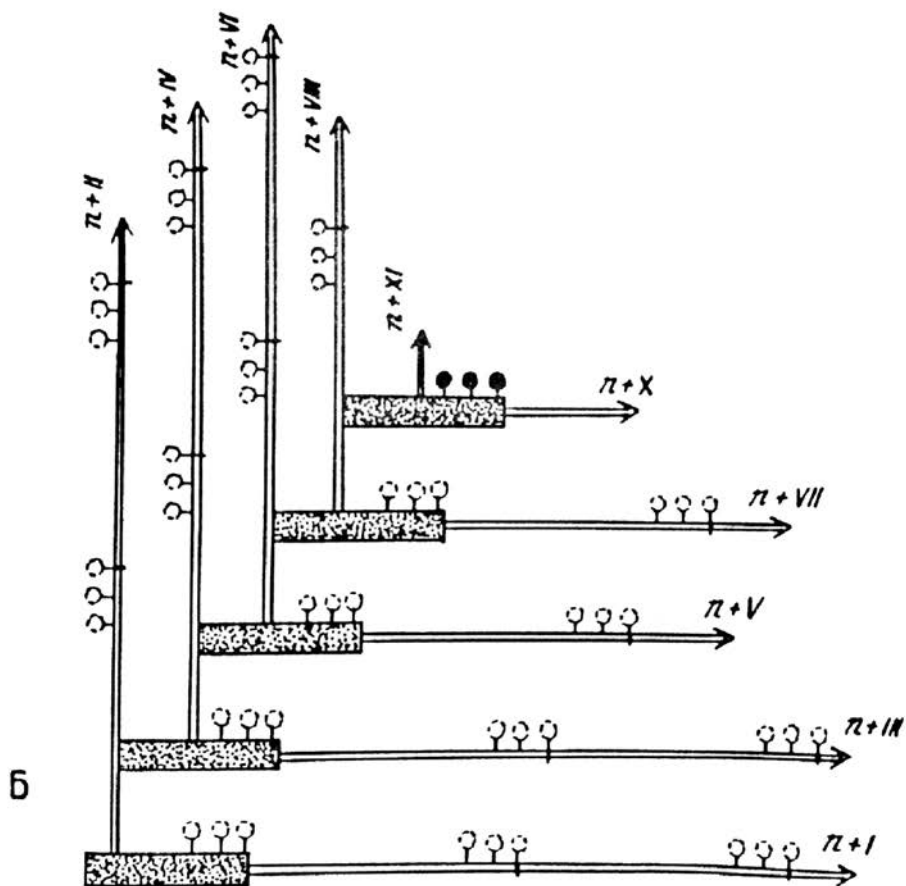
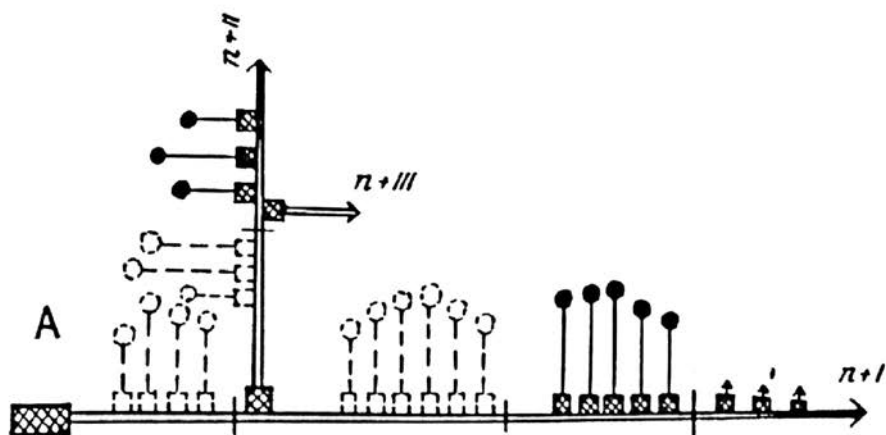
Ідентифікаційними ознаками моделі є видовжені пагони з постійно активними апікальними меристемами, трав'янистими або дерев'янистими плагіотропними стеблами, здатними до вкорінення. Подібне положення пагонів в просторі взагалі є типовою рисою цієї моделі, яка робить її істотно відмінною від трьох інших моделей пагоноутворення багаторічних трав. Зважаючи саме на цю рису моделі, було запропоновано навіть розширити її назву на моноподіальну довгопагонову плагіотропну (Серебрякова и др. 2007). Аксилярний комплекс у пагонів формується внаслідок їх розсіяного галуження за рахунок пазушних, навхрест супротивно розташованих відкритих бруньок. З врахуванням особливостей цього комплексу, а також деяких інших рис поведінки осьових вегетативних пагонів, зокрема їх здатності до проксимальної некротичної партикуляції і неспеціалізованого вегетативного розмноження, є підстави для виділення у межах описаної моделі пагоноутворення двох окремих субмоделей.

1.1. Субмодель моноподіальна довгопагонова з бічними вегетативно-репродуктивними ортотропними пагонами

Серед губоцвітих України ця субмодель має обмежене поширення і властива лише деяким напівдеревним представникам роду *Thymus*, що ростуть у Криму (*T. callieri* Borb. ex Velen., *T. tauricus* Klokov & Des.-Shost.), у високогір'ї Українських Карпат у відкритих кам'янистих, добре інсольованих оселищах та на гранітних відслоненнях Приазов'я. Особливості формування моноподіальної пагонової системи в напівчагарникових життєвих форм вперше були описані В.М. Голуб'євим (ГОЛУБЕВ 1968), які збігаються з виділеною нами субмоделлю пагоноутворення. Згідно з результатами

його досліджень, а також отриманими нами на основі морфоструктурного аналізу пагонових систем згаданих видів (БЕРКО 1987а, 1987б, 1988), головний пагін у них розвивається за розетковим типом, наростаючи моноподіально до 5 і більше років. Вже з 2-го або 3-го року він починає сильно галузитися, утворюючи моноподіальні брахиморфні пагони II порядку, здатні в сприятливих умовах розвиватися як доліхоморфні. В процесі щорічного наростання із пагонів цих типів формуються видовжені скелетні моноподіальні осі, які приймають плагіотропне положення і вкорінюються вузловими додатковими коренями. В міру росту, осі продовжують галузитися, утворюючи розеткові і видовжені пагони наступних порядків.

У час досягнення особинами генеративного вікового стану на плагіотропних поліциклічних вегетативних пагонах розвиваються ортотропні генеративні пагони дициклічного типу, які складаються з розеткового пагона попереднього року і видовженого квітконосного пагона поточного року. Після плодоношення ці пагони повністю відмирають до своєї основи і не беруть участі в побудові багаторічної пагонової структури рослини (Рис. 1 А). Основний цикл плагіотропного вегетативного пагона триває 5-6 або більше років, після чого припиняється діяльність верхівкової меристеми і пагін починає відмирати у базальному напрямку до першого бічного життєдіяльного пагона заміщення, а при його відсутності відмирає повністю. Відмирання частини або всього моноподіального пагона є природним явищем у загальному процесі формування пагонової системи рослини. У результаті триваючих щорічно процесів наростання, галуження і відмирання моноподіальних скелетних пагонів утворюються їх структури вищого полімеризаційного рівня, які являють собою гілки. Останні з'єднуються з системою головного кореня своїми базальними, стадійно найбільш старими річними приростами скелетних осей.



1.2. Субмодель моноподіальна довгопагонова з пазушними суцвіттями

На противагу попередній, ця субмодель властива лише окремим видам губоцвітих України, які мають плагіотропні вкорінювані трав'янисті пагони, що потенційно здатні до тривалого моноподіального наростання. Типовим прикладом розвитку пагонової системи на базі цієї субмоделі є *Glechoma hederacea* L. – трав'яний повзучий полікарпик, що росте по всій території України у широкому екологічному діапазоні, однак з перевагою в оселищах з достатнім і більш-менш постійним зволоженням поверхневого шару ґрунту. Адаптованість до умов таких оселищ, яким властиві напруженість і динамізм багатьох ґрунтово-гідрологічних і фітоценотичних інгредієнтів, зумовили вироблення у цього виду цілої низки морфоструктурних і еколого-біологічних рис і властивостей (плагіотропність росту, вкорінюваність, дезінтегрованість, експлерентність), які істотно позначилися на процесах пагоноутворення та будові пагонової системи загалом.

Характерною особливістю пагонової системи цього виду є те, що осьові вегетативні моноподіальні плагіотропні пагони як основний структуроутворюючий її елемент, не є повністю подібні за своєю морфологічною

будовою. З'ясувалося, що вони є відмінними між собою як за структурою утворюваних їх елементарних вегетативно-репродуктивних пагонів, так і за топографією закладання, часом розвитку і особливостями чергування у загальному процесі формування пагонової системи. Відмінність елементарних вегетативно-репродуктивних пагонів полягає в тому, що вони неоднорідні за кількістю утворюваних метамерів та за характером діяльності їх інтеркалярних меристем. За цими ознаками їх можна розділити на два типи: малометамерні слабо розсунутовузові (а-тип) і багатометамерні сильно розсунутовузові (б-тип). Пагони а-типу завжди розвиваються із пазушних бруньок пагонів б-типу в середині літа, тоді як пагони б-типу починають свій розвиток весною з термінальної бруньки пагона а-типу, утворюючи пагін продовження, або з його пазушних бруньок, даючи початок пагону галуження (Рис. 1 Б).

Відзначені відмінні ознаки будови і розвитку елементарних вегетативно-репродуктивних пагонів, природно, зумовлюють і відповідну нетотожність структури формованих із них осьових вегетативних плагіотропних пагонів. Проявляється вона у тому, що одні з цих пагонів (віднесемо їх до типу А) утворюються

◀ **Рис. 1.** Субмоделі моноподіальної довгопагонової моделі пагоноутворення: **А** – моноподіальна довгопагонова з бічними вегетативно-репродуктивними ортотропними пагонами і **Б** – моноподіальна довгопагонова з пазушними суцвіттями. **Моноподіальні пагони:** **1** – вегетативний плагіотропний поліциклічний; **2** – репродуктивний ортотропний напіврозетковий дициклічний, що повністю розвинений і **3** – у фазі розеткового пагона, що розвивається. **Річні пагони:** **а** – розетковий; **б** – вегетативний видовжений; **в** – репродуктивний видовжений; **4** – плагіотропний безрозетковий олігоциклічний олігокарпічний, що складається із базального слабо розсунутовузового (**а**) і наступних сильно розсунутовузових (**б**) вегетативно-репродуктивних елементарних пагонів (пагін типу А); **5** – плагіотропний безрозетковий олігоциклічний олігокарпічний, що складається виключно із сильно розсунутовузових репродуктивних (**б**) елементарних пагонів (пагін типу Б); **б₁** – елементарний пагін, що розвивається; **н+I, н+II, ...** – порядки наростання вегетативних моноподіальних пагонів. Пунктиром позначені відмерлі пагони і суцвіття минулих років.

◀ **Fig. 1.** The submodels of monopodial long-shoot forthputting model: **A** – the monopodial long-shoot with the lateral innovation-reproduction orthotropic shoots; **B** – monopodial long-shoot with axillary inflorescences. **Monopodial shoots:** **1** – vegetative plagiotropic polycyclic; **2** – developed reproductive orthotropic semirosseted dicyclic and **3** – the same in the phase of developing rosseted shoot. Annual shoots: **a** – rosseted; **b** – vegetative elongated; **v** – reproductive elongated; **4** – plagiotropic nonrosseted oligocyclic oligocarpic composed from a basal weakly sparsenode (**a**) and the next strongly sparsenode (**b**) vegetative-reproductive elementary shoots (shoot of A-type); **5** – plagiotropic nonrosseted oligocyclic oligocarpic composed only from strongly sparsenode (**b**) vegetative-reproductive elementary shoots (shoot of B-type); **b₁** – developing elementary shoot; **n+I, n+II, ...** – orders of formation of vegetative monopodial shoots. The died shoots and inflorescences of previous years are signed by dashed lines.

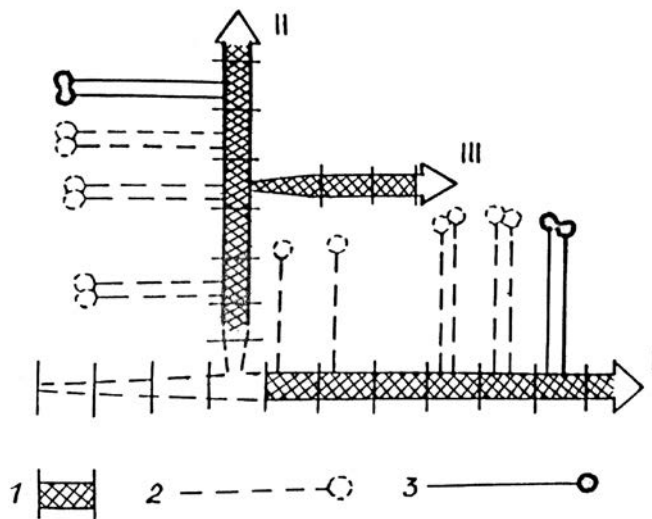


Рис. 2. Субмодель моноподіальна розетка з бічними вегетативно-репродуктивними безрозетковими ортотропними пагонами. 1 – річні пагони вегетативного плагіотропного розеткового поліциклічного моноподіального пагона; 2 – ортотропні безрозеткові вегетативно-репродуктивні пагони попередніх років і 3 – поточного року; I, II, III – порядки наростання розеткових моноподіальних пагонів.

Fig. 2. The submodel with lateral innovation-reproduction non-rosetted ortotrophic shoots of monopodium rosetted model. 1 – annual shoots of the vegetative plagiotropic rosetted polycyclic monopodial shoot; 2 – orthotropic nonrosetted vegetative-reproductive shoots of previous years and 3 – the same of current year; I, II, III – orders of formation of the rosetted monopodial shoots.

виключно із елементарних пагонів а-типу і б-типу, причому пагін а-типу у загальній структурі осьового пагона завжди є в одиниці і займає у ньому лише базальне положення, тоді як інші пагони (віднесемо їх до типу Б), навпаки, є однорідними за будовою і складаються виключно із елементарних пагонів б-типу.

Зважаючи на цю обставину, послідовність сполучення елементарних пагонів в осьовому вегетативному плагіотропному пагоні виражатиметься такою почерговістю: у типі А: $a \rightarrow b_1 \rightarrow b_2 \rightarrow b_3 \rightarrow \dots$, а у типі Б: $b_1 \rightarrow b_2 \rightarrow b_3 \rightarrow \dots$. Різний генезис і відмінності у будові обох типів осьових вегетативних пагонів істотним чином позначаються на загальному процесі пагоноутворення, який здійснюється шляхом закономірної зміни пагона одного типу певного порядку пагоном другого типу, але наступного порядку. Ця закономірність, яка становить принципіальну основу описуваної субмоделі пагоноутворення, виражається такою почерговістю зміни

осьових моноподіальних вегетативних плагіотропних пагонів А і Б типів: $B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow \dots$ (Рис. 1 Б).

Пагонова система рослини, яка виникає на базі цієї субмоделі пагоноутворення як морфологічне і фізіологічне цілісне утворення має певні обмежувальні часові рамки, зумовлені, з одного боку, внутрішніми кореляційними співвідношеннями між пагонами різних порядків у системі, і з другого боку, зовнішніми причинами (фізичного чи механічного порядків), які позначаються у першу чергу на тривалості наростання самих пагонів і на виникненні дезінтеграційних процесів всередині цієї системи.

Встановлено, що тривалість моноподіального наростання осьових вегетативних пагонів не перевищує 3-4 роки. До цього часу їх проксимальні, а також і серединні ділянки (у ділянках сильно видовжених міжвузль) охоплюються процесами некрозу і вони партикулюють, що призводить до розпаду пагонової системи і

відособлення партикул, здатних до тривалого самостійного існування. Одночасно з морфологічною дезінтеграцією системи порушується і раніше існуючий в ній спосіб наростання пагонів, який в певній їх частині (з відмерлими верхніми або серединними міжвузлями) змінюється на симподіальний. Однак, не зважаючи на цю обставину, пагонова система рослини у своїй принциповій основі залишається моноподіальною, оскільки «модулі» цієї системи, тобто осьові моноподіальні вегетативні плагіотропні пагони, завжди зберігають свої апекси у стані вегетативного органогенезу, незалежно від часу виникнення і місця розташування на материнському пагоні. Завдяки цій властивості забезпечується постійність повторення або реітерація модулів системи, її сутність і однотипність будови.

2. Модель моноподіальна розеткова

За Т.І. СЕРЕБРЯКОВОЮ (1977, 1981) принциповою особливістю «стратегій» діяльності меристематичних зон пагона рослини, які визначають моноподіальну розеткову модель пагоноутворення, є те, що апікальні меристеми річних пагонів завжди знаходяться у стані активного вегетативного органогенезу і здатні до дуже тривалого ритмічного функціонування, тоді як інтеркалярні меристеми, навпаки, відзначаються низькою активністю, що призводить нерідко до прояву дематамеризації. У той же час пазушні меристеми ведуть себе двояко: частина з них дає початок ефемерним пагонам, друга – багаторічним, функціонально і морфологічно подібним до материнського. Внаслідок корелятивної діяльності всіх трьох категорій меристем утворюється морфобіологічна структура (в однопорядковому вираженні), яка складається із двох типів пагонів: вегетативних розеткових, здатних до тривалого моноподіального наростання, і генеративних пазушних, безрозеткових, які відмирають повністю після плодоношення і не беруть, таким чином, участі у побудові багаторічного тіла рослини.

Серед губоцвітих України моноподіальна

розеткова модель з врахуванням особливостей структур аксилярного комплексу пагонів представлена лише однією субмоделлю, характеристика якої викладається нижче.

2.1. Субмодель моноподіальна розеткова з бічними вегетативно-репродуктивними ортотропними пагонами

На базі цієї субмоделі розвивається пагонова система лише в одного виду губоцвітих України, яким є *Betonica officinalis* L. – короткокореневищний розетковий трав'яний багаторічник, поширений майже по всій Україні і приурочений до узлісних та лучних оселищ. Головний розетковий пагін у рослин цього виду наростає моноподіально до 5, а іноді і до 7-10 років. Одночасно з його ростом із окремих пазушних бруньок починають розвиватися пролептичні моноподіальні вегетативні пагони II порядку, які функціонально і структурно подібні до материнського. Після цього етапу розвитку, який можна вважати ювенільним, в онтогенезі головного пагона настає етап зрілості, що триває впродовж 10-15 років і характеризується стабілізацією ростових процесів, відносною регулярністю бічного галуження шляхом утворення ортотропних безрозеткових моноциклічних вегетативно-репродуктивних пагонів, які після цвітіння та плодоношення повністю відмирають, не беручи жодної участі в побудові багаторічного пагонового тіла рослини, представленого розгалуженим кореневищем, та плагіотропних вегетативних розеткових поліциклічних пагонів зростаючих порядків (Рис. 2). Після приблизно 20-ти років життя діяльність верхівкової меристеми головного пагона швидко припиняється, утворювані нею річні прирости набувають конічної форми, розміри листків і коренів зменшуються, а бічні квітконосні пагони взагалі не утворюються.

У результаті декількаразового галуження головного пагона на подібні йому вегетативні розеткові пагони II порядку, а вони галузяться, у свою чергу, на такі ж пагони зростаючих порядків, виникає система систем скелетних моноподіальних багаторічних пагонів, яка однак не є довговічною.

Причиною цього є постійний, паралельно з наростанням дистальних, процес відмирання проксимальних річних приростів головного пагона, який, охоплюючи його зону контакту з бічними пагонами, зумовлює некротичну партикуляцію цілісної системи пагонів і розпад її з утворенням компактного клону.

Підсумовуючи викладене вище, відзначимо, перш за все, обмежене представництво у пагоновій сфері рослин родини губоцвіті моноподіальної системи пагонів, яка властива лише окремим трав'яним багаторічними напівчагарничковим видам з родів *Betonica*, *Glechoma* і *Thymus*. Таким же обмеженим є її морфобіологічне і морфоструктурне різноманіття. Хоча ця система у її носіїв формується за двома основними моделями пагоноутворення – моноподіальною довгопагоною (види родів *Thymus* і *Glechoma*) та моноподіальною розетковою (*Betonica officinalis*) із різко відмінною структурою основного модуля у кожній з моделей, проте за морфологією та функцією його аксилярного комплексу обидві ці моделі є достатньо однотипними. Їхні бічні пагони відзначаються високою спеціалізацією, пов'язаною з виконанням лише репродуктивної функції, після здійснення якої повністю відмирають, не беручи участі у побудові багаторічного тіла рослини. Також з морфоструктурною одноманітністю цього комплексу пов'язана й обмежена кількість виділених у межах основних моделей класифікаційних одиниць нижчого рангу, якими є субмоделі пагоноутворення.

Використані джерела

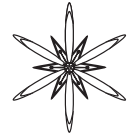
- БЕРКО Й.М. 1987а.** Будова пагонових систем видів роду *Thymus* L. флори України. *Укр. ботан. журн.* **44** (2): 26–32.
- БЕРКО Й.М. 1987б.** Будова пагонових систем видів секції *Goniorthymus* Klok. роду *Thymus* L. флори України. *Укр. ботан. журн.* **44** (6): 45–51.
- БЕРКО Й.М. 1988.** Типи пагонових систем і життєві форми видів секції *Verticillati* (Klok. et Shost.) Klok. роду *Thymus* L. флори України. *Укр. ботан. журн.* **45** (10): 27–32.
- БЕРКО Й.М. 1993.** Життєві форми губоцвітих України (структура, морфогенез, класифікація). Автореф. дис. ... докт. біол. наук.
- БЕРКО Й.М. 2012.** О субмоделях симподиальной длинопобеговой модели побегообразования у многолетних травянистых и полудревесных растений семейства губоцветные (Lamiaceae) флоры Украины. В кн.: САВИНЫХ Н.П. (ред.), Актуальные проблемы современной биоморфологии. Радуга-ПРЕСС, Киров.
- ГОЛУБЕВ В.Н. 1968.** О морфогенезе моноподиальных полкустарничков крымской яйлы. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* **4**: 63–71.
- САВИНЫХ Н.П. 2012.** Архитектура трав. В кн.: САВИНЫХ Н.П. (ред.), Актуальные проблемы современной биоморфологии. Радуга-ПРЕСС, Киров.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1977.** Об основных «архитектурных моделях» травянистых многолетников и модусах их преобразования. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* **5**: 112–128.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1981.** Жизненные формы и модели побегообразования наземно-ползучих многолетних трав. Жизненные формы: структура, спектры и эволюция. Наука, Москва.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1987.** О вариантах моделей побегообразования у многолетних трав. Морфогенез и ритм развития высших растений. Моск. пед. ин-т, Москва.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И., ВОРОНИН Н.С., ЕЛЕНЕВСКИЙ А.Г. и др. 2007.** Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений. ИКЦ «Академкнига», Москва.

MONOPODIAL SHOOT SYSTEMS OF LAMIACEAE OF UKRAINIAN FLORA AND THE MODELS OF ITS FORMATION

YOSYP BERKO

Abstract. Special characteristics of formation and morphostructure of monopodial shoot systems of perennial herbaceous and subshrub life forms of Lamiaceae from Ukrainian flora are described as based on two models – the monopodial long-shoot and monopodial rosetted. As well as relevant submodels are classified.

Key words: Lamiaceae, herbaceous polycarpics, monopodial subshrubs, monopodial shoot system, forthputting models, forthputting submodels



ОСОБЛИВОСТІ МОРФОГЕНЕЗУ МОНОКАРПІЧНОГО ПАГОНА *BETONICA OFFICINALIS* L. (LAMIACEAE)

СВІТЛАНА П. ЖУРАКІВСЬКА

Анотація. У статті наведені результати досліджень морфогенезу *Betonica officinalis* L. на Передкарпатті. Спостереження за розвитком рослин описується з виділенням послідовних фаз морфогенезу.

Ключові слова: *Betonica officinalis*, морфогенез, монокарпічна рослина, пагонова система

Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, кафедра біології та екології, вул. Галицька 201, Івано-Франківськ, 76000, Україна; sveta.0212@ukr.net

Вступ

Ознака тривалості життя пагонів від розгортання бруньки на пагоні попереднього порядку до відмирання всіх його частин є малим життєвим циклом. Цей термін широко використовується в екології та морфології рослин. Цій ознаці надавали великого значення Раункієр, Вармінг та Фолькарт (ПАРПАН і КОКАР 2010).

Монокарпічні пагони є основними морфо-функціональними структурами, які послідовно змінюються в онтогенезі рослини, і система яких утворює життєву форму. Від особливостей їх метамерної будови залежить архітектура життєвої форми та специфіка її морфогенезу. За І.Г. Серебряковим, життєва форма – загальний зовнішній вигляд рослини або визначеної групи рослин, який склався в онтогенезі в результаті росту і розвитку у певних умовах середовища (КОКАР 2009).

Морфогенез рослин є процесом формотворення, і, як підкреслив К. Уодінгтон, є зміною геометричної форми. Фази морфогенезу – це послідовні етапи становлення життєвої форми у результаті росту і розвитку рослини у певних умовах середовища у процесі її онтогенезу (НУХИМОВСКИЙ 1997).

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проводили на стаціонарній

ділянці, на території Галицького Національного Природного Парку Івано-Франківської області, в умовах оселища досліджуваного виду на узліссі дубово-грабового лісу у складі асоціації *Festucetum (pratensis) agrostidosum (tenuis)* упродовж 2010-2012 рр. Шляхом спостереження визначали морфологічні зміни рослин, фіксували послідовні процеси переходів у фази морфогенезу і змін габітусу. Морфогенез пагона вивчали за загальноприйнятою методикою, розробленою В.В. Скрипчинським з доповненням Й.М. Берка (СКРИПЧИНСКИЙ *и др.* 1970; БЕРКО 1993).

Об'єктом наших досліджень була обрана буквиця лікарська (*Betonica officinalis* L., Lamiaceae) – багаторічна рослина з коротким кореневищем, яке щороку дає розетку довгочерешкових листків. Народні назви рослини – буквиця чорна, диман, сорокозуб, бетка. За екотипом – це тіншовитривала рослина, мезотроф, мезофіт, є індикатором свіжих суборів і судібров. Росте майже по всій території України у мішаних лісах, на галявинах, узліссях, луках (БОБРОВ і ВОРОШИЛОВ 1978).

У народній медицині надземну й підземну частини буквиці лікарської використовують як відкашлювальний (при кашлі й астмі), сечогінний, жовчогінний, легкий проносний засіб; траву – при поганому шлунковому травленні, геморої, а також для припинення

легеневих кровотеч. *B. officinalis* містить дубильні речовини, стахідрин, бетоніцин, турицин, холін, сапоніни, смолисті речовини, органічні кислоти, каротиноїди тощо. Однак ця рослина не лише лікарська, але й харчова, ефіроолійна, фарбувальна, медоносна й декоративна (Бобров и Ворошилов 1978).

Результати та їх обговорення

B. officinalis – монокарпічна, напіврозеткава, ортотропна, акронекрозна, короткочореневищна, поліциклічна, трав'яна багаторічна рослина. Монокарпічні пагони *B. officinalis* є характерним елементом структури пагонової системи у представників родини Lamiaceae.

Конус наростання нового пагона закладається у паузсі зачаткового розеткового листка верхівкової бруньки моноподіально наростаючого вегетативного пагона на початку осені (Рис. 1).

Органотворчий процес конуса наростання впродовж усіх наступних місяців (аж до початку зими) відбувається дуже повільно. Тривалість його пластохрона становить 30-35 днів. У бруньці, що розвивається є 2-3 пари листкових зачатків. Пришвидшення діяльності пластохрона починається тільки весною наступного року, досягаючи найвищих показників у середині літа – восени. Слід відмітити, що пластохрон є біологічною часовою одиницею внутрішнього ритму розвитку пагона. Лише брунька в стані «критичного» пластохронного віку може розкриватися (Парпан і Кокар 2010).

На початку жовтня ініціальна (зародкова, початкова) брунька перебуває у стані повної ємності, тобто має певну кількість метамерів, що знаходяться під покривом колеоптіля або прилистка. Ємність бруньок – величина змінна й непостійна. Вона становить важливий кількісний показник, що допомагає встановити темпи й характер діяльності конуса наростання, від якого, у свою чергу, залежить темп і характер пагоноутворення (Парпан і Кокар 2010).

Зародкові бруньки різняться між собою за ступенем сформованості пагона наступного

року, а також за структурою і кількістю метамерів. У результаті проведених нами досліджень були встановлені і описані послідовні фази проходження морфогенезу монокарпічним пагоном *B. officinalis*.

Першою фазою морфогенезу є **фаза зачаткового пагона**, що охоплює період внутрішньобрунькового підземного чи приземного розвитку. Зачаткова брунька є першою брунькою моноподіального пагона – це перший етап формування пагона від закладення на меристиматичному апексі перших листкових примордіїв до початку розкриття цієї бруньки (Парпан і Кокар 2010).

Особливістю бруньок буквиці лікарської є відсутність покривних лусок. У бруньці, як було нами встановлено, закладено від п'яти до семи метамерів. Листкові зачатки знаходяться на різних етапах диференціації – від морфологічно розділених на черешки і пластинки до примордіальних у вигляді заокруглено-трикутних язичків. Зимують бруньки в стані вимушеного спокою, а з початком весни у них синхронно відновлюються ростові процеси і органотворююча діяльність конуса наростання. Верхівки бруньок з'являються на поверхні ґрунту у кінці березня. Впродовж цієї фази конус наростання формує зачатки зелених асиміляційних листків. Ця фаза є найбільш тривалою і становить 17-18 місяців (Рис. 1 А, Б).

Наступним етапом морфогенезу *B. officinalis* є **фаза плагіотропного кореневища, що розвивається**. Впродовж цієї фази відбувається видовження міжвузля та ріст лусок низових листків. Формується коротке кореневище – вкорочена дугоподібна основа пагона.

Фаза розеткового пагона, що розвивається починається третього року (Рис. 1 В), після розгортання з бруньки першого зеленого листка та продовжується до моменту видовження наступних вегетативних метамерів. Таким чином, формується зона відновлення монокарпічного пагона *B. officinalis* зі зближеними вузлами, довгочерешковими

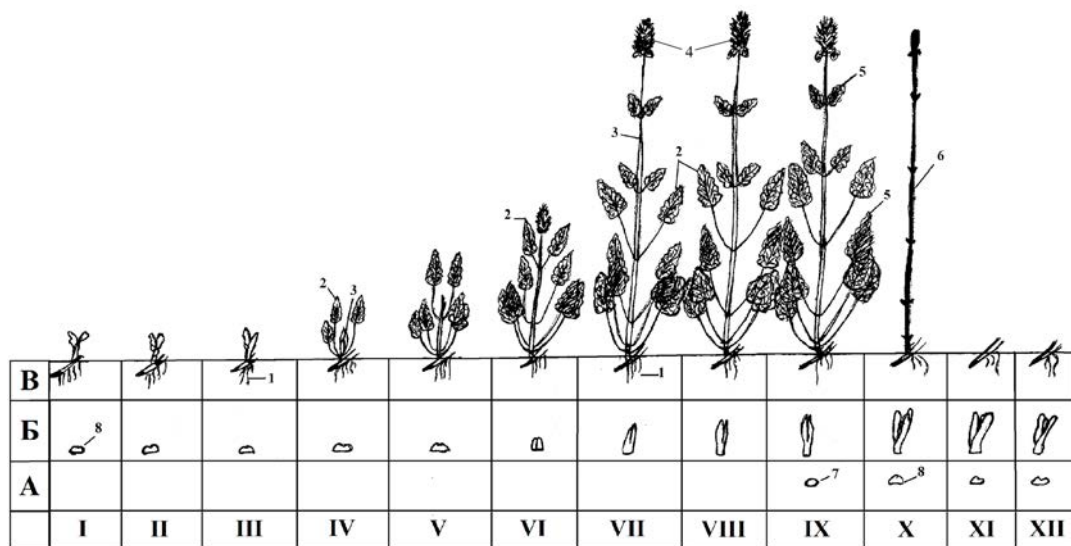


Рис. 1. Морфогенез монокарпичного пагона *Betonica officinalis*: 1 – додаткові корені; 2 – листок; 3 – стебло; 4 – суцвіття; 5 – старіючі органи; 6 – відмерлі органи; 7 – конус наростання; 8 – брунька; А-В – перший-третій роки; I-XI – місяці року.

Fig. 1. Morphogenesis of monocarpic shoot of *Betonica officinalis*: 1 – additional roots; 2 – leaf; 3 – stem; 4 – inflorescences; 5 – senescent parts; 6 – died parts; 7 – cone of origin; 8 – bud; А-В – years of vegetation; I-XI – months.

листочками та контрактильними коренями. Фаза розеткового вегетативного пагона триває 3-4 місяці.

Фаза напіврозеткового вегетативно-репродуктивного пагона, що розвивається характеризується тим, що конус наростання продовжує свою діяльність – міжвузля видовжуються, формуючи напіврозетковий вегетативний пагін у травні місяці. Спостерігається моноподіальне галушення медіалі (головного пагона). Листкорозташування як на головному, так і на бічних пагонах супротивне, у зоні збагачення листки сидять або з короткими черешками.

Упродовж цієї фази починаються і завершуються процеси формування осі суцвіття і частин квітки. У *B. officinalis* продовжується видовження міжвузля генеративних метамерів. Зона збагачення складається з повністю морфологічно сформованих структур. Тривалість цієї фази становить 3 місяці (травень-липень).

Фаза дорослого напіврозеткового вегетативно-репродуктивного пагона. На цьому етапі росту і розвитку монокарпичний

пагін *B. officinalis* досягає кінцевих розмірів: розпускаються квітки, відбувається запилення, запліднення й плодоношення.

Термінальна брунька ортотропного пагона у процесі генеративного органогенезу перетворюється у фінальну. Настання фази цвітіння рослини визначається часом формування фінальної бруньки. Цвітіння триває від червня до кінця серпня. На початку вересня фаза цвітіння замінюється фазою плодоношення. Тривалість фази дорослого напіврозеткового вегетативно-репродуктивного пагона у *B. officinalis* становить 2 місяці (серпень-вересень).

Фаза старіючого і відмираючого вегетативно-репродуктивного пагона. Процеси старіння посилюються, постгенеративна вегетація недовготривала і разом з відмиранням листків відбувається некроз генеративного пагона. Процес плодоношення є передумовою до різкого посилення процесів старіння пагона, які спочатку в акропетальному, а пізніше – у базальному напрямку охоплюють листки і стеблову вісь. Тривалість постгенеративної

вегетатції і відмирання всієї надземної частини пагона триває 1-1,5 місяці (від початку жовтня до кінця листопада).

Особливістю виду є те, що монокарпічний пагін після плодоношення відмирає повністю з розвинутими в кінці осені у його першому вузлі парюю бруньок і кількома контрактильними коренями, які утворились у нижніх міжвузлях. Фаза резиди у *B. officinalis* відсутня.

Висновки

Морфогенез *B. officinalis* складається з шести послідовних фаз: 1) зачаткового пагона (триває 16-18 місяців); 2) плагіотропного кореневища, що розвивається; 3) розеткового пагона, що розвивається (3-4 місяці); 4) напіврозеткового вегетативно-репродуктивного пагона, що розвивається (3 місяці); 5) дорослого напіврозеткового вегетативно-репродуктивного пагона (2 місяці); 6) старіючого і відмираючого вегетативно-репродуктивного пагона (1-1,5 місяць), які характеризуються своїми морфологічними та габітуальними особливостями. Найбільш довготривалою є фаза зачаткового пагона. Загальна тривалість морфогенезу *B. officinalis* становить 27-25 місяців. Фаза резиди відсутня. *B. officinalis* належить до партикулюючих трав, її кореневище піддається поділу на окремі життєздатні частини – клони.

Подяки

Висловляю щирю подяку науковому керівникові д.б.н., проф. Парпану Василеві Івановичу за корисні поради та зауваження та д.б.н., проф. Берку Йосипу Миколайовичу за його цікаві і надзвичайно гарні публікації з морфології рослин та морфогенезу.

Використані джерела

- Берко Й.М. 1993.** Життєві форми губоцвітих України (структура, морфогенез, класифікація). Дис. д-ра біол. наук: 03.00.05. Київ.
- Бобров Є.П., Ворошилов В.Н. 1978.** Флора европейской части СССР. Т. 3. Наука, Ленинград.
- Кокар Н.В. 2009.** Особливості морфогенезу та вегетативної рухливості монокарпічного пагона *Centaurea jacea* L. (Asteraceae). *Екологія та ноосферологія* **20** (1-2): 188–193.
- Нухимовский Е.А. 1997.** Основы биоморфологии семенных растений. Т. 1. Теория организации биоморф. Недра, Москва.
- Парпан В.І., Кокар Н.В. 2010.** Морфологія рослин: Навч. посіб. для студ. вищ навч. закл. Вид-во Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ.
- Скрипчинский В.В. Дударь Ю.А., Скрипчинский В.В. 1970.** Методика изучения и графического изображения морфогенеза монокарпических побегов и ритмов сезонного развития травянистых растений. *Тр. Ставроп. НИИ сельск. хоз-ва* **10** (2): 12–26.

PECULIARITIES OF THE MORPHOGENESIS OF MONOCARPIC SHOOT OF *BETONICA OFFICINALIS* L. (LAMIACEAE)

SVITLANA P. ZHURAKIVSKA

Abstract. The article presents the results of research of the morphogenesis of *Betonica officinalis* in Precarpathian region. Observations on the plant's growth are described and consecutive stages of its morphogenesis are reported.

Key words: *Betonica officinalis*, morphogenesis, monocarpic plant, shoot system

Vasil Stefanik Precarpathians National University, 201 Galitcka str., Ivano-Frankivsk, 76000, Ukraine; sveta.0212@ukr.net



УДК 582.949.2:581.14

ГЕНЕРАТИВНИЙ ПЕРІОД РОЗВИТКУ РОСЛИН РОДУ *MAMMILLARIA* HAW. (САСТАСЕАЕ JUSS.) В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

КАТЕРИНА БАГЛАЙ

Анотація. Розглянуто таксономічний склад колекції рослин роду *Mammillaria*, особливості їх цвітіння та насінневого розмноження. Складено список рослин роду *Mammillaria*, що занесено до Червоного списку IUCN і представлено у колекції Ботанічного саду. Встановлено оптимальні умови зберігання насіння.

Ключові слова: *Mammillaria*, Састасеае, інтродукція, колекція, цвітіння, схожість насіння

ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна; вул. С. Петлюри (Комінтерну), 1, Київ, 01032, Україна; fomin-sad@yandex.ru

Рід *Mammillaria* Haw. – один з найбільших у родині Састасеае, до якого належить від 171 до 350 видів за даними різних авторів (ANDERSON 2001; ВАСКЕВЕРГ 1976). За життєвою формою це кущики (ГАЙДАРЖИ ТА БАГЛАЙ 2007), за формою пагонів – від кулястих до короткоциліндричних, поодинокі або з великою кількістю бічних пагонів. З віком рослини деяких видів утворюють більш-менш щільні дернини. Вся поверхня стебла складається з конічних або циліндричних сосочків, які розташовані спіральними рядами. Кожен сосочок являє собою розширене листкове підніжжя. Ареоли у мамілярій виглядають розділеними навпіл. Одна частина ареоли розміщена на краю сосочка, з дуже різноманітними колючками, які (залежно від виду рослин) можуть бути прямі, зігнуті, гачкоподібні, перисті, дуже міцні чи тоненькі, щетинисті, жорсткі або ніжні, м'які. Центральні колючки характерні не для всіх видів (їх довжина може досягати 3 см). Друга частина ареоли – аксила – розміщена у пазусі сосочка, тут утворюються пагони і квітки. Аксили можуть бути голі, опушені, іноді з щетинками. Квітки білі, червоні різних відтінків, рожеві, у більшості видів – невеликі (1,5-2 см завдовжки), розміщені віночками на верхівці стебла. Деякі види, так звані великоквіткові мамілярії, мають поодинокі квітки значно більші за

розміром (3-3,5 см завдовжки). Плоди – яскраві, соковиті, ягодоподібні.

Представники роду *Mammillaria* поширені у Мексиці, на півдні США, у Центральній Америці, Гватемалі, Гондурасі, Венесуелі та Колумбії. Ростуть у горах на висоті до 2800 м над рівнем моря, на кам'янистих плоскогір'ях, високих пагорбах, на вапнякових, глинистих та гранітних ґрунтах, іноді утворюючи великі колонії, трапляються у саванах, серед трав та чагарників.

Метою нашої роботи було вивчення особливостей цвітіння і насінневого розмноження рослин роду *Mammillaria*, наявності у колекції Ботанічного саду рідкісних або тих, що знаходяться під загрою зникнення у місцях природного зростання представників цього роду та розподіл їх за категоріями рідкісності: таксони, що знаходяться на межі повного зникнення (CR), під загрозою зникнення (EN), уразливі (VU), мінімального ризику (LC). На сьогодні колекція рослин роду *Mammillaria* на 90% вивірена (ANDERSON 2001; ВАСКЕВЕРГ 1976).

Фенологічні спостереження проводили за модифікованою методикою «Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР» (ЛАПИН 1975). Насіння для дослідів збирали на мірі його досягання, зберігали у різних умовах, а саме: у скляному герметично закритому посуді при низьких

Табл. 1. Види роду *Mammillaria* колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна, занесені до Червоного списку IUCN.

Table. 1. *Mammillaria* species from the collection of O.V. Fomin Botanical Garden which are included into the IUCN Red List.

Вид	Катеропії			
	CR	EN	VU	LC
<i>M. albicoma</i> Bod.	-	+	-	-
<i>M. bocasana</i> Pos.	-	-	-	+
<i>M. duwei</i> Rugozinski et Braun	-	+	-	-
<i>M. erythrosperma</i> Bod.	-	-	-	+
<i>M. gasseriana</i> Bod.	-	-	+	-
<i>M. guelzowiana</i> (Werd.) Backbg.	-	-	-	+
<i>M. herrerae</i> Werd.	-	-	-	+
<i>M. lenta</i> Brand	-	-	-	+
<i>M. mercadensis</i> Pat.	-	-	-	-
<i>M. microhelia</i> Werd.	-	-	+	+
<i>M. nana</i> Backbg.	-	-	-	+
<i>M. orcuttii</i> Bod.	-	-	-	+
<i>M. painteri</i> Rose	-	-	-	+
<i>M. picta</i> Meinshsn.	-	-	-	+
<i>M. pilispina</i> J.A. Purp.	-	-	-	+
<i>M. rettigiana</i> Bod.	-	-	+	-
<i>M. schwarzii</i> Shurly	-	-	-	+
<i>M. sinistrohamata</i> Bod.	-	-	-	+
<i>M. zeilmanniana</i> Bod.	-	-	+	-

позитивних температурах (+5-6°C) та у лабораторних умовах при температурі (+18-23°C), а також у паперових пакетах у лабораторних умовах при температурі (+18-23°C).

На сьогодні в колекції рослин родини Састасеае Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна, яка налічує понад 1500 видів, різновидів та форм, представлено 250 видів, різновидів та форм роду *Mammillaria*. Поповнення колекції здійснювали шляхом насінневого та частково вегетативного розмноження (живцями з ботанічних садів та від аматорів). Насіння було отримано із ботанічних садів Австрії, Бельгії, Великобританії, Іспанії, Італії, Естонії, Канади, Куби, Латвії, Німеччини, Росії, Угорщини, Румунії, України, Фінляндії, Франції, Чехії, Швейцарії, а також від аматорів.

У колекції є мамілярії, яким понад 40 років: *M. alamensis* Craig, *M. bombycina* Quehl, *M. brauneana* Bod., *M. centricirrho* Lem., *M. compressa* DC., *M. gracilis* var. *fragilis* (SD.) Berg., *M. melanocentra* Pos., *M. sonorensis* Craig, *M. tolimensis* Craig тощо.

Проведений нами аналіз наявності у колекції рідкісних видів рослин або тих, що знаходяться під загрою зникнення показав, що 19 видів роду *Mammillaria* занесено до Червоного списку IUCN (Нікітіна та ін. 2011; Fuller & Fitzgerald 1987; IUCN 2001, 2010) (Табл. 1). До Конвенції CITES занесено 190 видів: 1 вид – до Додатку I, 190 – до Додатку II (CITES 2008). Переважна більшість видів мають обмежений ареал, деякі види представлені дуже малими популяціями і кількість їх постійно зменшується.

Більшість рослин роду *Mammillaria* з колекції добре розвинені і вступили до генеративного періоду розвитку. Спостереження за їх цвітінням та плодоношенням показали, що повний цикл розвитку в умовах оранжерей (цвітуть і плодоносять) проходять 77% видів і різновидів рослин даного роду. Це полікарпічні рослини, цвітіння яких спостерігається щорічно (Рис. 1).

Рослини цвітуть протягом року, але більшість видів – у весняно-літній період (квітень – червень). Спостерігається і повторне цвітіння (*M. sartigera* Bod. et Tieg., *M. woodsii* Craig). В оранжереях мамілярії зацвітають у різному віці: *M. bocasana* Pos., *M. schiedeana* Erenbg. – у віці 2–3 років, а *M. melanocentra* Pos. – біля 40 років. При правильному доборі видів можна мати квітучі рослини майже цілий рік, що важливо для використання їх у фітодизайні.

Важливим показником репродуктивної здатності рослин є схожість насіння. Тому ми приділили увагу насінневому розмноженню рослин роду Састасеае, у тому числі і рослинам роду *Mammillaria*. Насіння рослин роду *Mammillaria* утворюється переважно шляхом самозапилення, що набуває особливого значення в умовах захищеного ґрунту (через відсутність запилювачів). На прикладі *M. rhodantha* Lk. et O. вивчали схожість

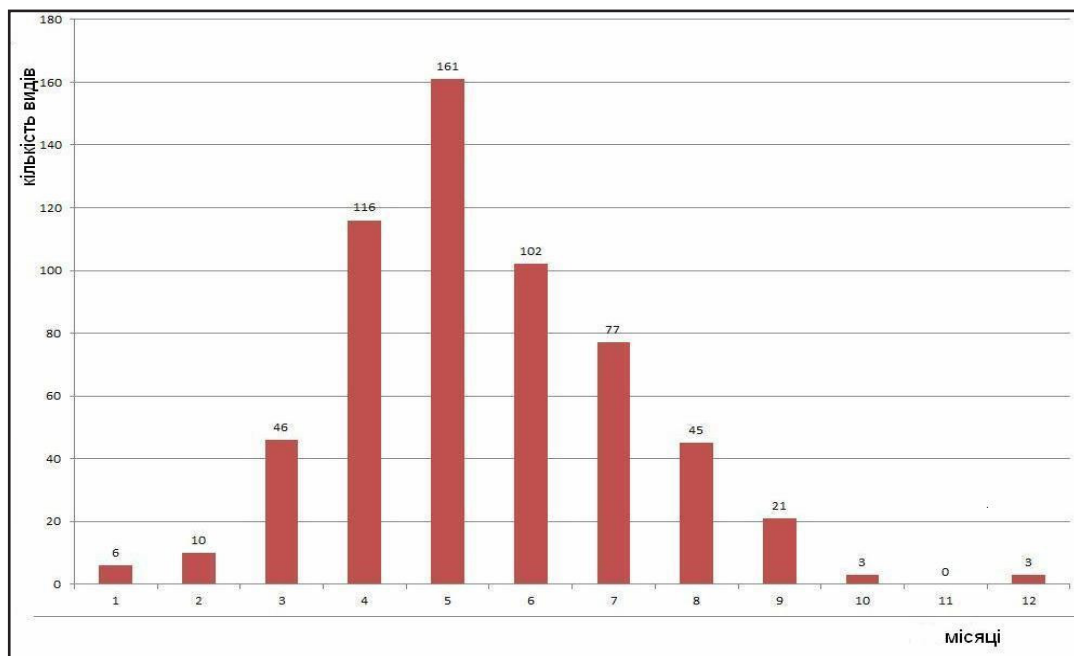


Рис.1. Динаміка цвітіння рослин роду *Mammillaria* з колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна.

Fig.1. Blooming dynamics of the *Mammillaria* plants from O.V. Fomin Botanical Garden collection.

насіння, залежність схожості насіння від умов та терміну зберігання. Насіння, що використовували у досліджах, збирали по мірі його дозрівання у фазі повної стиглості. Відбирали насіння добре виповнене та без механічних ушкоджень (Рис. 2).

Встановлено, що насіння, яке зберігали у лабораторних умовах у скляному герметично закритому посуді та у паперових пакетах при температурі (+18-23°C), втратило схожість через 48 місяців. При низьких позитивних температурах (+5-6°C) схожість насіння зберігається більш тривалий термін (у чотири рази довше).

Схожість насіння залежить як від зовнішніх чинників, так і від стану зародків у насінні (БАРТОН 1964). Стан зародків насіння вивчали при його тривалому зберіганні за різних умов. Ступінь забарвлення кислим фуксином клітин зародка є показником життєздатності насіння. Максимально життєздатним вважали насіння з повністю світлими або на 10% забарвленими клітинами. Крайня межа життєздатності – 30% забарвлених клітин зародка. Експериментальні дані показали, що

найнижчі показники життєздатності насіння досліджуваних видів були при зберіганні його у лабораторних умовах при температурі (+18-23°C) у паперових пакетах.

Отже, колекція рослин роду *Mammillaria* Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна налічує 250 видів, різновидів та форм, з яких 190 видів рослин належать до рідкісних і таких, що знаходяться під загрозою зникнення та внесені до Червоного списку IUCN, Конвенції CITES (Дод. I та II). Переважна більшість рослин цього роду проходять повний цикл розвитку в оранжереях. Дослідження схожості насіння при зберіганні його у різних умовах дозволяє встановити найоптимальніші умови зберігання, що має важливе практичне значення.

Використані джерела

- БАРТОН А. 1964. Хранение семян и их долговечность. Колос, Москва.
- 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 трізнаманіття 16: 77–79.

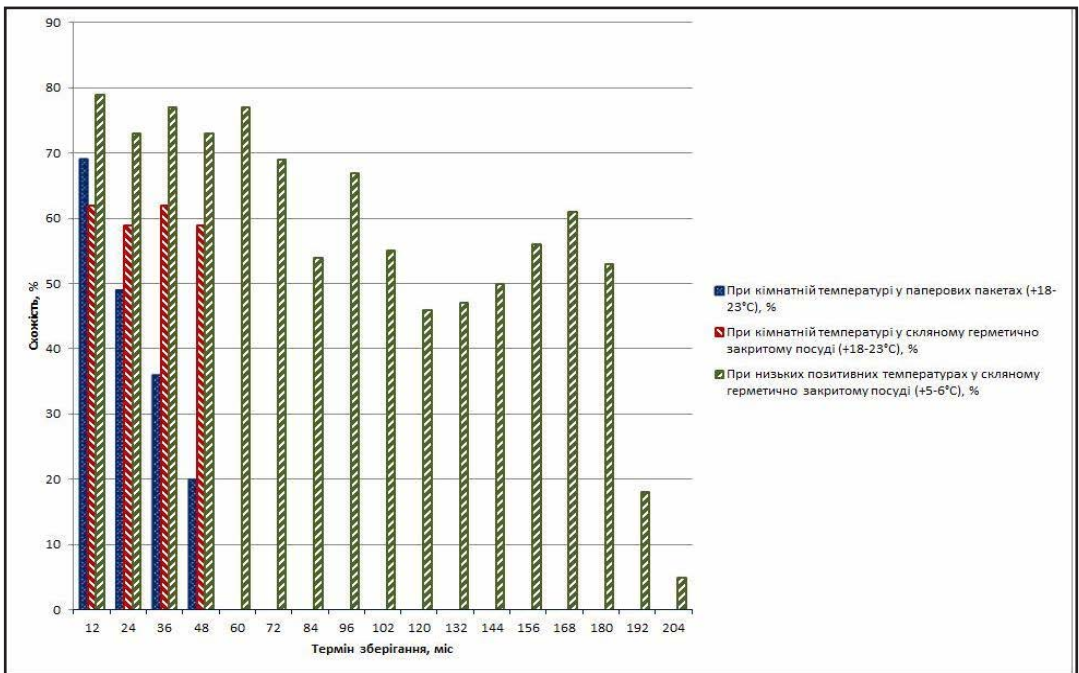


Рис. 2. Вплив умов та терміну зберігання на схожість насіння *Mammillaria rhodantha*.

Fig. 2. Influence of the conditions and term of storage on seed germination of *Mammillaria rhodantha*.

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. Фомина. Вісн. Київ. ун-ту. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття 29: 29–32.

ANDERSON E.F. 2001. The Cactus family. Timber Press. Portland.

BACKEBERG C. 1976. Das Kakteenlexikon. G. Fischer, Stuttgart.

CITES 2008. Checklist of CITES species. UNEP world conservation Monitoring Centre. Cites Secretariat. Geneva. <http://www.cites.org/>

FULLER D., FITZGERALD S. 1987. Conservation and commerce of cacti and other 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/>

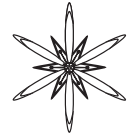
GENERATIVE PERIOD IN DEVELOPMENT OF MAMMILLARIA HAW. (CACTACEAE JUSS.) PLANTS IN GREENHOUSE CONDITIONS

KATERYNA BAGLAY

Abstract. The taxonomic composition of the collection of the genus *Mammillaria* in O.V. Fomin Botanical Garden, as well as the peculiarities of blooming and seed germination have been considered. The list of the plants from the genus *Mammillaria* in this collection which are included into IUCN Red List have been represented. The optimal conditions of seed conservation have been determined.

Key words: *Mammillaria*, Cactaceae, introduction, collection, blooming, seed germination

SSC «Institution of Biology» of Taras Shevchenko National University of Kyiv, O.V. Fomin Botanical Garden, 1 S. Petlyury str., Kyiv, 01032, Ukraine; fomin-sad@yandex.ru



АНАТОМІЧНА БУДОВА ПАГОНІВ КУЩОВИХ ІНТРОДУЦЕНТІВ РОДИНИ ROSACEAE JUSS. ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ ЦИХ РОСЛИН В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Андрій І. Бабицький^{1*}, Олег І. Китаєв², Надія М. Трофименко³

Анотація. На основі дослідження анатомічної будови однорічних пагонів кущових інтродуцентів родини Rosaceae, а саме з родів *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypos* Sieb. et Zucc. та *Stephanandra* Sieb. et Zucc., встановлено взаємозв'язок між будовою пагонів цих рослин та їхньою здатністю переносити несприятливі умови зимового періоду в Правобережному Лісостепу України. Доведено, що найбільш схильними до пошкодження по типу «зимового висушування» є пагони *Rhodotypos kerrioides*, через слабкий розвиток деревини у цієї рослини, що зумовлює швидке зневоднення тканин внаслідок присисної дії льоду, який утворюється у корі. Також виявлено, що пагони *Kerria japonica*, *Kerria japonica* 'Plena', *Stephanandra incisa* та *Stephanandra incisa* 'Crispa' слабо захищені перидермою і тому можуть пошкоджуватись морозами.

Ключові слова: Rosaceae, анатомія, пагін, кущові інтродуценти, зимостійкість, морозостійкість

¹ Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, вул. Урицького, 35, Київ, 03035, Україна; andriybabyskiy@gmail.com

² Інститут садівництва НААН України, вул. Садова, 6, с. Новосілки, Київська обл., 03027, Україна

³ Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна

Анатомічна будова пагона – важлива біологічна характеристика рослин, яка визначається їхнім місцезростанням і часто є видоспецифічною (Нечитайло і Кучерява 2001). І навпаки, від анатомічної структури органів загалом, і пагонів зокрема залежать екологічні особливості рослини, такі як зимостійкість та посухостійкість (Паушева 1980). Особливо актуальним є дослідження анатомії пагонів інтродукованих кущових рослин у контексті вивчення зимостійкості.

Предметом дослідження були 15 видів і форм декоративних кущових інтродуцентів родини Rosaceae з фондів дендрарію Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України, а саме: *Exochorda giraldii* Hesse, *E. korolkowii* Lavallée, *E. xmacrantha* Schneid., *E. racemosa* (Lindl.) Rehder, *E. tianshanica* Gontsch., *Kerria japonica* (L.) DC., *K. japonica* 'Plena', *K. japonica* 'Picta', *Photinia villosa* (Thunb.) DC., *Ph. villosa* 'Laevis', *Prinsepia sinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean, *Rhodotypos kerrioides* Siebold et Zucc., *Stephanandra tanakae* Franch. et Zucc., *S. incisa*

(Thunb.) Zabel, *S. incisa* 'Crispa'.

Вивчення анатомічної структури пагонів цих рослин проводили у кінці серпня. Для дослідів вибирали повністю сформовані та здерев'янілі однорічні пагони з середньої частини крони кущів. Зрізи робили у верхній частині пагонів, адже вона найбільше схильна до уражень в зимовий період. Препарати розглядали під люмінесцентним мікроскопом "ЛЮМАМ-И4" при збільшенні 5×10. Живі тканини відсвічувались червоним кольором, а мертві – зеленим, при чому пігментовані стінки клітин люмінесціювали жовто-зеленим кольором, а яскраво-жовтого забарвлення були тканини з високим вмістом антрахінонів і флавоноїдів, що дають жовту люмінесценцію.

В усіх дослідних зразках було виявлено тканини, типові для однорічних пагонів кущових рослин (Рис. 1). Поверхня пагонів усіх досліджених рослин на час дослідів ще зберегла епідерміс (Рис. 1 1), який у цей період уже відмер і відсвічувався зеленим кольором, проте ще не злущився внаслідок діяльності вторинних меристем

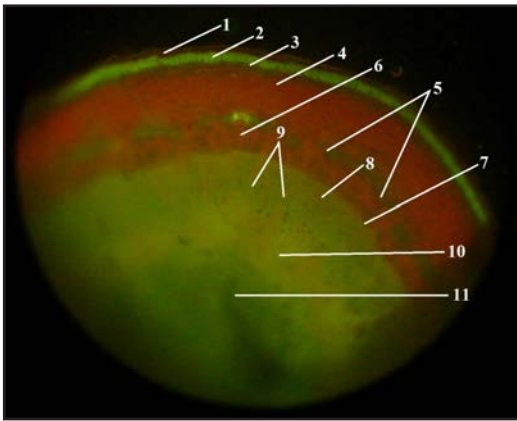


Рис. 1. Анатомічна будова однорічного пагона *Exochorda tianschanica* у світлі люмінесцентного мікроскопа (збільшення 5×10): 1 – епідерміс; 2 – фелема (корок); 3 – фелоген; 4 – фелодерма; 5 – склеренхіма; 6 – корова паренхіма; 7 – камбій; 8 – вторинна ксилема; 9 – сердцевинні промені; 10 – перимедулярна зона; 11 – сердцевина.

Fig. 1. Anatomical structure of annual shoots of *Exochorda tianschanica* under the fluorescent microscope (magnification 5×10): 1 – epidermis; 2 – phellem (cork); 3 – phellogen; 4 – phelloderma; 5 – sclerenchyma; 6 – cortical parenchyma; 7 – cambium; 8 – secondary xylem; 9 – medullary rays; 10 – peripheral medullary zone; 11 – pith (medulla).

– камбію і фелогену. Під епідермісом було виявлено шар фелеми (корку), який у різних об'єктів мав приблизно однакову товщину і складався з кількох рядів клітин (Рис. 1 2). Найпотужнішим він виявився у *Exochorda giraldii*, а найтоншим – у видів роду *Kerria* DC. та *Stephanandra* Sieb. et Zucc. За шаром фелеми розташований одношаровий фелоген (Рис. 1 3), що, власне, й сформував фелему. У середину фелоген утворив фелодерму – живу паренхімну тканину, товщина якої у різних рослин була неоднаковою (Рис. 1 4). Найтовстіша вона у екзохорда та фотіній, дещо тонша – у стефанандр та розовика. Найтоншою фелодерма виявилась у видів роду *Kerria* та *Prinsepia sinensis*. Ця тканина люмінесціює червоним світлом. У *S. tanakae* виявлено 2 шари фелогену і його похідних – корку і фелодерми. За фелодермою лежить переривчастий шар механічної тканини – склеренхіми (Рис. 1 5), що був представлений луб'яними волокнами. Серед дослідженої

групи найкраще розвинена вона у *P. sinensis*. За склеренхімою червонуватим світлом відсвічувалася паренхіма кори (Рис. 1 б), яка межувала з одношаровим камбієм (Рис. 1 7). До середини пагонів камбій відкладав деревину (Рис. 1 8) з сердцевинними променями (Рис. 1 9), яка люмінесціювала зеленим кольором і в різних рослин мала різну потужність. Так, широкий шар деревини був виявлений у екзохорда, а вузьким він виявився у розовика та керій. За свідченням О.С. Васюти та О.І. Китаєва (2001), ступінь морозостійкості тісно пов'язаний зі змінами стану води у тканинах кущових рослин. Добре розвинена деревина, через наявність великої кількості мікрокапілярів, здатна утримувати вологу в зимовий період завдяки своїй високій гігроскопічності (Пирумян 1967). Коли ж судин ксилеми утворюється незначна кількість, це може стати причиною високих втрат вологи у зимовий період і пошкодження пагонів по типу «зимового висушування», що й спостерігалось у розовика та керій. Ризик такого пошкодження підсилюється ще й тим, що основною функцією тонкої деревини стає арматурна, і велика частина судин розвиває товсті лігніфіковані стінки, чим обмежує внутрішній об'єм судин, а отже й зменшує кількість води, яку вони здатні вмістити.

Адаптація до дії низьких температур, а саме процес загартування або аклімація, супроводжується втратою води клітинами флоєми та ксилеми, при цьому великі судини ксилеми мають вищу вірогідність утворення льоду, передусім у міжклітинниках, що сприяє додатковому виходу води з клітини за осмотичним градієнтом, що сприяє підсушуванню клітини і знижує ризик утворення льоду в ній. Тому важливим механізмом адаптації до низьких температур є рання ініціація льодоутворення і достатньо висока швидкість відтоку води на центр льодоутворення в міжклітинниках (Васюта і Китаєв 2001).

Льодоутворення в міжклітинниках та великих судинах супроводжується тепловиділенням, яке фіксується у вигляді високотемпературної екзодерми (ВТЕ)

під час диференційного термічного аналізу (ДТА) процесів льодоутворення в їхніх органах і тканинах (Бабицький *та ін.* 2011). Поява низькотемпературної екзотерми (НТЕ) зумовлена льодоутворенням у мікрокапілярах ксилеми. Малі розміри мікрокапілярів зумовляють високий тиск пари над водою, за рахунок чого значно знижується температура льодоутворення. Крім того, у малих судинах присутні кріопротектори (цукри, низькомолекулярні білки тощо), які також знижують показники НТЕ. Саме в мікрокапілярах зосереджена вода, що забезпечує підтримку водного балансу рослин, особливо під час посухи. Однак, висока водоутримуюча здатність призводить до ризику пошкодження цієї тканини за умов переохолодження при критично низьких температурах. У літературі трапляється інтерпретація низькотемпературної екзотерми як екзотерми загибелі рослини, однак деякі автори вважають, що в окремих випадках загибель рослини відбувається при іншій температурі (Kaku & Iwaya 1978). Висока амплітуда низькотемпературної екзотерми свідчить про значне накопичення переохолодженої води і високий ризик пошкодження мікрокапілярів під час льодоутворення. Тому вважаємо, що відношення НТЕ до ВТЕ є достатньо об'єктивним показником ступеня ризику низькотемпературного пошкодження під час замерзання переохолодженої води, при цьому для рослин з вищим адаптивним потенціалом цей показник буде на користь ВТЕ.

У *Rhodotypos kerrioides* була відмічена значна втрата води у флоємі, що проявляється у малій амплітуді тепловиділення і значному переохолодженні до $-19 - -21^{\circ}\text{C}$ (Бабицький *та ін.* 2011). Інтенсивна втрата води тканинами кори цієї рослини на термограмах ДТА виражається у високому співвідношенні ВТЕ до другої екзотерми (ТЕ), що реєструється при $-15 - -25^{\circ}\text{C}$ у тканинах флоєми, а також у зменшенні амплітуди ТЕ. При цьому підсушування відбувається і в клітинах ксилеми, що збільшує опір ксилемних тканин до міграції фронту

льодоутворення і збільшує температурний діапазон екзотермічних процесів у пагонах. Таким чином формуються показники, які вказують на нібито високий адаптивний потенціал цього виду, але насправді свідчать про існуючий ризик висушування пагонів за умов довготривалих холодів, що супроводжуються вітрами під час перезимівлі. На основі багаторічних спостережень за зимостійкістю *R. kerrioides*, в окремі роки було відмічено значне відмирання пагонів цієї рослини над сніговим покривом. Очевидно, такі пошкодження виникли внаслідок «зимового висушування» пагонів.

За деревиною у досліджених рослин виявлено перимедулярну зону (Рис. 1 10), утворену зовнішніми шарами дрібних клітин серцевини пагона та елементами первинної ксилеми. Ці клітини здатні довго залишатися живими і виконують запасну функцію. Люмінесцювала ця зона жовто-червоним кольором. Товщина її була неоднаковою у різних рослин і найслабше ця зона була виражена у стефанандр та принсепій. Середню частину пагонів займала серцевина (Рис. 1 11), що відрізнялася шириною та щільністю у різних видів. Щільною та вузькою вона була в екзохорд та фотіній, причому в *Exochorda giraldii* та *E. korolkovii* клітини цієї зони розташовувались не так щільно, як у інших видів екзохорд. У *P. sinensis* виявлено пухку серцевину, яка займала незначну частину пагона у порівнянні з іншими тканинами. Вираженою та пухкою серцевина була у керій та стефанандр.

Як вказує Р.М. Палагеча *та ін.* (2007), зимостійкість кущових рослин прямо пропорційно залежить від кількості сформованих шарів перидерми. Перидерма – це вторинна покривна тканина, яка утворюється внаслідок діяльності вторинної латеральної меристеми – фелогену (Проценко і Брайон 1981). Автор зазначає, що слабо розвинена перидерма разом з великою кількістю сочевичок на одиницю площі поверхні пагона сприяє зимовому висушуванню. Найтоншою перидерма виявилась у видів роду *Kerria*, *Stephanandra incisa* та її сорту *S. incisa 'Crispa'*. У *S. tanakae*

перидерма розвинена добре.

Отже, на основі анатомічних досліджень одnorічних пагонів кушових інтродуцентів родини Rosaceae встановлено, що найбільш схильними до зимового висушування є пагони *Rhodotypos kerrioides* через слабкий розвиток деревини у цієї рослини. Така анатомічна особливість будови пагонів зумовлює швидке зневоднення тканин внаслідок присисної дії льоду, що утворюється у корі. Також потенційно вразливими у зимовий період є пагони *Kerria japonica*, *K. japonica* 'Plena', *Stephanandra incisa* та *S. incisa* 'Crispa', які слабо захищені перидермою і можуть пошкоджуватись морозами.

Використані джерела

- НЕЧИТАЙЛО В.А., КУЧЕРЯВА Л.Ф. 2001.** Ботаніка. Вищі рослини: навч. посіб. для ВНЗ. Фітосоціоцентр, Київ.
- ПАУШЕВА З.П. 1980.** Практикум по цитології растений. Колос, Москва.
- ВАСЮТА О.С., КИТАЄВ О.І. 2001.** Дослідження особливостей льодоутворення у тканинах коренів підщеп кісточкових культур залежно від їх морозостійкості. *Садівництво* 53: 312–319.
- ПИРУМЯН К.А. 1967.** Рост однолетних побегов, закладка и развитие цветочных почек сортов груши. *Изв. с.-х. наук МСХ Арм. ССР* 3: 39–44.
- БАБИЦЬКИЙ А.І., КИТАЄВ О.І., ТРОФИМЕНКО Н.М., ДОРОШЕНКО О.К. 2011.** Дослідження особливостей льодоутворення у тканинах пагонів малопоширених у Правобережному Лісостепу України деревних інтродуцентів родини Rosaceae Juss. залежно від їхньої морозостійкості. *Інтродукція рослин* 4: 84–89.
- КАКУ S., IWAYA M. 1978.** Low temperature exotherms in xylems of evergreen and deciduous broad-leaved trees in Japan with reference to freezing resistance and distribution range. In: LI P.H., SAKAI A. (eds), Plant cold hardiness and freezing stress. Vol. 1: 227–239. Academic Press, New York.
- ПАЛАГЕЧА Р.М., КИТАЄВ О.І., ТАРАН Н.Ю. 2007.** Морозостійкість магнолій та льодоутворення у тканинах пагонів. *Укр. ботан. журн.* 64 (6): 891–900.
- ПРОЦЕНКО Д.П., БРАЙОН О.В. 1981.** Анатомія рослин: підруч. для ун-тів. Вища школа, Київ.

ANATOMICAL STRUCTURE OF THE SHOOTS OF SHRUBBY INTRODUCENTS FROM ROSACEAE JUSS. FAMILY AND ITS VALUE FOR WINTER RESISTANCE OF THESE PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

ANDRIY I. BABYTSKIY¹, OLEG I. KYTAEV², NADIYA M. TROFYMENKO³

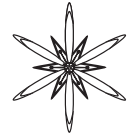
Abstract. On the base of investigations of the anatomical structure of annual shoots of shrubby introduced species from the family Rosaceae (viz *Exochorda* Lindl., *Kerria* DC., *Photinia* Lindl., *Prinsepia* Royle, *Rhodotypos* Sieb. et Zucc. and *Stephanandra* Sieb. et Zucc.), the relation between it and ability of these plants to endure the disadvantageous conditions of winter period in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine was established. It has proved that the most inclined to the damages called “winter exsiccation” are shoots of *R. kerrioides* because of suction activity of the ice (which forms in the cortex) in consequence of their weak xylem. Also we have found that the weak periderm of the shoots of *K. japonica*, *K. japonica* 'Plena', *S. incisa* and *S. incisa* 'Crispa' could be the reason that causes its damages by the frost.

Key words: Rosaceae, anatomy, shoot, shrubby introducents, winter resistance, frost resistance

¹ State Ecological Academy of Education and Administration, 35 Urytskogo str., Kyiv, 03035, Ukraine; andriybabytskiy@gmail.com

² Institute of Gardening of NAAS of Ukraine, 6 Sadova str., Novosilky, Kyiv reg., 03027, Ukraine

³ M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, 1 Timiryazevska str., Kyiv, 01014, Ukraine



БІОЛОГІЧНІ ТА МОРФОСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕЛАРГОНІЙ У ЗВ'ЯЗКУ З АДАПТАЦІЄЮ ДО УМОВ ІНТРОДУКЦІЇ

ОЛЬГА ЧИХМАН¹, ОЛЕНА СИДОРЕНКО^{1*}, ІГОР ШЕГЕДА²

Анотація. Наведено порівняльну морфометричну характеристику інтродукованих у ботанічному саду імені академіка О.В.Фоміна видів роду *Pelargonium*.

Ключові слова: *Pelargonium*, пеларгонія, інтродукція, морфометрія

¹ НДЛ «Ботанічний сад» ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Симона Петлюри, 1, Київ, 01032, Україна; *lesha_@bigmir.net

² Кафедра фізіології та екології рослин ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64, Київ, 01601, Україна; igor.shегда@mail.ru

Вступ

Інтродукція рослин субтропічної і тропічної флори в ботанічних садах помірної зони має практичне значення для мобілізації рослин та їх вирощування в нових умовах, визначення адаптаційної здатності і практичного використання (ВАЛЬТЕР 1968). Створення штучних фітоценозів, а саме колекцій в ботанічних садах, дає можливість ґрунтового вивчення процесів відтворення в умовах нових екологічних чинників. Такі колекції дають можливість поглибити знання про елементи світової флори шляхом наочної демонстрації у вигляді оранжерейних експозицій та здійснити впровадження у культуру нових перспективних видів.

Культивування інтродукованих тропічних та субтропічних рослин в осінньо-зимовий і зимово-весняний періоди, що характеризуються короткими днями і низьким сонцестоянням, створює ряд проблем (АРМИТАЖЕ *et al.* 1999). Тим більш у міському середовищі, коли відбувається істотне зменшення прозорості у короткохвильовій частині спектра (втрати досягають 50%, для Києва цей показник становить 17%). Наші дослідження у зимовий період показали, що найгостріша потреба в сонячній радіації виникає у грудні-квітні (Сидоренко 2004), що збігається з періодом низького

сонцестояння. Всі ці процеси враховувалися і у випадку культивування інтродуцентів у контрольованих умовах, оскільки основні показники напруженості метеорологічних умов мають вплив на проходження фізіологічних процесів. Зокрема, у зимовий період додаткове освітлення є необхідним заходом.

Впродовж ряду років в ботанічному саду імені академіка О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка проводились роботи по створенню колекції роду *Pelargonium* (L.) L'Her. ex Ait. (родина Geraniaceae Juss.). На сьогодні колекція нараховує 55 видів, що належать до 15 секцій (*Ciconium*, *Chorisma*, *Myrrhidium*, *Quercetorum*, *Campylla*, *Otidia*, *Cortusina*, *Peristera*, *Reniformia*, *Poliactium*, *Gibbosum*, *Pelargonium*, *Glaucophyllum*, *Hoarea*, *Ligularia*). Більшість видів колекції роду *Pelargonium*, як було з'ясовано, походить з Південної Африки (Капська провінція) та Танзанії. У Туреччині зустрічається *P. quercetorum* (L.) L'Her., *P. endlicherianum* (L.) L'Her., *P. quinquelobatum* Hochstetter. На острові Мадагаскар зростають *P. caylae* Humbert та *P. madagascariense* Baker, що є ендеміками (VAN DER WALT *et al.* 1986).

Матеріали і методи дослідження

Колекцію створено за рахунок насінневого

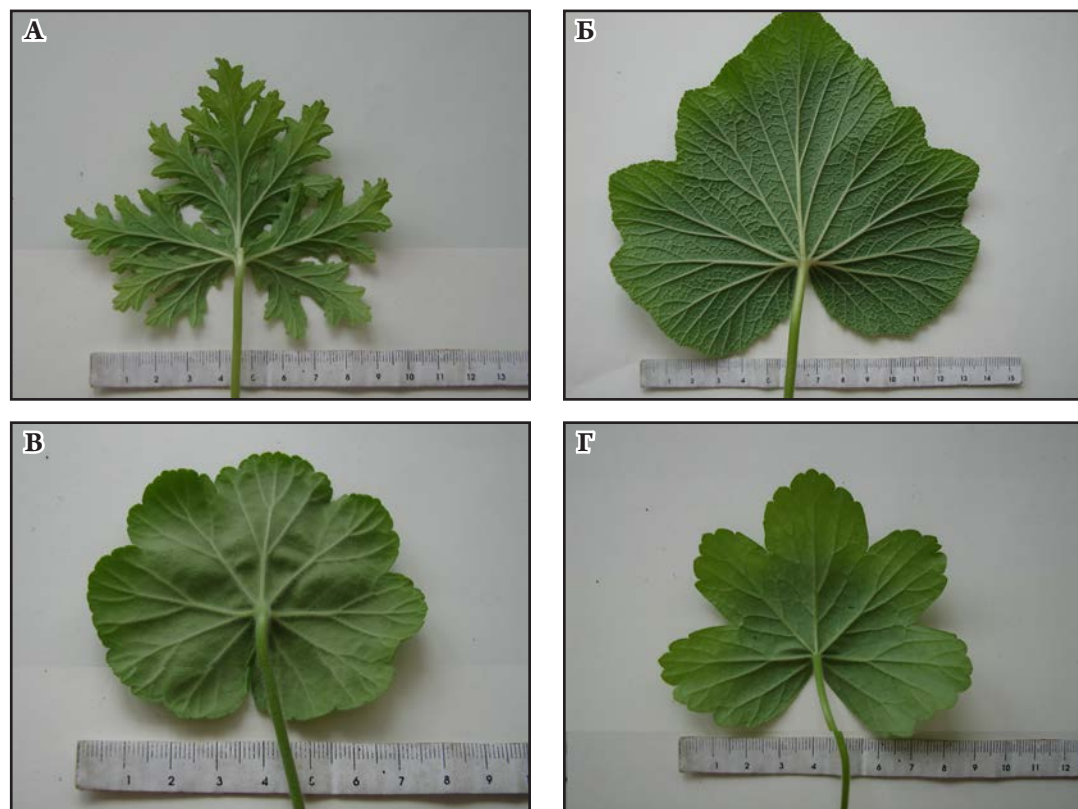


Рис. 1. Жилкування листків інтродукованих видів: А – *Pelargonium roseum*; Б – *P. hispidum*; В – *P. zonale*; Г – *P. ranunculophyllum*.
 Fig. 1. Leavs venation of introduced species: А – *Pelargonium roseum*; Б – *P. hispidum*; В – *P. zonale*; Г – *P. ranunculophyllum*.

і вегетативного розмноження. Основним типом вихідного матеріалу було насіння. Насіння надходило переважно з ботанічних садів Німеччини, Франції, Італії, Чехії, Нідерландів, Монако і Росії. Фенологічні спостереження проводили за методикою ГБС АН СРСР, у період вегетативної фази – один раз на тиждень, генеративної – щоденно. Досліджуючи морфологічні особливості інтродуцентів, використовували атласи з описової морфології рослин. Біоморфи зрілих генеративних рослин встановлено за І.Г. СЕРЕБРЯКОВИМ (1962), а також С.М. ЗИМАН *та ін.* (2004); моделі пагоноутворення – за Т.І. СЕРЕБРЯКОВОЮ (1977); ритмологічний аналіз здійснено за І.Г. і Т.І. Серебряковими (СЕРЕБРЯКОВ И СЕРЕБРЯКОВА 1972).

Результати та обговорення

Пеларгонії – кущі та кущики, багаторічні або рідше однорічні рослини з черговими, рідко супротивними, простими, іноді лопатевими та навіть складними листками, які звичайно мають прилистки. Для деяких видів характерний радіальний концентричний червоно-бурий малюнок. Жилкування сітчасте, пірчасте (Рис.1). Листки на довгих черешках. Пластинка листка пальчатолопатева, пальчато- або перисторозсічена (Рис.2). Листкитапелюстки мають прості та залозисті трихоми, які містять ефірну олію (LIS-BALCHIN *et al.* 1999). Довгі залозисті волоски характерні для видів секцій *Ciconium*, *Glaucophyllum*, *Noarea*, *Myrrhidium*, *Otidia* (крім *P. carnosum* L'Hér.), *Pelargonium*, *Peristera* та *Poliactium*. Залозисті волоски

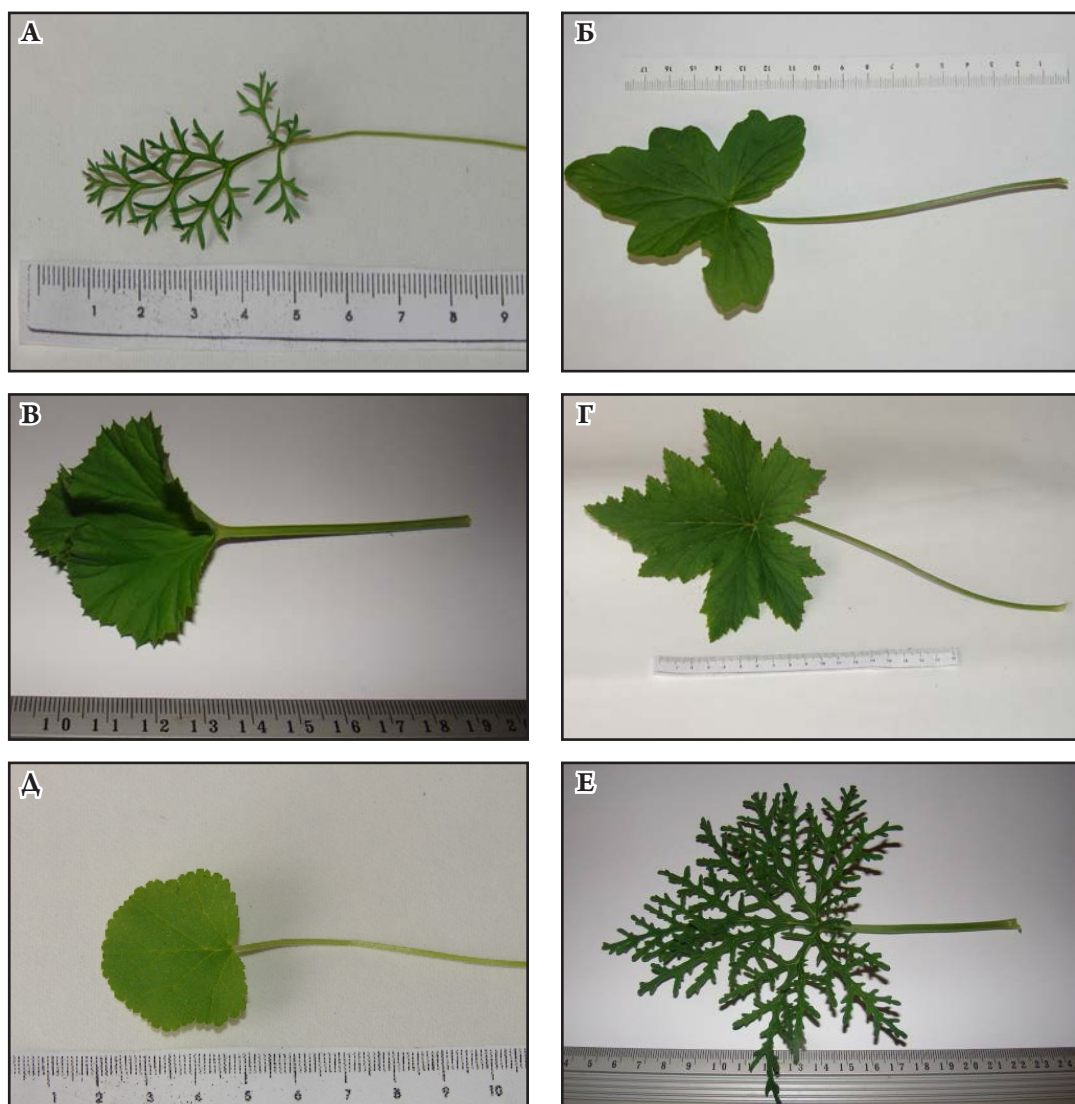


Рис. 2. Зразки листків видів роду *Pelargonium*: А – *P. longicaule*; Б – *P. quinguelobatum*; В – *P. grandiflorum*; Г – *P. hispidum*; Д – *P. australe*; Е – *P. graveolens*.

Fig. 2. Leaves of *Pelargonium* species: А – *P. longicaule*; Б – *P. quinguelobatum*; В – *P. grandiflorum*; Г – *P. hispidum*, Д – *P. australe*; Е – *P. graveolens*.

з грушевидними головками характерні для видів секції *Ligularia*. В результаті дослідження встановлено, що довжина як черешка, так і листової пластинки, залежать від розташування листків на стеблі: найбільші показники властиві листкам, що знаходяться у верхньому ярусі формації, а найменші – у нижньому; така ж закономірність простежується і для ширини листової

пластинки (Табл. 1).

Стебла переважно прямостоячі, у деяких видів лежачі або плетисті. Квітки актиноморфні або дещо зигоморфні (Рис. 3). Тичинок найчастіше 10, рідше 5 або 15. Між пелюстками знаходяться 5 нектарників у вигляді горбків. Гінецей складений з 5-ти зрослих плодolistків. Зав'язь 5-гніздна, стовпчик один, з п'ятипроменевою



Рис. 3. Зразки квіток та суцвіть видів роду *Pelargonium*: А – *P. grandiflorum*; Б – *P. zonale*; В – *P. peltatum*; Г – *P. quinguelobatum*; Д – *P. ranunculophyllum*; Е – *P. australe*.

Fig. 3. Samples of flowers and inflorescences of *Pelargonium* species: А – *P. grandiflorum*; Б – *P. zonale*; В – *P. peltatum*; Г – *P. quinguelobatum*; Д – *P. ranunculophyllum*; Е – *P. australe*.

приймочкою. Після запліднення стовпчик значно розростається, і утворюються тканини, які сприяють розкиданню насіння. Однорічні види мають тонкий стрижневий корінь. У багаторічних видів, які ростуть в пустелях основний корінь бульбоподібний і виконує запасуючу функцію, бульби багаті на

крохмаль. Деякі види мають добре розвинене кореневище з додатковими корінцями. Пеларгонії запилюються різними видами комах та птахами.

Наші дослідження показали, що в процесі онтогенезу у пеларгонії спостерігається багаторазове утворення пагонів. У той же

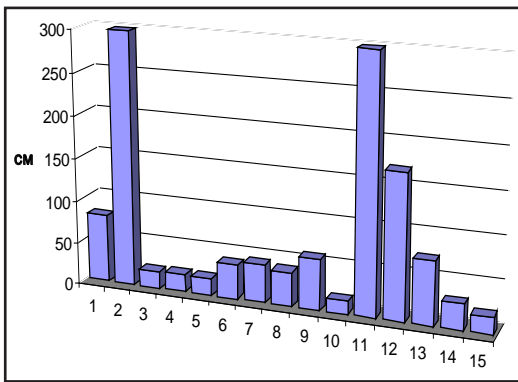


Рис. 4. Інтенсивність росту інтродукованих видів з секцій: 1 – *Ciconium*; 2 – *Chorisma*; 3 – *Myrrhidium*; 4 – *Quercetorum*; 5 – *Campylla*; 6 – *Otidia*; 7 – *Cortusina*; 8 – *Peristera*; 9 – *Reniformia*; 10 – *Polyactium*; 11 – *Gibbosum*; 12 – *Pelargonium*; 13 – *Glaucophyllum*; 14 – *Hoarea*; 15 – *Ligularia*.

Fig. 4. The intensity of the growth of introduced species by sections: 1 – *Ciconium*; 2 – *Chorisma*; 3 – *Myrrhidium*; 4 – *Quercetorum*; 5 – *Campylla*; 6 – *Otidia*; 7 – *Cortusina*; 8 – *Peristera*; 9 – *Reniformia*; 10 – *Polyactium*; 11 – *Gibbosum*; 12 – *Pelargonium*; 13 – *Glaucophyllum*; 14 – *Hoarea*; 15 – *Ligularia*.

час у рослин відмічено безперервний ріст вегетативних органів, і як наслідок, вихід ефірної олії з однієї рослини визначається співвідношенням формування вегетативних і генеративних пагонів. В процесі вивчення нами встановлено, що в умовах культури в перший рік вегетації пеларгонії розвиваються за принципом апікального домінування. Одна з бруньок рослини росте и поступово розтягується. Разом з тим розвиваються багаторічні корені, один з яких у подальшому стає стрижневим. Для стимулювання росту бічних бруньок штучно порушується апікальне домінування шляхом видалення верхівкової бруньки. Спіральне розташування листків у процесі апікального домінування у вегетуючих рослин дещо порушується і на верхньому ярусі формуються генеративні органи. В подальшому, після стимуляції росту бокових бруньок в результаті видалення верхівкової бруньки формування генеративних органів завершується. На другий рік вегетації відбувається значний приріст, у процесі якого

кожен пагін розвивається за принципом апікального домінування. В період між двома розгалуженнями апекса пагін знаходиться в генеративному або у вегетативному стані, тобто одна з вказаних зон буде відсутня. Швидкість росту домінуючих пагонів пов'язана з фізіологічним станом рослин. При недостатньому зволоженні та мінеральному живленні не домінуючі пагони залишаються у стані спокою. У результаті розвитку на основному пагоні утворюються нові вегетативні бруньки. Таким чином, принципом апікального домінування в умовах культури ріст і розвиток рослини здійснюється протягом вегетації, коли головний пагін поступово втрачає здатність подальшого формування листків.

Проведені нами фенологічні спостереження росту і розвитку досліджуваних видів дозволяють розділити їх на дві групи: а) швидкозростаючі, у яких за період активного росту утворюється більше 20 листків (*P. peltatum* (L.) L'Hér., *P. ranunculophyllum* Harv., *P. capitatum* (L.) L'Hér., *P. graveolens* L'Hér., *P. papilionaceum* (L.) L'Hér. ex Aiton, *P. zonale* (L.) L'Hér. та ін.), рослини цієї групи вступають у фазу цвітіння на першому році життя; б) уповільненозростаючі види, у яких формується лише 8–10 листків (*P. quinquelobatum* Hochst. ex A. Rich., *P. longicaule* Jacq., *P. incrassatum* Sims, *P. lobatum* L'Hér., *P. gibbosum* (L.) L'Hér. ex Aiton та ін.) вступають в стадію квітіння на другому році розвитку. Більшість інтродукованих видів даної колекції належать до групи швидкозростаючих (Рис. 4).

Висновки

У колекції Ботанічного саду імені академіка О.В. Фомина рід *Pelargonium* представлений сукулентами (секції *Otidia*, *Hoarea*, *Gibbosum*), підземними геофітами (секції *Poliactium*, *Cortusina*, *Ligularia*), та ортотропними кущиками (секції *Pelargonium*, *Glaucophyllum*, *Campylla*, *Peristera*, *Reniformia*, *Ciconium*, *Chorisma*, *Myrrhidium*, *Quercetorum*). *P. appendiculatum* (L. f.) Willd. за нашим аналізом життєвих форм є підземним геофітом

Табл. 1. Параметри листків видів роду *Pelargonium* (мм).Table 1. Leaves features of *Pelargonium* species (mm).

Вид	Довжина черешка			Розміри листкової пластинки					
	верхній ярус	середній ярус	нижній ярус	верхній ярус		середній ярус		нижній ярус	
				Шир.	Дов.	Шир.	Дов.	Шир.	Дов.
Підрід <i>Ciconium</i>									
Секція <i>Ciconium</i>									
<i>P. alchemilloides</i>	180±0.2	130±0.2	80±0.4	50±0.3	35±0.2	30±0.3	25±0.1	20±0.1	10±0.2
<i>P. inquinans</i>	100±0.2	50±0.3	40±0.2	80±0.3	60±0.2	55±0.2	40±0.4	30±0.2	35±0.2
<i>P. zonale</i>	120±0.3	115±0.2	80±0.2	60±0.2	90±0.3	50±0.1	70±0.2	30±0.2	40±0.2
<i>P. oblongatum</i>	110±0.4	80±0.2	50±0.2	100±0.3	85±0.2	70±0.3	50±0.2	50±0.1	45±0.2
<i>P. peltatum</i>	100±0.2	75±0.3	45±0.4	150±0.2	70±0.3	70±0.2	60±0.1	60±0.2	35±0.3
<i>P. quinquelobatum</i>	170±0.2	120±0.4	90±0.2	80±0.2	55±0.1	60±0.2	50±0.2	35±0.3	30±0.3
<i>P. salmoneum</i>	90±0.2	45±0.5	35±0.2	90±0.1	80±0.3	60±0.2	62±0.2	40±0.2	45±0.3
<i>P. ranunculophyllum</i>	125±0.4	100±0.2	60±0.3	120±0.3	80±0.2	80±0.2	60±0.2	65±0.3	50±0.2
<i>P. madagascariense</i>	140±0.3	100±0.4	90±0.2	100±0.2	60±0.2	55±0.1	40±0.2	30±0.2	25±0.2
Секція <i>Chorisma</i>									
<i>P. tabulare</i>	150±0.3	120±0.2	70±0.4	80±0.2	70±0.3	50±0.4	45±0.2	35±0.3	30±0.1
<i>P. tetragonum</i>	180±0.3	100±0.2	60±0.5	85±0.3	65±0.1	70±0.4	60±0.2	35±0.3	30±0.2
<i>P. mollicomum</i>	125±0.2	80±0.4	70±0.3	85±0.3	55±0.2	35±0.2	30±0.1	25±0.2	20±0.2
Секція <i>Myrrhidium</i>									
<i>P. myrrhifolium</i>	180±0.2	130±0.2	80±0.4	50±0.3	35±0.2	30±0.3	25±0.1	20±0.1	10±0.2
<i>P. longicaule</i>	100±0.2	50±0.3	40±0.2	80±0.3	60±0.2	55±0.2	40±0.4	30±0.2	35±0.2
<i>P. multicaule</i>	120±0.3	115±0.2	80±0.2	60±0.2	90±0.3	50±0.1	70±0.2	30±0.2	40±0.2
Секція <i>Quercetorum</i>									
<i>P. endlicherianum</i>	100±0.2	75±0.3	45±0.4	150±0.2	70±0.3	70±0.2	60±0.1	60±0.2	35±0.3
Підрід <i>Pelargonium</i>									
Секція <i>Campylla</i>									
<i>P. exhibens</i>	140±0.3	100±0.4	90±0.2	100±0.2	60±0.2	55±0.1	40±0.2	30±0.2	25±0.2
Секція <i>Otidia</i>									
<i>P. alternans</i>	180±0.2	130±0.2	80±0.4	50±0.3	35±0.2	30±0.3	25±0.1	20±0.1	10±0.2
<i>P. aridum</i>	100±0.2	50±0.3	40±0.2	80±0.3	60±0.2	55±0.2	40±0.4	30±0.2	35±0.2
<i>P. carnosum</i>	120±0.3	115±0.2	80±0.2	60±0.2	90±0.3	50±0.1	70±0.2	30±0.2	40±0.2
<i>P. ceratophyllum</i>	110±0.4	80±0.2	50±0.2	100±0.3	85±0.2	70±0.3	50±0.2	50±0.1	45±0.2
<i>P. laxum</i>	100±0.2	75±0.3	45±0.4	150±0.2	70±0.3	70±0.2	60±0.1	60±0.2	35±0.3
<i>P. tongaense</i>	170±0.2	120±0.4	90±0.2	80±0.2	55±0.1	60±0.2	50±0.2	35±0.3	30±0.3
<i>P. worstariae</i>	90±0.2	45±0.5	35±0.2	90±0.1	80±0.3	60±0.2	62±0.2	40±0.2	45±0.3
<i>P. chamaedrifolium</i>	125±0.4	100±0.2	60±0.3	120±0.3	80±0.2	80±0.2	60±0.2	65±0.3	50±0.2
Секція <i>Cortusina</i>									
<i>P. crassicaule</i>	140±0.3	100±0.4	90±0.2	100±0.2	60±0.2	55±0.1	40±0.2	30±0.2	25±0.2

Табл. 1. Продовження.

Table 1. Continuation.

Вид	Довжина черешка			Розміри листкової пластинки					
	верхній ярус	середній ярус	нижній ярус	верхній ярус		середній ярус		нижній ярус	
				Шир.	Дов.	Шир.	Дов.	Шир.	Дов.
Секція <i>Peristera</i>									
<i>P. australe</i>	125±0.2	80±0.4	70±0.3	85±0.3	55±0.2	35±0.2	30±0.1	25±0.2	20±0.2
<i>P. cordifolium</i>	180±0.2	130±0.2	80±0.4	50±0.3	35±0.2	30±0.3	25±0.1	20±0.1	10±0.2
<i>P. critmifolium</i>	100±0.2	50±0.3	40±0.2	80±0.3	60±0.2	55±0.2	40±0.4	30±0.2	35±0.2
<i>P. grossularioides</i>	120±0.3	115±0.2	80±0.2	60±0.2	90±0.3	50±0.1	70±0.2	30±0.2	40±0.2
Секція <i>Reniformia</i>									
<i>P. abrotanifolium</i>	130±0.3	100±0.4	90±0.2	100±0.2	60±0.2	55±0.1	40±0.2	30±0.2	25±0.2
<i>P. album</i>	180±0.2	130±0.2	80±0.4	50±0.3	35±0.2	30±0.3	25±0.1	20±0.1	10±0.2
<i>P. odoratissimum</i>	100±0.2	50±0.3	40±0.2	80±0.3	60±0.2	55±0.2	40±0.4	30±0.2	35±0.2
<i>P. reniforme</i>	120±0.3	115±0.2	80±0.2	60±0.2	90±0.3	50±0.1	70±0.2	30±0.2	40±0.2
<i>P. exstipulatum</i>	110±0.4	80±0.2	50±0.2	100±0.3	85±0.2	70±0.3	50±0.2	50±0.1	45±0.2
<i>P. fragrans</i>	100±0.2	75±0.3	45±0.4	150±0.2	70±0.3	70±0.2	60±0.1	60±0.2	35±0.3
Секція <i>Polyactium</i>									
<i>P. lobatum</i>	100±0.2	75±0.3	45±0.4	150±0.2	70±0.3	70±0.2	60±0.1	60±0.2	35±0.3
Секція <i>Gibbosum</i>									
<i>P. gibbosum</i>	90±0.2	45±0.5	35±0.2	90±0.1	80±0.3	60±0.2	62±0.2	40±0.2	45±0.3
Секція <i>Pelargonium</i>									
<i>P. betulinum</i>	120±0.4	100±0.4	90±0.2	100±0.2	60±0.2	55±0.1	40±0.2	30±0.2	25±0.2
<i>P. capitatum</i>	180±0.2	130±0.2	80±0.4	50±0.3	35±0.2	30±0.3	25±0.1	20±0.1	10±0.2
<i>P. crispum</i>	100±0.2	50±0.3	40±0.2	80±0.3	60±0.2	55±0.2	40±0.4	30±0.2	35±0.2
<i>P. graveolens</i>	120±0.3	115±0.2	80±0.2	60±0.2	90±0.3	50±0.1	70±0.2	30±0.2	40±0.2
<i>P. hispidum</i>	110±0.4	80±0.2	50±0.2	100±0.3	85±0.2	70±0.3	50±0.2	50±0.1	45±0.2
<i>P. papilionaceum</i>	100±0.2	75±0.3	45±0.4	150±0.2	70±0.3	70±0.2	60±0.1	60±0.2	35±0.3
<i>P. pratense</i>	170±0.2	120±0.4	90±0.2	80±0.2	55±0.1	60±0.2	50±0.2	35±0.3	30±0.3
<i>P. pseudoglutinosum</i>	90±0.2	45±0.5	35±0.2	90±0.1	80±0.3	60±0.2	62±0.2	40±0.2	45±0.3
<i>P. senecioides</i>	125±0.4	100±0.2	60±0.3	120±0.3	80±0.2	80±0.2	60±0.2	65±0.3	50±0.2
<i>P. tomentosum</i>	140±0.3	100±0.4	90±0.2	100±0.2	60±0.2	55±0.1	40±0.2	30±0.2	25±0.2
<i>P. ribifolium</i>	150±0.3	120±0.2	70±0.4	80±0.2	70±0.3	50±0.4	45±0.2	35±0.3	30±0.1
<i>P. vitifolium</i>	180±0.3	100±0.2	60±0.5	85±0.3	65±0.1	70±0.4	60±0.2	35±0.3	30±0.2
Секція <i>Glaucophyllum</i>									
<i>P. grandiflorum</i>	180±0.3	100±0.2	60±0.5	85±0.3	65±0.1	70±0.4	60±0.2	35±0.3	30±0.2
Секція <i>Hoarea</i>									
<i>P. appendiculatum</i>	180±0.2	130±0.2	80±0.4	50±0.3	35±0.2	30±0.3	25±0.1	20±0.1	10±0.2
<i>P. incrassatum</i>	100±0.2	50±0.3	40±0.2	80±0.3	60±0.2	55±0.2	40±0.4	30±0.2	35±0.2
Секція <i>Ligularia</i>									
<i>P. himalayense</i>	140±0.3	100±0.4	90±0.2	100±0.2	60±0.2	55±0.1	40±0.2	30±0.2	25±0.2
<i>P. fulgidum</i>	125±0.4	85±0.3	55±0.2	110±0.3	80±0.3	70±0.1	40±0.2	55±0.4	35±0.1

і тому має відноситись до секції *Ligularia*, а не *Hoarea*, де зосереджені сукуленти.

Встановлено, що довжина, як черешка так і листкової пластинки, залежать від розташування листків у серединній формації: найменші показники властиві листкам, що знаходяться у верхньому ярусі формації, а найбільші – у нижньому. Така ж закономірність простежується і для ширини листкової пластинки. Листки інтродукованих видів мають прості та залозисті трихоми, які містять ефірну олію. Довгі залозисті волоски характерні для видів секцій: *Ciconium*, *Glaucophyllum*, *Hoarea*, *Myrrhidium*, *Otidia* (крім *P. carnosum*), *Pelargonium*, *Peristera*, *Poliactium*. Залозисті волоски з грушовидними головками характерні для видів секції *Ligularia*.

У переважної більшості інтродукованих видів роду *Pelargonium* в умовах дослідних оранжерей відмічено масове цвітіння, деякі види утворюють життєздатне насіння. Рослини цієї групи легко піддаються вегетативному розмноженню. Інтродуковані види заслуговують на увагу як декоративні рослини та генофондний матеріал для подальших досліджень по виявленню біологічно-активних речовин.

Використані джерела

- ВАЛЬТЕР Г. 1968.** Растительность земного шара. Эколого-физиологическая характеристика. Т. 1. Тропические и субтропические зоны. Прогресс, Москва.
- Зиман С.М., Мосякін С.А. та ін. 2004.** Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Медіум, Ужгород.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г. 1962.** Экологическая морфология растений: Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. Наука, Москва.
- СЕРЕБРЯКОВ И.Г., СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1972.** Некоторые вопросы эволюции жизненных форм цветковых растений. *Бот. журн.* **57** (5): 417–433.
- СЕРЕБРЯКОВА Т.И. 1977.** Об основных «архитектурных моделях» травянистых многолетников и модусах их преобразования. *Бюл. МОИП. Отд. биол.* **82** (5):112–128.
- СИДОРЕНКО О.В. 2004.** До питання про екосистему оранжерей: її основні характеристики, принципи модифікації мікроклімату. *Вісник КНУ. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття* **7**: 43–45.
- ARMITAGE A.M., BAILEY B.J., BAILLE A. et al. 1999.** Greenhouse ecosystems. Elsevier.
- LIS-BALCHIN M., HART S., ROTH G. 1999.** The spasmolytic activity of the essential oils of scented *Pelargonium* (Geraniaceae). *Phytotherapy Res.* **11** (8): 583–584.
- VAN DER WALT J.J.A., BOUCHER D.A. 1986.** A taxonomic revision of the section *Myrrhidium* of *Pelargonium* (Geraniaceae) in southern Africa. *S. Afr. J. Bot.* **52**: 438–462.

BIOLOGICAL AND MORPHOSTRUCTURAL FEATURES OF PELARGONIUM CONNECTING WITH ADAPTATION TO INTRODUCTION

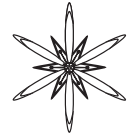
OLGA CHYHMAN¹, OLENA SYDORENKO^{1*}, IGOR SHEGEDA²

Abstract. The comparative morphometric characteristics for introduced in botanical garden of Academician O.V. Fomin *Pelargonium* species are given.

Key words: *Pelargonium*, introduction, morphometry

¹ O.V. Fomin Botanical garden of National Taras Shevchenko National University of Kyiv, 1 S. Petlyury str., Kuiv, 01032, Ukraine; * lesha_@bigmir.net

² Taras Shevchenko National University of Kyiv, Educational and Scientific Centre «Institute of Biology», 64 Volodymyrs'ka str., Kyiv, 01601, Ukraine; igor.shegeda@mail.ru



УДК 581.524.12

ЖИТТЄВІ ФОРМИ СУКУЛЕНТНИХ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДИНИ ASCLEPIADACEAE

Марина Гайдаржи та Віра Нікітіна

Анотація. Охарактеризовано життєві форми сукулентних представників родини Asclepiadaceae з колекції тропічних і субтропічних рослин Ботанічного саду за класифікацією життєвих форм, розробленою одним із авторів.

Ключові слова: Asclepiadaceae, сукуленти, життєві форми

ННЦ “Інститут біології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Ботанічний сад імені акад. О.В.Фоміна, вул. С.Петлюри (Комінтерну), 1, Київ, 01032, Україна; fomin-sad@yandex.ru

Родина Asclepiadaceae нараховує за даними різних авторів від 240 до 315 родів і понад 3400 видів, які розповсюджені переважно в тропічних та субтропічних зонах земної кулі. Представники понад 60 родів і близько 1000 видів віднесені до сукулентних рослин і поширені переважно в країнах Старого світу (Африці, Мадагаскарі) та у Південно-Східній Азії (півострів Індостан, Індокитай). Окремі види характерні для флори островів Ява, Суматра, Калімантан, Філіппінські о-ви (ALBERS & MEVE 2002; JACOBSEN 1970).

Представники родини мають високоспеціалізовані, п'ятичленні, актиноморфні квітки з однією або кількома коронками, утвореними з придатків оцвітини, скорочених тичинкових ниток або стерильних частин пиляків, що розрослися. На підставі вивчення морфології квітки було внесено зміни в межі окремих родів сукулентних представників родини. Asclepiadaceae ділиться на три підродини: Periplocoideae, Sesamonoideae, Asclepiadoideae (Гайдаржи та ін. 2011). Більшість сукулентів належать до останньої підродини.

За життєвими формами представники з родини Asclepiadaceae визначають як багаторічні трави, ліани, кущі, дерева або трави з вилягаючими або виткими стеблами (ALBERS & MEVE 2002; BRUMMITT 1992). Але наші спостереження за ростом та розвитком сукулентних видів показали, що така характеристика життєвих форм

неповна. Тому метою нашої роботи було визначити життєві форми сукулентів у родині Asclepiadaceae.

При характеристиці життєвих форм використовували класифікацію життєвих форм сукулентів, яка є доповненням класифікації І.Г. СЕРЕБРЯКОВА (1962) і розроблена на базі колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна (Гайдаржи 2009).

Об'єктами дослідження були рослини родини Asclepiadaceae, колекція яких у Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна нараховує понад 90 видів з 23 родів (Табл. 1).

Слід відмітити, що стеблові сукуленти з трав'янистими пагонами характерні тільки для представників цієї родини (Табл. 2). Рослини мають гетеротропно направлені пагони, які галузяться в базальній частині стебла, наростання пагонів йде симподіально. Суцвіття також формується в базальній частині пагона. Кожен рік, що є ознакою трав'янистих рослин, на молодому прирості утворюється коріння. На відміну від них для трав'янистих пагонів *Echidnopsis* характерно галуження як у базальній так і у середній частині пагону, а квітки з'являються на його вершині. До цієї життєвої форми, групи з гетеротропними пагонами віднесено представники родів *Duvalia*, *Huernia*, *Edithcolea*, *Orbea*, *Piранthus*, *Stapelia*, *Stapelianthus*. Всього 40 видів та різновидів з 7 родів.

До сукулентно-стеблових полікарпиків

Табл. 1. Кількісний склад колекції сукулентних рослин родини Asclepiadaceae у Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна.

Table 1. Collection of succulent plants from the family Asclepiadaceae in O.V. Fomin Botanical Garden.

Рід	Кількість видів та різновидів
<i>Caralluma</i> R. Brown	8
<i>Ceropegia</i> L.	13
<i>Cynanchum</i> L.	2
<i>Dischidia</i> R. Brown	2
<i>Duvalia</i> Haworth	2
<i>Echidnopsis</i> Hooker fil.	4
<i>Edithcolea</i> N.E. Brown	1
<i>Fockea</i> Endlicher	1
<i>Hoodia</i> Sweet ex Decaisne	1
<i>Hoya</i> R. Brown	13
<i>Huernia</i> R. Brown	12
<i>Larryleachia</i> Plowes	1
<i>Orbea</i> Haworth	5
<i>Petopentia</i> Bullock	1
<i>Piранthus</i> R. Brown	4
<i>Pseudolithos</i> P.R.O. Bally	2
<i>Quaqua</i> N.E. Brown	1
<i>Sarcostemma</i> R. Brown	2
<i>Stapelia</i> L.	15
<i>Stapelianthus</i> Choux ex A.C. White et Sloane	1
<i>Stephanotis</i> Trou.	1
<i>Tavaresia</i> Welwisch	1
<i>Tromotriche</i> Haworth	1
Всього: 23 роди	94 види і різновиди

з ортотропно направленими пагонами віднесено представники тільки одного роду *Echidnopsis*, який представлений в колекції двома видами (*Echidnopsis cereiformis* Hooker, *E. dammanniana* Sprenger). У них ріст бокових пагонів спостерігається не тільки у базальній, а і у середній частині стебла (Табл. 2).

Для цієї родини характерні також як сукулентно-листяні так і сукулентно-стеблові кущики. Сукулентно-листяних рослин в колекції відносно небагато. Це

в першу чергу представники роду *Hoya* (*H. bella* Hooker, *H. longifolia* Wallich ex Wight) та *Dischidia* (*D. errillii* Schlechter). Всі вони галузяться у нижній частині пагона, за виключенням *H. bella*, яка може галузитися по всій довжині пагону. Суцвіття у сукулентно-листяних представників роду *Hoya* з'являються на кінцях пагонів, а у *D. merrillii* та *H. longifolia* по всій його довжині в пазухах листків (Табл. 2).

Група сукулентно-стеблових кущиків значно більша і різноманітніша за попередню. Виділений підклас рослин з редукованими листками, з пагонами з ортотропним напрямком росту. До цієї групи віднесено представники таких родів як *Hoodia*, *Pseudolithos*, *Tavaresia*, *Larryleachia* (всього 5 видів з колекції Ботанічного саду). Рослини галузяться в базальній частині стебла, суцвіття з'являються у *Hoodia gordonii* (Masson) Sweet ex Decaisne та *Larryleachia cactiformis* (Hooker) Plowes на молодій частині стебла, а у *Pseudolithos cubiformis* (P.R.O. Bally) P.R.O. Bally і *Tavaresia barklyi* (Dyer) N.E. Brown у базальній його частині. Рослини *Sarcostemma viminalis* (L.) R. Brown мають пагони, що галузяться у базальній частині, а галуження кожного окремого пагону є дихоподіальним.

Група рослин з гетеротропним напрямком росту осі включає одного з представників роду *Cynanchum* (*C. macrolobum* Jumelle et H. Perrier), проте для *C. marnierianum* Rauh характерні пагони з позитивним геотропізмом. Суцвіття з'являються на молодих та середніх частинах пагонів.

Одним з не багатьох представлених в колекції кущиків з сезонними листками, ліаноподібними стеблами і каудексом є представник роду *Petopentia* (*P. natalensis* (Schlechter) Bullock = *Fockea natalensis*).

Рослини роду *Ceropegia* з колекції ботанічного саду віднесені нами до двох типів життєвих форм: сукулентно-стеблові кущики і сукулентно-листяні травянисті полікарпіки. *Ceropegia affinis* Vatke та *C. dichotoma* Haworth віднесені нами до групи рослин з редукованими листками і гетеротропним ростом пагонів, *C. sandersonii* Decaisne ex Hooker – до групи рослин з

Табл. 2. Класифікація життєвих форм сукулентних рослин родини Asclepiadaceae.

Table 2. Classification of life forms of succulent plants from the family Asclepiadaceae.

Клас	Підклас	Група	Підгрупа	Рід
Сукулентно-листові кущі	Рослини з облісненим стеблом	Ліаноподібні пагони		<i>Hoya</i>
Сукулентно-стеблові кущики	Редуковані листки	Пагони ортотропні		<i>Pseudolithos</i> <i>Hoodia</i> <i>Larryleachia</i>
		Пагони гетеротропні		<i>Cynanchum</i> <i>Ceropegia</i>
		Пагони з позитивним геотропізмом		<i>Sarcostemma</i>
	Листки сезонні	Пагони плагіотропні		<i>Ceropegia</i>
		Пагони ліаноподібні	Без каудексу З каудексом	<i>Ceropegia</i> <i>Petopentia</i>
Сукулентно-листові кущики	Обліснене стебло	Пагони з позитивним геотропізмом		<i>Hoya</i>
Трав'яністі полікарпіки	Сукулентно-стеблові трав'яністі полікарпіки	Пагони ортотропні		<i>Echidnopsis</i>
		Пагони гетеротропні		<i>Stapelia</i> , <i>Huernia</i> , <i>Piarranthus</i>
	Сукулентно-листові трав'яністі полікарпіки	Пагони ліаноподібні		<i>Ceropegia</i>

сезонними листками, *C. stapeliiformis* Haworth – до групи рослин з редукованими листками і плагіотропними пагонами, а види *C. radicans* Schlechter та *C. linearis* E. Meyer з різновидами слід вважати трав'яними рослинами. Одним з доказів цього є зачатки коріння, які можна побачити у вузлах пагонів.

Пагони представників роду *Caralluma* за своїми характеристиками наближені до кущиків з редукованими листками і гетеротропно направленими пагонами, але ця група рослин потребує додаткового вивчення.

Дуже обмеженою групою рослин, яку можна віднести до типу Кущі, є представники роду *Hoya*. Такі види як *Hoya australis* R. Brown, *H. carnosa* (L.) R. Brown, *H. diptera* Seemann є сукулентно-листовими кущами з ліаноподібними стеблами.

Таким чином, сукулентні рослини родини

Asclepiadaceae віднесені до трьох типів життєвих форм. Переважають трав'яністі, сукулентно-стеблові полікарпіки (майже 45%) від загальної кількості видів колекції. Різноманітними за напрямком росту осі пагонів є сукулентно-стеблові кущики з редукованими листками, меншу за об'ємом групу складають сукулентно-стеблові кущики з сезонними листками.

Слід відмітити, що для більшості родів характерна тільки одна життєва форма. Але у межах роду *Ceropegia* ми спостерігаємо як трав'яністі так і деревні рослини, хоча цей рід представлений в ботанічних садах України і у нашому в тому числі вкрай обмежено. В межах роду *Hoya* спостерігається також два типи життєвих форм. Це пояснюється тим, що ареали як роду *Hoya* так і роду *Ceropegia* широкі і диз'юнктивні. Так ареал рослин роду *Ceropegia* охоплює Канарські острови, острови Мадагаскар, Нова Гвінея та Цейлон,

Південно-Східну Африку, Аравійський півострів, Австралію, Південний Китай. Зрозуміло, що адаптація рослин до певних екологічних умов призвела до різноманіття їх життєвих форм. Визначення життєвих форм рослин допомагає при розробці агротехніки тих або інших видів рослин в умовах культури.

Використані джерела

- Гайдаржи М.М. 2009.** Класифікація життєвих форм сукулентних рослин. *Вісник Київ. ун-ту імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття* **18**: 10–14.
- Гайдаржи М.М., Нікітіна В.В., Баглай К.М. 2011.** Сукулентні рослини (анатомо-морфологічні особливості, поширення та використання): навчальний посібник. ВПЦ «Київський університет», Київ.
- Серебряков И.Г. 1962.** Экологическая морфология растений. Высшая школа, Москва.
- Brummitt R.K. 1992.** Vascular plant families and genera. Royal Botanical Garden, Kew.
- Albers F., Meve U. (eds). 2002.** Illustrated handbook of succulent plants. Asclepiadaceae. Springer-Verlag Berlin, New York, Heidelberg.
- Jacobsen H. 1970.** Das sukkulentenlexicon. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

LIFE FORMS OF SUCCULENT REPRESENTATIVES OF THE FAMILY ASCLEPIADACEAE

MARINA GAIDARZHY & VIRA NIKITINA

Abstract. The life forms of succulent's representatives of the family Asclepiadaceae of the tropical and subtropical plants from the collection of O.V. Fomin Botanical garden according to author classification are characterized.

Key words: Asclepiadaceae, succulents, life forms

NNC "Institution of Biology" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, O.V. Fomin Botanical Garden, 1 S. Petlyury str., Kyiv, 01032, Ukraine; fomin-sad@yandex.ru



МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *DRACOSEPHALUM MOLDAVICA* L. У ЗВ'ЯЗКУ З ІНТРОДУКЦІЄЮ У БОТАНІЧНОМУ САДУ ЖНАЕУ

Людмила А. Котюк

Анотація. Встановлено морфологічні особливості вегетативних та генеративних органів двох форм *Dracosephalum moldavica* L. при інтродукції в умовах ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету.

Ключові слова: *Dracosephalum moldavica*, морфологія, інтродукція, ароматичні рослини

Житомирський національний агроекологічний університет, Старий бульвар, 7, Житомир, 10008, Україна; kotyukl@mail.ru

У зв'язку із необхідністю розширення видового складу цінних лікарських, ароматичних та ефіро-олійних рослин родини Lamiaceae, нами було вивчено морфологічні особливості інтродуцента змієголовника молдавського (*Dracosephalum moldavica* L.) в умовах Полісся України.

Батьківщиною змієголовника молдавського вважають Південний Сибір і Китай, хоча у дикому стані він росте у країнах Середньої Азії та Східної Європи. Культивують цю рослину переважно у Східному Сибірі, Алтаї, Болгарії як ефіро-олійну культуру та цінний медонос (РАБОТЯГОВ та ін. 2003). Останнім часом значно зріс інтерес до змієголовника молдавського і в Україні – цю рослину можна зустріти у ботанічних колекціях переважної більшості ботанічних садів, а також на присадибних ділянках (ЛЕБЕДА 2005; ЛЕБЕДА 2009). Останнім часом почали з'являться виробничі посіви *D. moldavica* у зонах Степу, Лісостепу та Полісся України (РАХМЕТОВ та ін. 2004).

Інтродукційні дослідження здійснювали в Ботанічному саду Житомирського національного агроекологічного університету протягом 2008-2012 рр. Використовували дві форми *D. moldavica* L. – білокріткову (сорт Перлінка – св. 'Perlynka') та синьоквіткову (сортозразок), створені у Національному ботанічному саду ім. М.М.Гришка НАН України.

Рослини вирощували на відкритій сонячній ділянці, в екологічно вирівняних умовах без застосування пестицидів. Догляд за рослинами протягом усіх років досліджень полягав у дво- триразовому розпушуванні міжрядь і видаленні бур'янів: у фазі 2-3 пар справжніх листків, 6-8 пар справжніх листків та на початку бутонізації.

Ґрунти земельної ділянки, де були закладені дослідні, характеризувались наступними показниками: сума обмінних основ – 19,8 мг екв./100г, вміст гумусу – 2,82%, гідролітична кислотність – 0,75 мг екв./100 г, рН-сольве – 6,1; вміст P₂O₅ – 572 мг; K₂O – 103 мг, Nk – 109,2 мг на 1 кг ґрунту, Ca – 12,12 мг екв./100 г, Mg – 1,00 мг екв./100 г.

Дослідження показали, що насіння змієголовника починає проростати при умові наявності вологи в ґрунті і температури не нижче +15°C. В лабораторних умовах спостерігається проростання насіння уже на 3-7 добу, в польових – на 6-21 добу залежно від кліматичних умов (Рис. 1). Насінина під час проростання утворює навколо себе драглисту капсулу. Це пояснюється тим, що на батьківщині змієголовника молдавського у ґрунті недостатня кількість вологи і вона таким способом утримується біля насінини.

Встановлено, що у синьоквіткової форми сім'ядолі з нижнього боку мають антоціанове забарвлення, у білокріткової форми – світло-зелене. Довжина сім'ядолей у синьоквіткової



Рис. 1. Проростання насіння *Dracosephalum moldavica*.

Fig. 1. Germination of *Dracosephalum moldavica* seeds.



Рис. 2. Сім'ядолі синьоквіткової (А) та білокріткової (Б) форм *Dracosephalum moldavica*.

Fig. 2. Cotyledons of *Dracosephalum moldavica* cultivars with blue flowers (A) and with white flowers (B).



Рис. 3. Формування першої пари справжніх листків у *Dracosephalum moldavica*.

Fig. 3. Formation of the first pair of true leaves in *Dracosephalum moldavica*.



Рис. 4. *Dracosephalum moldavica* у фазу галуження.

Fig. 4. *Dracosephalum moldavica* in the phase of branching.

форми у середньому становить 6 мм, ширина – 6,5 мм, у білокріткової форми – 7,5 та 6,5 мм відповідно. Слід відмітити, що у білокріткової форми сім'ядолі більш продовгуваті у порівнянні із синьоквітковою (Рис. 2).

Через 5-7 діб від моменту появи сім'ядолей на поверхні ґрунту формуються перші справжні листки. В цей період довжина епикотилія становить 5-7 мм, а гіпокотилія – 11-15 мм, довжина корінця – 10-13 мм (Рис. 3).

При формуванні 5-6 пари справжніх листків спостерігається обпадання сім'ядолей і початок формування бічних пагонів. Утворення бічних пагонів першого порядку є досить довготривалим – від 25 до 35 діб (Рис. 4).

Під час вегетативного росту спостерігається збільшення загального габітусу рослини, формування бічних пагонів першого та другого порядку, однак максимальний розвиток рослин змієголовника спостерігається у генеративний період під час бутонізації та цвітіння.

На стеблі бічні пагони першого порядку

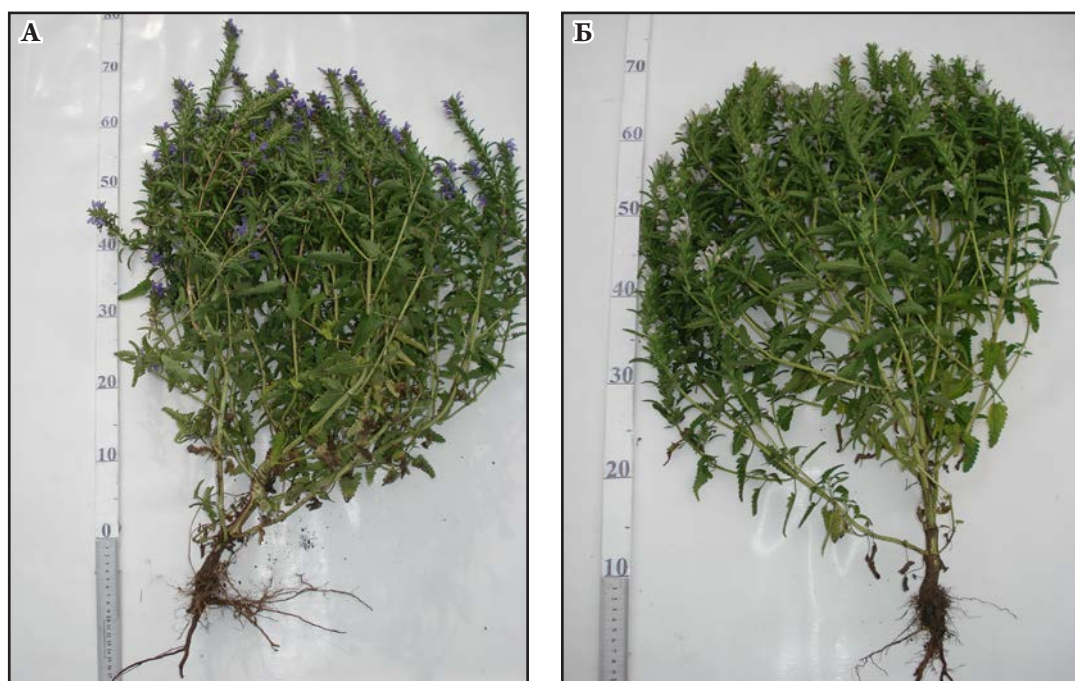


Рис. 5. Синьоквіткова (А) та білоквіткова (Б) форми *Dracocephalum moldavica* у фазу цвітіння.

Fig. 5. *Dracocephalum moldavica* cultivars with blue flowers (A) and with white flowers (B) in phase of blooming.

розміщуються супротивно. Залежно від площі живлення рослин і умов росту на стеблі знаходиться 8-18 бічних пагонів першого порядку. Бічні пагони першого порядку направлені косо догори, другого порядку – відходять під прямим кутом.

Особливих відмінностей між сформованими рослинами двох форм не виявлено, окрім того, що фази цвітіння, бутонізації, плодоношення та дозрівання насіння настають у білоквіткової форми на 5-7 дів пізніше у порівнянні з синьоквітковою (Рис. 5).

Спостереження показали, що стебло змієголовника молдавського прямостояче, чотиригранне, порожнисте 35-80 см у довжину з антоціановим забарвленням (синьоквіткова ф.) або зелене (білоквіткова ф.) (Рис. 6). Діаметр стебла в нижній частині складає 6-15 мм, у верхній – 1-2 мм.

Встановлено, що у фазу цвітіння обидві форми змієголовника молдавського мають головний корінь завдовжки 20-30 см і бічні корені завдовжки 10-15 см.

Листки синьоквіткової та білоквіткової форм опушені, зелені, антоціанове забарвлення відсутнє. Форма і розміри листків обох форм *D. moldavica* залежать від місця розташування на рослині. Стеблові листки змієголовника молдавського знаходяться на коротких черешках, супротивні, без прилистків, довгасто-ланцетні або довгасто-яйцеподібні з клиновидною основою, по краях тупозубчасті. Розмір листкових пластинок верхніх листків коливаються від 17×3 до 22×6 мм, а нижніх – від 35×12 до 62×30 мм (Рис. 7).

Приквіткові листки *D. moldavica* ланцетні або продовгувато-клиновидні, краї зубчато-пилчасті, верхні листки ланцетні, пильчасті, при основі мають остисті зубці (Рис. 7)

Квітки змієголовника молдавського – двостатеві, неправильні, знаходяться на коротких квітконіжках, по 4-6 у несправжніх кільцях, що утворюють колосовидне суцвіття. Віночок п'ятипелюстковий, яскраво-блакитний або білий, зовні опушений, 20-25 мм завдовжки, довший за чашечку більш

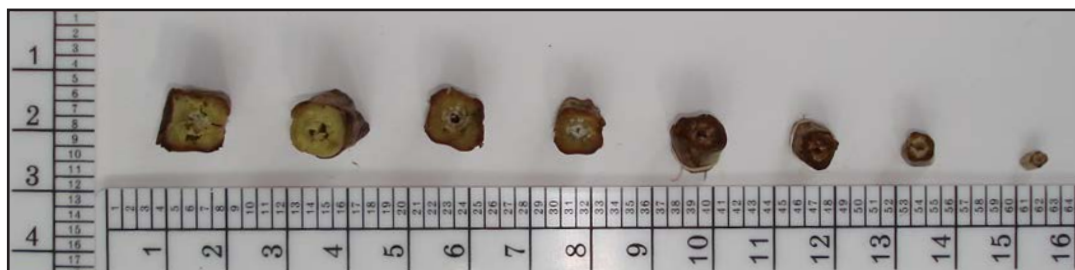


Рис. 6. Поперечні перерізи стебла *Dracocephalum moldavica* (зліва направо: 1-8 вузли).

Fig. 6. Cross-sections of *Dracocephalum moldavica* stem from 1st to 8th nodes.

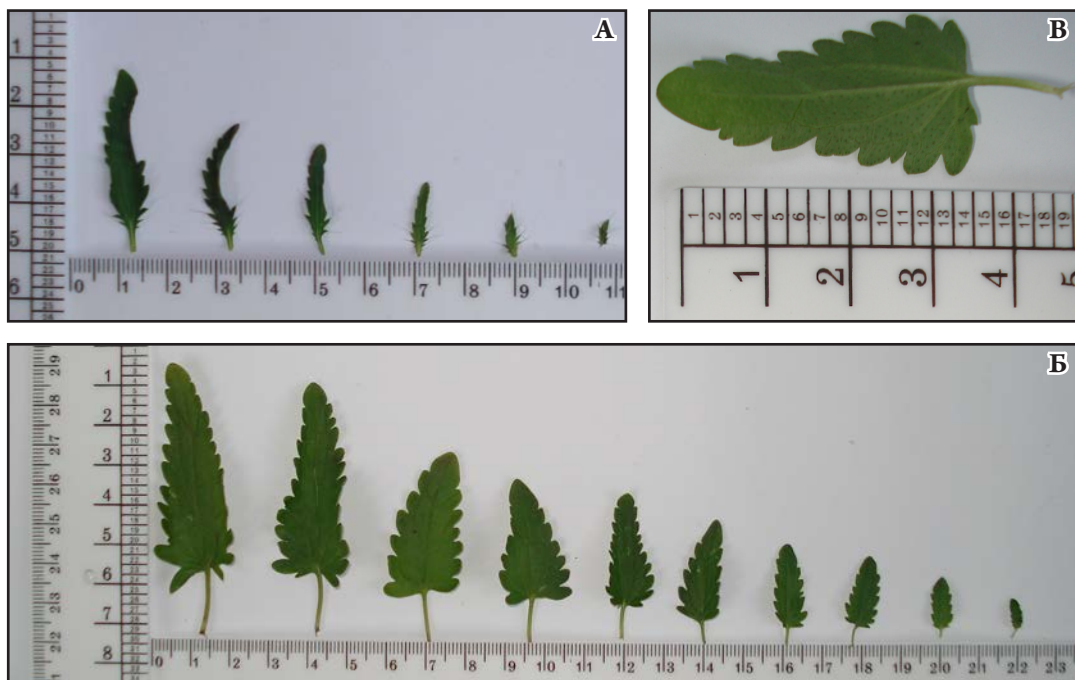


Рис. 7. Приквітки (А) та стеблові листки (Б-В) *Dracocephalum moldavica*.

Fig. 7. Bracts (A) and stem leaves (B-B) of *Dracocephalum moldavica*.

ніж удвічі, з вузькою при основі, а в зіві розширеною трубкою і двогубим відгином. Тичинок чотири, з них дві з довшими тичинковими нитками. Маточка утворена двома плодолистиками, має стовпчик з дволопатевою приймочкою.

Чашечка у синьоквіткової форми має антоціанове забарвлення, коротковолосиста, двогуба, 10-14 мм завдовжки. Верхня губа чашечки трилопатева, з яйцеподібними гострими зубцями, нижня двороздільна. (Рис. 8).

Цвітіння рослин починається з головного пагона з найнижчої квітки. Спочатку зацвітає по одній квітці із трьох у супротивних напівкільцях, через декілька днів зацвітає решта квіток. Далі спостерігається розвиток і цвітіння квіток, розміщених вище. Коли зацвітає верхня квітка китицеподібного суцвіття, нижня відцвітає. Спостереження показали, що період цвітіння змієголовника триває від 32 до 44 днів.

Плід змієголовника – ценобій, який розпадається на 4 горішки. Він розвивається

Рис. 8. Квітки *Dracocephalum moldavica*.Fig. 8. Flowers of *Dracocephalum moldavica*.Рис. 9. Ереми *Dracocephalum moldavica*.Fig. 9. Seeds of *Dracocephalum moldavica*.

з ценокарпного двочленного гінцея. Зріла насінина змієголовника являє собою темно-бурий довгастий, обернено яйцевидний, тригранний ерем, з одного боку загострений, з характерним білим рисунком. Середня довжина насінин синьоквіткової форми *D. moldavica* – 2,6 мм; ширина – 1,3 мм; товщина – 0,7 мм. Довжина насіння *D. moldavica* L. св. 'Perlynka' – 2,6 мм; ширина – 1,4 мм; товщина – 0,9 мм (Рис. 9).

Отже, рослини *D. moldavica* L. в умовах Житомирського Полісся проходять повний життєвий цикл розвитку, формують вегетативні, генеративні органи, повноцінне насіння, що свідчить про їх успішну інтродукцію. Відмінність між синьоквітковою та білоквітковою формою змієголовника полягає у наявності антоціанового

забарвлення стебел, чашечки, у відмінності кольору віночка, форми і забарвлення сім'ядолей.

Використані джерела

- ЛЕБЕДА А.П. 2005.** Інвентаризація флори України. Лікарські рослини-носії кумаринів. Академперіодика, Київ.
- ЛЕБЕДА А.П. 2009.** Каталог лікарських рослин ботанічних садів і дендропарків України. Академперіодика, Київ.
- РАХМЕТОВ Д.Б., СТАДНІЧУК Н.О., КОРАБЬОВА Н.М та ін. 2004.** Нові кормові, пряно-смакові та овочеві інтродуценти в Лісостепу і Поліссі України. Київ.
- РАБОТЯГОВ В.Д., СВИДЕНКО Л.В., ДЕРЕВ'ЯНКО В.Н., БОЙКО М.Ф. 2003.** Эфиромасличные и лекарственные растения, интродуцированные в Херсонской области. Эколого-биологические особенности и хозяйственно ценные признаки. Айлант, Херсон.

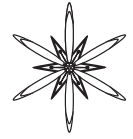
MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF *DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L. WITH RESPECT TO ITS INTRODUCTION IN THE BOTANICAL GARDEN OF ZHNAEU

LYUDMYLA A. KOTYUK

Abstract. The paper determines the morphological peculiarities of vegetative and generative organs of two forms of *Dracocephalum moldavica* L. under its introductions in the Botanical Gardens of ZhNAEU.

Key words: *Dracocephalum moldavica*, morphology, introduction, aromatic plants

Zhytomyr National Agroecological University, 7 Stary Boulevard, Zhytomyr, 10008, Ukraine; kotyukl@mail.ru



ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ ВИДІВ СЕКЦІЇ *SEDUM* РОДУ *SEDUM* L. (CRASSULACEAE DC.)

ВАЛЕНТИНА І. БЕРЕЗКІНА

Анотація. Наведено результати вивчення анатомо-морфологічної будови вегетативних органів *Sedum album* L. та *S. bellum* Rose (Crassulaceae DC.) з колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна.

Ключові слова: *Sedum*, Crassulaceae, інтродукція, анатомо-морфологічна будова, листок, стебло, продихи

Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. С. Петлюри 1, Київ, 01032, Україна; berezkinavi@ukr.net

Рід *Sedum* L. об'єднує біля 500 видів однорічних, дворічних або багаторічних трав'яних і чагарникових рослин з родини Crassulaceae DC. (JACOBSEN 1970). Види *Sedum* поширені у Європі, Середземномор'ї, Східній та Західній Азії, південному заході Північної Америки, Мексиці, Південній Америці, Центральній Африці, Мадагаскарі (БОРИСОВА 1939; JACOBSEN 1970). У природній флорі України рід *Sedum* налічує 17 видів (МОСЯКІН & ФЕДОРОНЧУК 1999). Метою роботи було дослідити анатомо-морфологічну будову вегетативних органів представників секції *Sedum* роду *Sedum* родини Crassulaceae DC.

Об'єктом наших досліджень були рослини виду *S. album* L., які зростають у відкритому ґрунті на інтродукційних ділянках та *S. bellum* Rose, які вирощуються у захищеному ґрунті в оранжереях Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Мікроскопічні дослідження виконували з використанням мікроскопа МЛ-2 за методом люмінесцентної мікроскопії (БРАЙОН 1973). Для мікрохімічних досліджень використовували стереоскопічний мікроскоп МБС-1, варіант з відбитим світлом на збільшеннях окуляра $\times 8$, об'єктиви $\times 2$, $\times 4$ та $\times 7$. Анатомічні дослідження проводили на живих зразках за стандартними методиками (ВЕХОВ *и др.* 1980; ПРОЗИНА 1960). Зрізи листків і стебел виконували від руки, епідерму знімали пінцетом.

S. album належить до ряду *Alba* Bgr. секції *Sedum*. Ряд *Alba* об'єднує 17 зимостійких видів *Sedum*, ареали яких розташовані у Європі та Азії. *S. album* поширений в Європі, Сибіру, Північній Африці, Малій Азії, Середземномор'ї; в Україні зустрічається у Криму та на Закарпатті (БОРИСОВА 1939; JACOBSEN 1970; БОРДЗИЛОВСЬКИЙ 1953). В природних умовах *S. album* росте на кам'янистих ґрунтах. Відноситься до групи листових сукулентів.

S. album – багаторічна рослина з тонким повзучим кореневищем, із сланкими вегетативними пагонами. Квітконосні пагони висхідні, до 10-20 см заввишки. Квітки актиноморфні, п'ятичленні, пелюстки білі або блідо-рожеві, яйцеподібно-видовжені. Суцвіття розгалужено-щиткоподібне, 4-5 см у діаметрі.

Для вивчення анатомічної будови вегетативних органів брали листки рослин з середнього ярусу та зрізи стебел — з його середньої частини. Листки валькуваті, майже округлі, завдовжки 0,7-1,3 см, завширшки 0,1-0,2 см. Листки вкриті одношаровою епідермою. Контури епідермальних клітин звивистої форми, на адаксіальному боці листка звивистість більш виражена, ніж на абаксіальному. При дослідженні нами встановлений чітко виражений анізоцитний тип продихового апарату: продих оточений трьома навколопродиховими клітинами різних розмірів. На адаксіальній поверхні

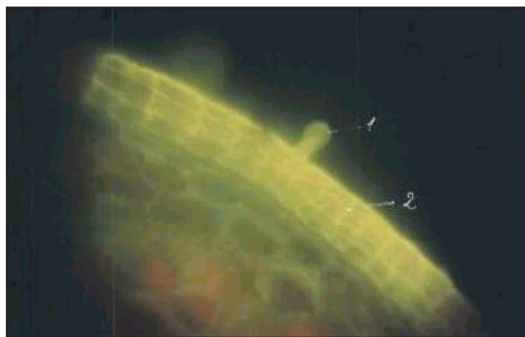


Рис. 1. Фрагмент поперечного зрізу стебла *Sedum album*: 1 – волоски; 2 – шар корку ($\times 20$).

Fig. 1. The part of the stem cross section of *Sedum album*: 1 – trichomes; 2 – cork layer ($\times 20$).

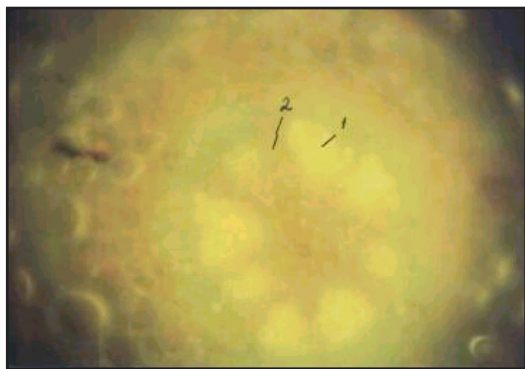


Рис. 2. Поперечний зріз центральної зони стебла *Sedum album*: 1 – вторинна ксилема; 2 – сердцевинний промінь ($\times 20$).

Fig. 2. Cross section through the central zone of stem *Sedum album*: 1 – secondary xylem; 2 – core ray ($\times 20$).

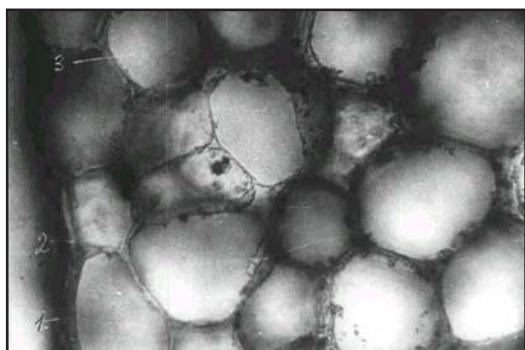


Рис. 3. Фрагмент поперечного зрізу стебла *Sedum bellum*: 1 – кутикула; 2 – клітина епідерми; 3 – клітина паренхіми кори ($\times 20$).

Fig. 3. The part of transversal section through the stem of *Sedum bellum*: 1 – cuticula; 2 – cell of epiderma; 3 – cell of bark parenchyma ($\times 20$).

листка щільність розміщення продихів становить в середньому 14 шт./мм², а на абаксальній – 30. Провідна система і механічні тканини в листках розвинуті слабо. Мезофіл листка не диференційований на палісадну і губчасту паренхіму. Підепідермальні клітини мезофілу прямокутної форми, розташовані в два-три шари, щільно, без міжклітинників з'єднані між собою і витягнуті перпендикулярно епідермі. Хлоропласти в клітинах займають пристінне положення. Ближче до центру листка розташовані більш великі клітини мезофілу округлої форми, які містять значно меншу кількість хлоропластів. Найбільші, дуже вакуолізовані клітини, які виконують водозапасаючу функцію, розташовані в центральній частині листка, між ними присутні виражені міжклітинники. Хлоропласти у багатьох клітинах центральної зони відсутні.

На поперечному зрізі стебла помітно, що зверху стебло вкрите булавоподібними волосками – трихомами. Перидерма трьохчотиришарова, в складі перидерми найбільш яскраво флуоресціюють оболонки відмерлих клітин корку (Рис. 1). Є коленхіматозний шар. Паренхіма звичайного типу. Центральна зона складається з ксилемних груп променевого типу, розділених сердцевинними променями (Рис. 2).

S. bellum належить до ряду *Americana* Vgr. секції *Sedum*. До ряду *Americana* відносяться 18 видів *Sedum*, що походять з Північної Америки та Перу. *S. bellum* поширений у Мексиці, штаті Дуранго. Листковий сукулент. *S. bellum* – багаторічна вічнозелена рослина заввишки 7-15 см, що має нерозгалужені, сизі стебла.

Листки сидячі, соковиті, зібрані в розетки на верхівках пагонів. Листкові пластинки еліптичні, світло-зелені, з білим нальотом, 3,0-3,5 см завдовжки, 0,8-1,1 см завширшки. Квітки білі, близько 1,3 см у діаметрі, зібрані у плейохазій. В умовах оранжерей цвіте в лютому-березні. Листки *S. bellum* вкриті одношаровою епідермою. Контури епідермальних клітин мало звивисті. Продиховий комплекс анізоцитного типу. На абаксальній поверхні листка налічується

в середньому 14 продихів на 1 мм², а на абаксіальній – 18. Мезофіл листка не диференційований на палісадну і губчасту паренхіму. Клітини сильно вакуолізовані. Провідна система і механічні тканини в листках розвинуті слабо. Слід відмітити, що слабкий розвиток провідної системи і механічних тканин в листках представників *Sedoideae* відмічається у працях ряду дослідників (БОРИСОВСКАЯ 1960; ГОНЧАРОВА 2006; ЛЕВЧЕНКО 1976).

Стебло округле, вкрите епідермою з тонкою кутикулою (Рис. 3). Епідермальні клітини не диференційовані від паренхіми стебла, що є видоспецифічною ознакою, не виявленою нами у інших видів. Субепідермальна коленхіма відсутня. У центрі стебла спостерігається типова склеренхіма. Провідні пучки дискретні, у стадії з'єднання.

Таким чином, внаслідок вивчення анатомічної будови листків та стебел представників ряду *Alba* та ряду *Americana* секції *Sedum* роду *Sedum* були виявлені такі загальні ознаки: анізоцитний тип продихового апарату, наявність щільної кутикули, воскового нальоту на листках. Плівка кутикули разом з восковим шаром зменшує випаровування води листками. Листок товстий, соковитий, з водозапасаючою тканиною. Провідна система і механічні тканини в листках розвинуті дуже слабо. При вивченні анатомічної будови стебла відзначено слабкий розвиток ксилеми і флоєми. Будова вегетативних органів видів

Sedum пристосована до накопичення значних запасів води і повільного їх використання. Встановлені анатомічні показники є важливими додатковими критеріями і ознаками для уточнення та визначення таксонів родини *Crassulaceae*.

Використані джерела

- БОРИСОВА А.Г. 1939.** Семейство толстянковые – *Crassulaceae* DC. В кн.: КОМАРОВ В.Л. (ред.). Флора СССР. Т. 9: 11–133. Изд-во АН СССР, Москва – Ленинград.
- БОРИСОВСКАЯ Г.М. 1960.** Анатомо-систематическое исследование некоторых представителей семейства *Crassulaceae* DC. *Вестник Ленинград. гос. ун-та. Серия Биология* 4 (21):159–161.
- БОРДИЛОВСКИЙ Є.І. 1953.** Рід очиток – *Sedum* L. У кн.: КЛОКОВ М.В. (ред.). Флора УРСР. Т. 5: 454–467. Вид-во АН УРСР, Київ.
- БРАЙОН О.В. 1973.** Флуоресцентна мікроскопія рослинних тканин і клітин. Вища школа, Київ.
- ВЕХОВ В.Н., ЛОТОВА Л.И., ФИЛИН В.Р. 1980.** Практикум по анатомии и морфологии высших растений. Изд-во МГУ, Москва.
- ГОНЧАРОВА С.Б. 2006.** Очитковые (*Sedoideae*, *Crassulaceae*) флоры российского Дальнего Востока. Дальнаука, Владивосток.
- ЛЕВЧЕНКО Е.К. 1976.** К изучению эпидермы листа толстянковых Западной Сибири. *Науч. труды Омск. с.-х. ин-та* 149: 62–66.
- ПРОЗИНА М.Н. 1960.** Ботаническая микротехника. Высш. шк., Москва.
- JACOBSEN H. 1970.** Das Sukkulentenlexikon. Gustav Fischer, Jena.
- MOSYAKIN S.L., FEDORONCHUK M.M. 1999.** Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. M.G. Kholodny Institute of Botany, Kiev.

THE FEATURES OF ANATOMIC-MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF VEGETATIVE ORGANS OF THE SPECIES FROM SECTION *SEDUM* GENUS *SEDUM* L. (*CRASSULACEAE* DC.)

VALENTYNA I. BEREZKINA

Abstract. The results of study of the anatomic-morphological structure of vegetative organs of *Sedum album* L. and *S. bellum* Rose (*Crassulaceae* DC.) from the collection of Fomin Botanical garden are given.

Key words: *Sedum*, *Crassulaceae*, introduction, anatomic-morphological structure, leaf, stem, stoma

O.V. Fomin Botanical Garden of ESC "Institute of Biology" of Taras Shevchenko Kyiv National University, 1 S. Petlury str., Kyiv, 01032, Ukraine; berezkinavi@ukr.net



МОРФОЛОГІЧНА АДАПТАЦІЯ *ACTINIDIA KOLOMIKTA* (RUPR ET MAXIM.) MAXIM. В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

НАДІЯ СКРИПЧЕНКО * та ОКСАНА ДЗЮБА

Анотація. Досліджено адаптаційні особливості *Actinidia kolomikta* в умовах Лісостепу України за дії абіотичних стресових чинників на підставі вивчення морфології листка та вмісту пігментів у процесі зміни забарвлення листків. Отримані результати свідчать про високий ступінь екологічної пластичності актинідії, яка сприяє успішній інтродукції та широкому впровадженню рослин даного виду у садово-паркові господарства.

Ключові слова: *Actinidia kolomikta*, строкатість, пігменти, адаптація, інтродукція, стрес, деревні ліани

Національний ботанічний сад ім. М.М.Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна;
* pandarija@gmail.com

Деревні ліани актинідії – представники реліктової флори неогенового періоду, які у процесі історичного розвитку набули певних фізіолого-біохімічних та екологічних пристосувань до умов зростання. Їх вивчення має важливе наукове і практичне значення. Стійкість до стресів – одна з вагомих характеристик видів і сортів за умов інтродукції та культивування у правобережному лісостепу України.

Actinidia kolomikta (Rupr et Maxim.) Maxim., плоди якої є джерелом біологічно активних речовин і накопичують рекордну кількість вітаміну С – найбільш морозостійкий вид даного роду, який вже більше 50 років успішно культивується у Національному ботанічному саду (НБС) ім. М.М.Гришка НАН України. До того ж, рослини даного виду викликають значний інтерес і як елемент декоративного садівництва, оскільки їм властиве явище строкатості, коли частина листків рослини у процесі вегетації змінює своє забарвлення (Рис. 1).

Важливою діагностичною ознакою стійкості рослин до лімітуючих факторів середовища є морфо-анатомічна будова листка, яка обумовлена функціональним зв'язком структурних особливостей листової пластинки рослин з їх адаптивними можливостями. Тому було проведено детальне дослідження морфологічних особливостей

листоків *A. kolomikta* і змін вмісту пігментів упродовж періоду вегетації.

Зразки відбирали з середньої частини листка упродовж вегетації (у процесі зміни забарвлення листків). Дослідження поверхні листової пластинки проводили з використанням світлооптичного мікроскопу NY-1 і електронного скануючого мікроскопу РЕММА-102 (SELMІ).

З метою поглибленого вивчення явища строкатості актинідії було проведено дослідження динаміки вмісту пігментів (хлорофілів, каротиноїдів, антоціанів, лейкоантоціанів) у її листках з різним забарвленням (зелені, сріблясто-білі та рожеві). Кількісне визначення пігментів проводили спектрофотометричним методом в ацетоновому розчині, вимірюючи оптичну густину на хвилях довжиною 662, 644 та 440 нм, що відповідає максимумам в електронному спектрі поглинання хлорофілу *a*, хлорофілу *b* та каротиноїдів (Починок 976).

Листок *A. kolomikta* гіпостоматичний, дорсовентрального типу, з одношаровим епідермісом (Рис. 2). Епідермальні клітини прямокутної форми з ледь заокругленими кутами. Для скульптурної архітекτονіки адаксіальної та абаксіальної поверхонь листка даного виду характерна густа сітка кутикулярних утворень у вигляді гребенів.



Рис. 1. Зміна забарвлення листків *Actinidia kolomikta*.

Fig. 1. Variegation of *Actinidia kolomikta* leaves.

Вони здійснюються над поверхнею, формуючи специфічні водоутримуючі лакуни, що може розглядатись як одне з важливих пристосувань рослини до виживання у посушливих умовах. Абаксіальна сторона листків характеризується досить щільною мережею кутикулярних гребенів, які топографічно розподілені за типом анастомозного зв'язку провідної системи.

На найвищих випинаннях (над поверхнею листка) абаксіальної поверхні розташовані різні за розмірами (20-25мкм) продихи овальної форми, аномоцитного типу. Великі продихи оточені кутикулярними гребнями, які співпадають з розміщеними під ними тяжами листкових жилок. Округлі гребені, що оточують продихи у *A. kolomikta* значно вищі і товщі порівняно з іншими видами актинідії. Їм властива присутність біля продихової щілини двох видовжених симетричних клітин. Від їх клітинних оболонок сформовані складні комплекси, які перетинають рельєфне кільцеподібне оточення. Слід зазначити, що кутикулярні тяжі клітин об'єднуються між собою, не перетинаючись. Сукупність виявлених ксероморфних ознак листка свідчить про значні захисно-адаптивні можливості дослідженого виду актинідії і перспективність його широкої інтродукції.

Відомо, що надмірна кількість світла, яка перевищує фотосинтетичну спроможність листка, внаслідок фотоокислення може зашкодити його фотосинтезуючому апарату.

Рослини запобігають цьому тепловим розсіюванням поглинутої світлової енергії через ксантофільний цикл. Фізіологічна роль і механізм індукції біосинтезу антоціанів – пігментів із групи водно-розчинних флавоноїдів, які входять до складу клітинного соку квіток, плодів і листків, залишаються не до кінця з'ясованими (Вольєнец и Прохорчик 1983; Нарборн 1988). У звичайних умовах синтез антоціанів і зелених пігментів в листових пластинках відбувається майже паралельно (СНАЛКЕР-СКОТТ 1999).

Початок зміни забарвлення листків *A. kolomikta* відмічається у фазу бутонізації, коли верхівки деяких листових пластинок набувають сріблясто-білого кольору. Площа цих плям поступово збільшується до початку цвітіння рослин. З розкриттям перших квіток на верхівці листків з'являється антоціанове забарвлення, площа якого також поступово збільшується до завершення фази цвітіння. В цей час рослини надзвичайно декоративні – на них одночасно зосереджені чисто зелені, малинові та сріблясті листки з різними перехідними відтінками. Слід зазначити, що і антоціанове, і сріблясте забарвлення локалізоване головним чином у епідермальних клітинах листків актинідії.

Дослідження вмісту пігментів у зелених листках показало, що до початку зміни забарвлення у листках відмічається високий вміст каротиноїдів і високий показник відношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b*,

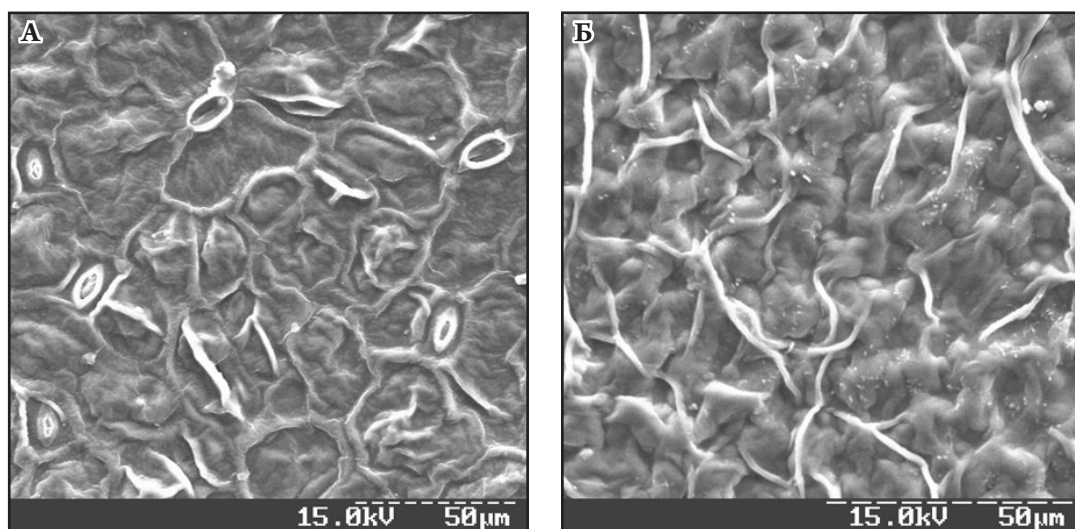


Рис. 2. Абаксiальна (А) i адаксiальна (Б) поверхня листка *Actinidia kolomikta*.

Fig. 2. Abaxial (A) and adaxial (B) surfaces of *Actinidia kolomikta* leaf.

які вважаються індикатором стресового стану рослин. Оскільки саме цей період характеризується найвищим рівнем сонячної радіації, то зміна забарвлення листків розглядається як один із механізмів захисту рослин від надмірної кількості освітлення. До того ж, явище строкатості листків актинiдii більш виражене у рослин, які зростають на найбільш освітлених відкритих ділянках – на таких рослинах залишається зовсім мало листків, які не змінюють свого зеленого забарвлення.

Слід зазначити, що з початком зміни забарвлення листків простежується зниження кількості каротиноїдів у листках зеленого кольору. У цей період листки *A. kolomikta* з різним забарвленням значно відрізняються між собою за вмістом пігментів. Так, вміст хлорофілу *a* і *b* у зелених листках актинiдii перевищував відповідний показник в сріблясто-білих листках у 1,2, а у рожевих – у 1,6 рази відповідно. Водночас, для них виявлено найвищий вміст каротиноїдів (у 1,4 рази вищий порівняно з частково рожевими), що свідчить про їх стресовий стан. Найменша кількість каротиноїдів була виявлена у листках з рожевим забарвленням, але для них встановлено найбільший вміст антоціанів, який відповідно у 5 та у 4,6 разів

вищий порівняно зі сріблястими та зеленими листками актинiдii.

Подібна залежність була встановлена і за вмістом лейкоантоціанів – рожево-малинові листки містили їх відповідно у 2,9 та у 3,4 рази більше ніж зелені та сріблясто-білі.

Таким чином, під час зміни забарвлення частиною листків, у них спостерігається відповідний перерозподіл пігментів, що полягає у збільшенні вмісту каротиноїдів в основної маси листків на фоні їх зменшення у строкатих. До того ж, у строкатих листках відмічається збільшення кількості антоціанів, що розглядається нами як механізм захисту рослин від ультрафіолетової радіації Вони забезпечують поглинання шкідливого для рослин ультрафіолетового світла у червоній області спектру, захищаючи фотосинтезуючий апарат. Співвідношення хлорофілу *a* до хлорофілу *b* у всіх зразках залишалось постійним і становило 3,4, що вказує на світлолюбність ліан даного виду.

Дослідження динаміки вмісту каротиноїдів у листках показало, що до початку зміни забарвлення зеленим листкам були властиві високі показники вмісту каротиноїдів, а з появою строкатих листків спостерігалось їх зменшення. Можна припустити, що саме вони послаблюють вплив стресових факторів

на всю рослину і на стабільно зелені листки *A. kolomikta*. Відповідно, для *A. kolomikta* характерна присутність двох максимумів накопичення каротиноїдів: перший – перед появою сріблястого забарвлення на деяких листках актинідії, а другий – перед появою малинового забарвлення.

Таким чином, строкатість листків актинідії *A. kolomikta* можна розглядати як пристосувально-захисну реакцію рослин на високу інтенсивність світла, що призводить до утворення у листках великої кількості антоціанів. Це явище разом з виявленими ксероморфними ознаками листка свідчить про значні захисно-адаптивні можливості дослідного виду актинідії і перспективність

його широкої інтродукції у садово-паркові господарства.

Використані джерела

- ВОЛЫНЕЦ А.А. ПРОХОРЧИК Р.А. 1983.** Ароматические оксисоединения – продукты и регуляторы фотосинтеза: 187–213. Наука и техника, Минск.
- ПОЧИНОК Х.Н. 1976.** Методы биохимического анализа растений: 213–216. Наук. думка, Киев.
- CHALKER-SCOTT L. 1999.** Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochem. Photobiol.* **70**: 1–9.
- HARBORN J.B. 1988.** The flavonoids: recent advances. In: GOODVIN T.W. Plant pigments: 229–343. Academic press, London.

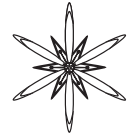
MORPHOLOGICAL ADAPTATION OF *ACTINIDIA KOLOMIKTA* (RUPRET MAXIM.) MAXIM. IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE

NADIYA SKRYPCHENKO* & OKSANA DZUBA

Abstract. The adaptive features of *Actinidia kolomikta* in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine under action of abiotic stress factors on the base of leaf morphology and pigments content during the process of leaf color changes were investigated. The results confirm the high level of ecological plasticity of *A. kolomikta* which promotes the wide and successful introduction of this plant in landscape design.

Key words: *Actinidia kolomikta*, variegation, pigments, adaptation, introduction, stress, wooden lianas

N. Grishko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, 1 Tymiriazevskaja str., Kyiv, 01014, Ukraine;
*pandarija@gmail.com



УДК 633.832(477)

МОРФОСТРУКТУРНІ ЗМІНИ ОСОБИН *FRITILLARIA MELEAGRIS* L. У ВІДМІННИХ УМОВАХ ЗРОСТАННЯ

ЄВА АНДРИК

Анотація. Вивчено варіювання 26 біоморфологічних параметрів особин *Fritillaria meleagris* у відмінних еколого-ценотичних умовах та при антропогенних навантаженнях, таких як випасання, рекреація (витоптування, зривання квітів на букети) і затоплення місцезростань. Порівняння особин *F. meleagris* з відмінних місцезростань за комплексом морфопараметрів підтвердило габітуальну диференціацію виду на лісовий і лучний екоелементи. У добре зволжених і частково затінених місцезростаннях розвиваються потужні особини. Пасквальне і рекреаційне навантаження зумовлює розвиток невеликих за розмірами особин з низькою життєвістю, і збільшує частоту утворення у них тератологічних видозмін квітки. Морфопараметрами, які найбільш суттєво відрізняються у рослин відмінних умов зростання, є: довжина і ширина листка, ширина листочка внутрішнього кола оцвітини і висота рослини.

Ключові слова: *Fritillaria meleagris*, біоморфологічні параметри, антропогенне навантаження

Ужгородський національний університет, вул. Волошина, 32, м. Ужгород, 88000, Україна; evandrik@mail.ru

Вступ

Рябчик шаховий (*Fritillaria meleagris* L.) – рідкісний цибулинний ефемероїдний геофіт, занесений до «Червоної книги України» (Андрієнко і Чорней 2009). На Притисянській низовині в межах Закарпатської області популяції виду приурочені головним чином до заплавних дубово-в'язово-ясенових лісів, а у Східнословачькому краї (Словаччина) – до вторинних лучних угруповань, які, зокрема, іноді випасаються. Одними з основних загроз існуванню популяцій виду на Закарпатті є зривання квітів на букети, рекреаційне навантаження на лісові місцезростання, що проявляється в першу чергу у рівні їх порушеності через витоптування відвідувачами, і тривалому затоплюванні місцезростань, розташованих у позадамбовому просторі. Оскільки малий життєвий цикл розвитку виду, від закладання бруньки відновлення до початку цвітіння пагону поточного року складає біля 20 місяців, то формування повноцінної якісної цибулини та стан особини наступного

сезону залежать від умов розвитку рослини впродовж цього періоду.

Цибулина *F. meleagris* складається з двох соковитих низових листків і бруньки відновлення наступного сезону та не містить залишків морфоструктур попередніх років, тобто поновлюється щорічно. Надземний квітковий пагін генеративної особини несе на собі асиміляційні листки, які зриваються разом з квіткою при зборі рослини у букети. В цей час накопичення поживних речовин припиняється, що позначається на загальному стані особини у наступні роки.

Метою дослідження було встановити варіювання морфопараметрів генеративних особин *F. meleagris* у різних еколого-ценотичних умовах зростання та при антропогенному навантаженні.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проводилися у популяціях Закарпатської області (Україна): П1 – Виноградівський р-н, окол. с. Шаланки; П2 – Мукачівський р-н, окол. с. Драгиня; П3 – Ужгородський р-н, окол. м. Чоп;

Табл. 1. Досліджені морфологічні ознаки *Fritillaria meleagris*.**Table 1.** Studied morphological characters of *Fritillaria meleagris*.

Скорочення	Ознака	Одиниця вимірювання
LРо	довжина пелюстки зовнішнього кола оцвітини	см
WdРо	ширина пелюстки зовнішнього кола оцвітини	см
LPi	довжина пелюстки внутрішнього кола оцвітини	см
WdPi	ширина пелюстки внутрішнього кола оцвітини	см
LFil	довжина тичинкової нитки	см
LAn	довжина пиляка	см
WF1	маса квітки	г
RE	репродуктивне зусилля (WF1/W)	г/г
NL	кількість листків	шт.
LL	довжина листка	см
WdL	ширина листка	см
WL1	маса нижнього листка	г
WL	маса всіх листків	г
LWR	фотосинтетичне зусилля (WL/W)	г/г
AL	площа листової поверхні нижнього листка	см ²
A	площа листової поверхні всіх листків	см ²
LAR	площа всіх листків/загальної маси	см ² /г
LB	висота цибулини	см
DB	діаметр цибулини	см
WB	маса цибулини	г
WB/W	маса цибулини/загальної маси	г/г
H	висота рослини	см
HSt	висота квітконоса	см
WSt	маса квітконоса	г
W	загальна маса	г
SWR	маса квітконосу/загальної маси	г/г

П5 – Ужгородський р-н, окол. с. Цеглівка; П6 – Ужгородський р-н, окол. с. Вел. Геєвці; та Східнословачького краю (Словаччина): П4 – Требішовський р-н, околиці с. Лелес. Досліджені популяції виду розташовуються у заплавах лісах (популяції П2, П5, П6) і на луках (П1 (вирубка), П3, П4). У лісових місцезростаннях (П2, П5, П6) наявні чітко виражені стресорні впливи рекреаційного навантаження на рослини – витоπτування, у лучних (П4 і частково П3) – випасання. Популяція П5 під час цвітіння зазнає тривалих затоплень, зумовлених внаслідок перекачування води з полів у ліс.

В таких випадках у лісі вода тижнями може утримуватися на рівні близько 0,5-1,0 м над поверхнею ґрунту, що перешкоджає процесам запилення і запліднення. Збір квітів на букети зрідка відмічався у популяції П1, але найчастіше – у популяції П2.

Для вивчення варіювання морфопараметрів з кожної популяції відбирали рендомним методом по 15-25 генеративних особин. Невеликі об'єми популяційних вибірок зумовлені обмеженнями на збір у природних зростаннях рослин, занесених до Червоної книги України. До аналізу залучено 26

ознак, що характеризують морфоструктури репродуктивної, асимілюючої і запасуючої сфер та загального габітусу (Табл. 1). Облік кількісних, розмірних і вагових метричних та алометричних параметрів морфоструктур проведено на свіжозібраному матеріалі у фазі повного цвітіння рослин. Алометричні параметри (репродуктивне зусилля (RE), фотосинтетичне зусилля (LWR) та ін.) обчислювалися згідно Ю.А. Злобіна (Злобин 1984, 1985, 1989а, 1989б). Площу асиміляційної поверхні обчислювали ваговим методом: зважували пластинки листків особини і шаблонні вирізки розміром 1 см² (Смирнова 1987).

Для обробки даних використано загальноприйняті методи та процедури одното багатомірної статистики. Статистична обробка даних проведена з використанням комп'ютерної програми Statistica 5.0 (StatSoft, Inc.).

Результати досліджень

З метою виявлення ознак, які пояснюють найбільшу відмінність між особинами на популяційному градієнті для об'єднаної вибірки проведено факторний аналіз. Виявлено чотири фактори, які пояснюють 74.3% дисперсії ознак. Найбільший внесок до першого фактора вносять ознаки асиміляційної сфери (LL, WdL, Wl1, WL, LWR, AL, A) (Рис. 1), які характеризуються високими значеннями цих ознак у лісових популяціях П2, П5 і П6, тоді як у лучних вони низькі. Другий фактор складають ознаки запасуючої сфери (LB, DB, WB) і габітусу (W). Вагомий внесок до третього фактора вносять ознаки репродуктивної сфери (WdPi, WFl). Найвищими позитивними факторними значеннями у цьому випадку, в основному, відзначаються особини з лісових місцезростань П2, П5 і П6, а негативними – рослини з лучних місцезростань П1, П3 і П4. Четвертий фактор складають параметри габітусу (H, SWR), найбільшими факторними значеннями тут характеризуються особини з П4 і П6, які відзначаються низькими значеннями цих ознак.

З використанням однофакторного

дисперсійного аналізу проведено порівняння популяцій, диференційованих за наступними факторами впливу: освітленість місцезростання, регулярні затоплення, зривання квітів, витоптування. Подібних морфоструктурних змін зазнають особини *F. meleagris* при впливі затоплення і зривання квітів. Найбільш вразливими в цих випадках виявилися ознаки асиміляційної сфери (WdL, Wl1, WL, LWR, AL, A) та індекс WB/W. Крім цього, на затоплюваних місцях у рослин відмічається розвиток довших листків, а в локалітетах, де зриваються квіти — менша кількість листків.

Диференціація популяцій за рівнем освітленості місцезростань виявила достовірну відмінність між особинами за ознаками репродуктивної (LFil, LAn, RE), асиміляційної (AL, LAR), запасуючої сфер (WB/W) та габітусу (H) (Табл. 2).

При рекреаційному навантаженні, що зумовлює ущільнення ґрунтів, змінюються, в основному, показники репродуктивної сфери (WdPo, WdPi, LAn, WFl, RE) і габітусу (SWR, HSt), трохи менше — запасуючої сфери (WB/W). Цікаво відмітити, що при дії всіх факторів порушується рівновага співвідношення WB/W.

Порівняння параметрів особин з різних місцезростань, ранжованих за градієнтом освітленості та за рекреаційною навантаженістю з допомогою *t*-test підтвердило результати, отримані шляхом дисперсійного аналізу. Як видно з Табл. 2, показники RE, Wl1 і A у лісових місцезростаннях набувають майже удвічі вищих значень, ніж у відкритих. А рекреаційне навантаження зумовлює майже удвічі вищі величини RE, WFl і нижчі WB/W і WSt.

Для виявлення структури міжпопуляційної морфологічної мінливості було проведено канонічний дискримінантний аналіз. Дискримінуючим фактором виступали відмінні умови зростання для популяцій. На діаграмі розсіювання (Рис. 2) зображено розташування популяцій у просторі двох (із чотирьох) найбільш дискримінуючих функцій, які пояснюють 85.1% варіювання між популяціями.

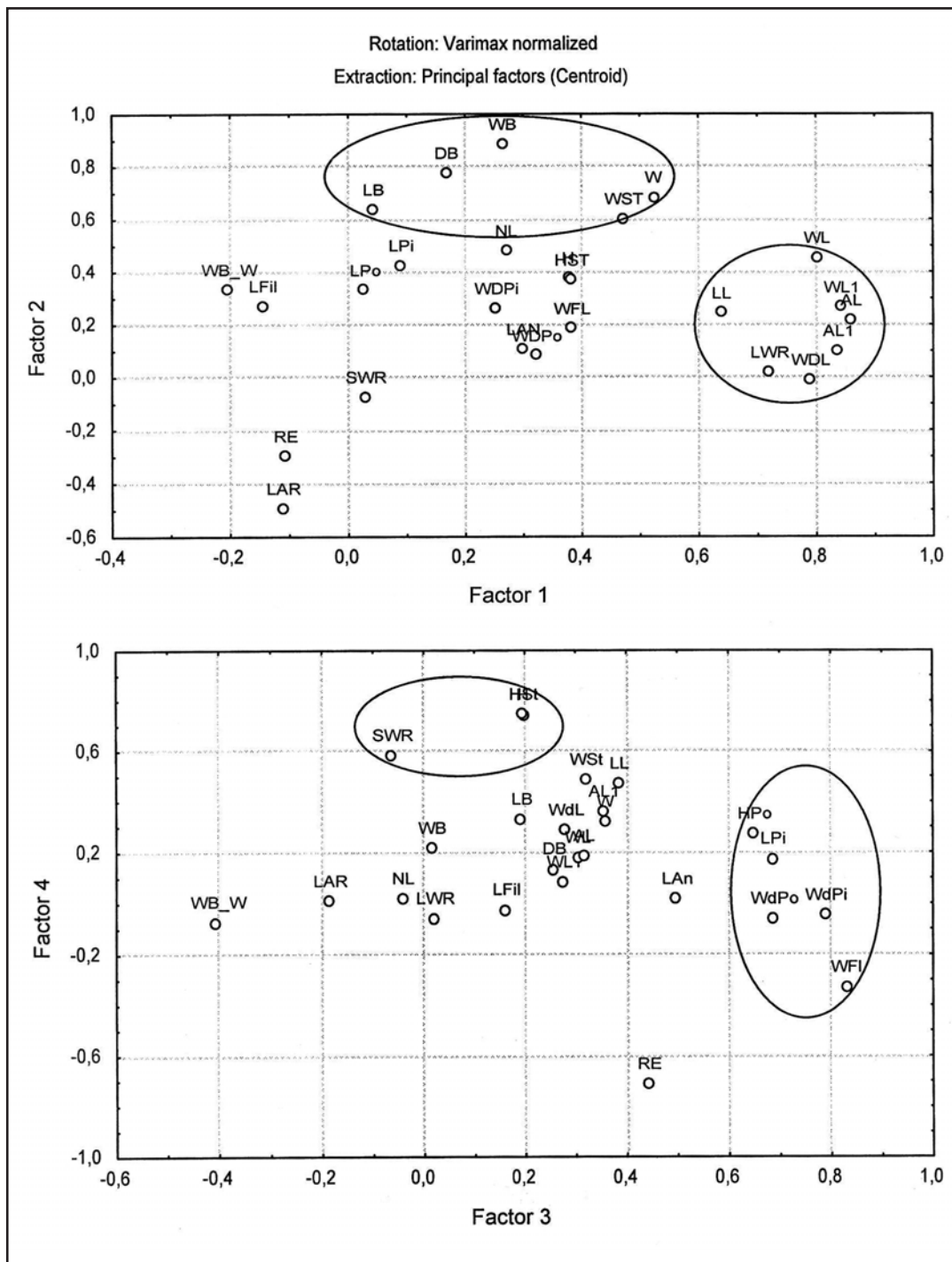


Рис. 1. Факторні навантаження морфопараметрів *Fritillaria meleagris*.

Fig.1. Factor loadings of *Fritillaria meleagris* morphoparameters.

Табл. 2. Порівняння особин *Fritillaria meleagris* з різних типів місцезростань. Літерами позначені відмінності на рівні значимості $p < 0.05$.

Table 2. Comparison of *Fritillaria meleagris* individuals from different habitat types. Letters mark the differences on the significance level $p < 0.05$.

Параметри	Типи місцезростань			
	Закриті (лісові)	Відкриті	Без рекреаційного навантаження	Рекреаційне навантаження
	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
LPo	4.66±0.43a	4.59±0.55a	4.73±0.42c	4.85±0.41c
WdPo	1.47±0.17a	1.22±0.25b	1.47±0.16c	1.52±0.18c
LPi	4.63±0.44a	4.45±0.53a	4.80±0.32c	4.78±0.41c
WdPi	1.80±0.22a	1.48±0.31b	1.81±0.21c	1.86±0.23c
LFil	1.33±0.23a	1.35±0.12a	1.24±0.19c	1.37±0.19d
LAn	0.98±0.35a	0.82±0.17b	1.00±0.24c	1.21±0.39d
WFl	0.68±0.24a	0.34±0.25b	0.71±0.23c	0.85±0.17d
RE	0.13±0.05a	0.07±0.04b	0.11±0.03c	0.16±0.03d
NL	4.97±0.69a	5.10±0.92a	5.07±0.62c	5.03±0.67c
LL	16.38±2.64a	13.93±2.45b	17.29±2.46c	15.09±2.67d
WdL	1.06±0.19a	0.88±0.26b	1.21±0.25c	1.01±0.15d
WL1	0.45±0.15a	0.25±0.16b	0.58±0.17c	0.40±0.15d
WL	1.24±0.43a	0.83±0.48b	1.64±0.45c	1.11±0.46d
LWR	0.22±0.04a	0.16±0.04b	0.24±0.04c	0.20±0.04d
AL	16.88±4.67a	12.38±4.76b	21.17±5.64c	15.45±4.55d
A	52.75±18.55a	32.84±15.32b	66.34±16.74c	48.70±20.28d
LAR	43.97±10.14a	47.12±31.22a	40.93±5.93c	44.57±6.46c
LB	1.13±0.18a	1.21±0.17a	1.12±0.19c	1.12±0.19c
DB	1.71±0.26a	1.72±0.37a	1.76±0.35c	1.67±0.28c
WB	1.44±0.55a	1.75±0.94b	1.66±0.66c	1.45±0.63c
WB/W	0.25±0.05a	0.35±0.09b	0.24±0.06c	0.26±0.05c
H	40.61±6.38a	39.99±7.60a	42.94±5.53c	36.28±5.31d
HSt	39.49±6.33a	38.79±7.49a	41.89±5.39c	35.15±5.27d
WSt	2.27±0.73a	2.21±1.10a	2.77±0.62c	2.06±0.71d
W	5.63±1.63a	5.16±2.48a	6.78±1.60c	5.49±1.82d
SWR	0.40±0.06a	0.42±0.06a	0.41±0.06c	0.37±0.04d

Найбільш вагомий дискримінуючий внесок у функції вносять ознаки H, HSt, LL, WdL, AL1, W, WSt, WB, WB/W і WFl. Тобто, особини відрізняються головним чином за габітусом. Як видно з Рис. 2, всі популяції чітко розділилися у просторі, за винятком П2 і П6, які ординуються у спільній площі, що вказує на подібні умови зростання (лісове

місцезростання і рекреаційне навантаження). Чітко розділилися у просторі також і популяції відкритих і закритих (лісових) місцезростань. Лучні популяції розмістилися у правій частині діаграми, лісові — у лівій. Особини популяції П3, серед яких є рослини як із освітлених, так і з затінених місць, розташувалися по центру діаграми. Найбільш чітко відмежовуються як

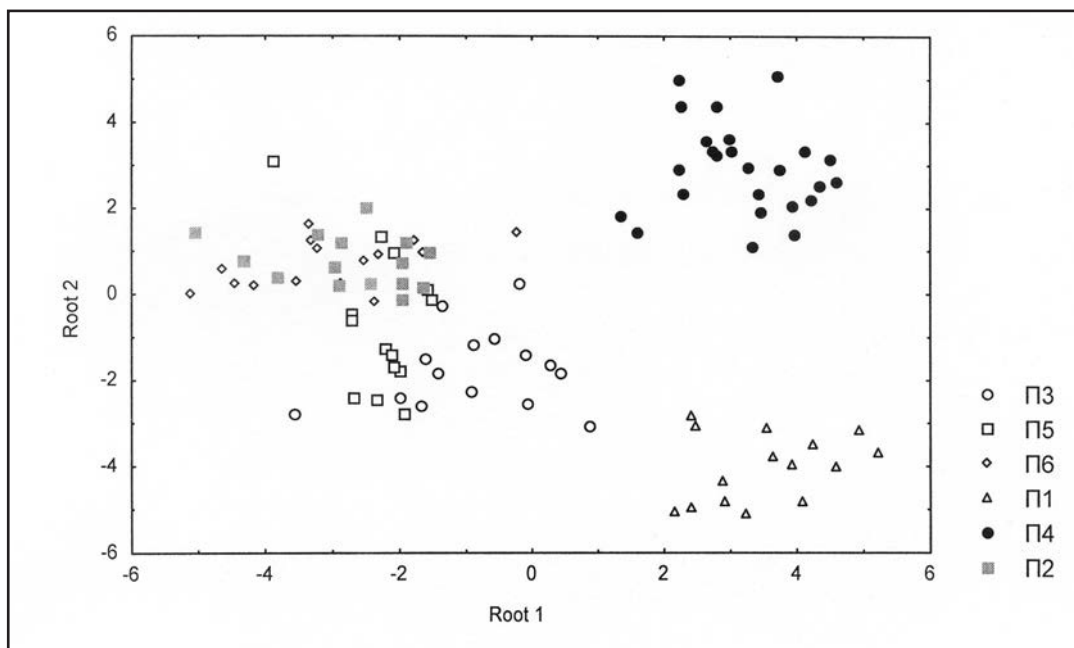


Рис. 2. Діаграма розсіювання особин *Fritillaria meleagris* у просторі двох дискримінантних функцій. П1-П6 – популяції.

Fig. 2. Dispersion of the canonical values of *Fritillaria meleagris* individuals on the base of discriminant functions. П1-П6 – populations.

один від одного, так і від інших популяцій, популяції П4, приурочена до пасовища і П1, яка розташована на вирубці. Ці популяції характеризуються меншими рослинами. Отже, можна сказати, що значні відмінності у габітусі рослин викликані, в першу чергу, освітленістю та значним пасквальним і, у меншій мірі, рекреаційним навантаженням.

У П2, яка зазнає стресових впливів, проведено трикратні повторні обстеження морфологічних параметрів особин *F. meleagris*. Для визначення ключових ознак для особин з популяції П2 застосовано факторний аналіз (метод головних компонент), який дозволив виділити два фактори, що пояснюють 50.4% дисперсії. Перший фактор складають ознаки асиміляційної та габітуальної сфер (WL1, WL, AL, WSt, W) (Рис. 3). Індикатором прояву цього фактора стало значне нарощування асиміляційної поверхні, що проявилось в першу чергу у 1999 році. Другий фактор включає ознаки репродуктивної сфери (LPo, WdPo, LPi, WdPi, WFl, RE), максимальні значення яких спостерігалися у особин у 1995

р. Слід відмітити, що у 1994 р. спостерігався значний збір *F. meleagris* і було обірвано майже всі квітучі особини.

Обговорення

Як видно, детермінуючими факторами впливу на морфоструктуру особин *F. meleagris* виступають затінення і рекреаційне навантаження. Освітленість місцезростання, як природний фактор, викликає тільки зміни величини параметрів і не приводить до зменшення гетерогенності популяцій, він відображає пристосувальний характер змін. У лісових популяціях рослини найбільш розвинуті і характеризуються вищими показниками репродуктивного зусилля. Особини популяцій відкритих місцезростань характеризуються невеликими рослинами з низькими значеннями репродуктивного і фотосинтетичного зусилля.

Низькі значення репродуктивного зусилля також відмічалися у особин *F. meleagris* з двох лучних місцезростань Угорщини (PAPP

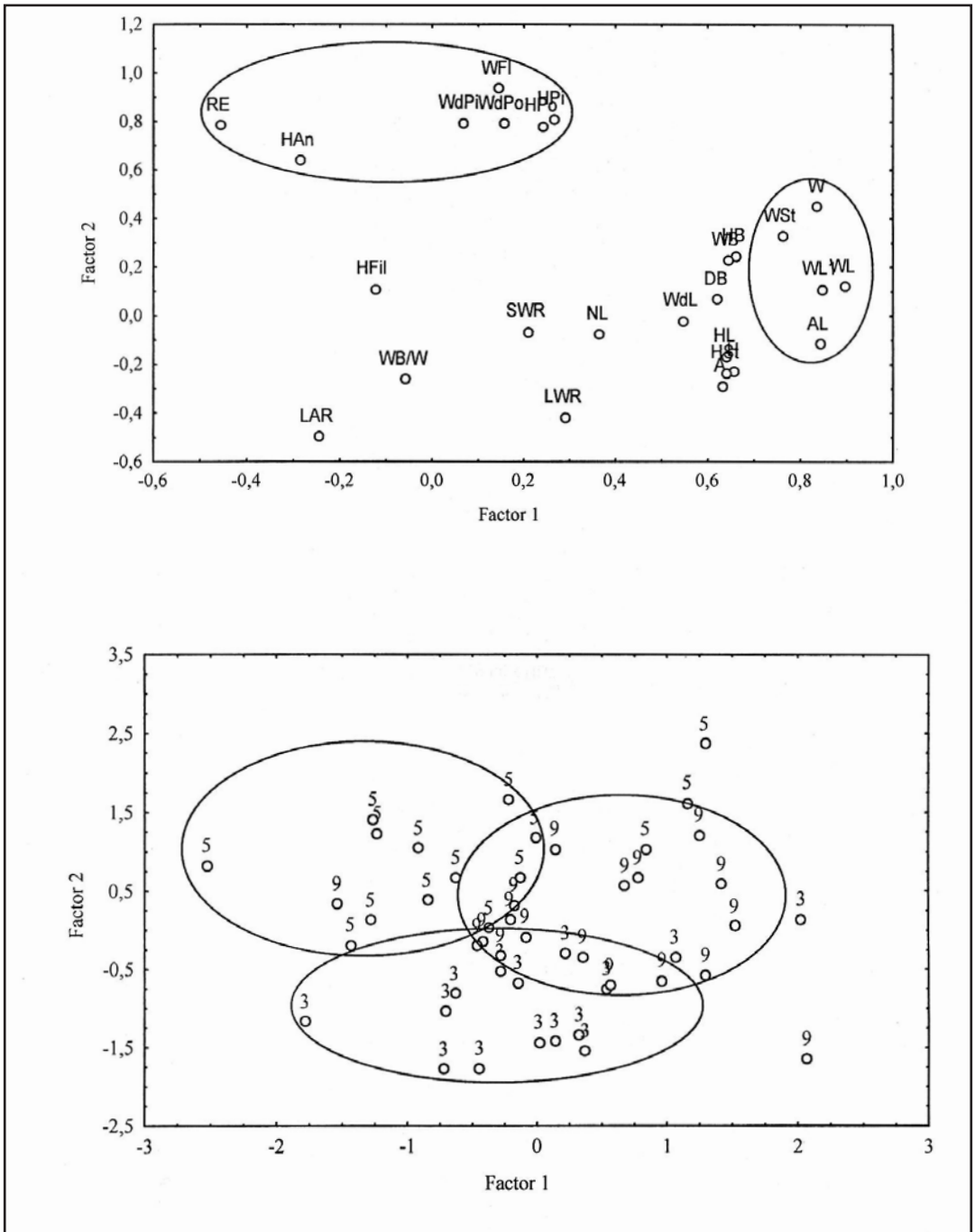


Рис. 3. Факторні навантаження морфологічних параметрів та особин *Fritillaria meleagris* у популяції ПІ2 у 1993 (3), 1995 (5) та 1999 (9) рр.

Fig. 3. Factor loadings for *Fritillaria meleagris* characters and individuals in population ПІ2 in 1993 (3), 1995 (5), and 1999 (9).

& NAGY 2003). У популяції виду на півдні Московської області у Росії (Ротов 1974), на основі морфологічних відмінностей рослин було виділено три екоелементи – відкритих галявин, тіньовий і мезогірофільний (рослини, які зростають поблизу понижень рельєфу, заповнених водою у чагарникових угрупованнях). Найнижчими показниками морфопараметрів характеризувалися особини відкритих галявин, максимальними – мезогірофільний. Як було показано вище, в умовах Притисянської низовини також спостерігається диференціація виду на різні екоелементи. Зважаючи на потужність розвитку особин, як відмічав і Р.А. Ротов (1974), оптимальними для виду є умови помірного затінення, які спостерігаються у розріджених листяних лісах до повного розпускання листа.

У популяціях, які зазнають тривалих рекреаційних навантажень з роками зменшується варіювання більшості ознак, хоча варіабельність репродуктивних ознак (LAn, LFil, RE) в той же час зростає. Зменшення рівня варіювання особин під впливом рекреаційного навантаження відмічалось і у інших геофемероїдів (*Scilla siberica* Haw., *Anemone ranunculoides* L., *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl., *Corydalis solida* (L.) Clairv.) (Зловин и Чумакова 1986).

Занашими спостереженнями, у популяціях, що піддаються значному рекреаційному або пасквальному навантаженню (П2, П4 і П6) трапляються тератологічні видозміни квітки. Зокрема, можлива повна або часткова відсутність пиляків. У П2 відмічено випадок трьох наполовину редукованих пелюсток, повної відсутності пиляків та маточки з двома приймочками.

Як правило, у *F. meleagris* довжина пиляка у півтора рази коротша довжини тичинкової нитки (Бордзіловський 1950; Науек 1971), як це і спостерігається у популяціях відкритих місцезростань (П1 і П3). Як відмічав Р. КНУТН (1899), при наявності тератологічних видозмін квітки, а також у випадку, коли не здійснюється перехресне запилення, можливе самозапилення рослини. У популяціях П2 і П6, які крім затінення зазнають ще й впливів

затоплення і рекреаційного навантаження, довжина пиляка є найбільш варіабельною ознакою і характеризується максимальними величинами. Таке збільшення пиляків, ймовірно, компенсує недорозвиненість інших структур квітки, в результаті чого зростає ймовірність самозапилення.

На високу морфологічну мінливість *F. meleagris* звертали увагу багато дослідників починаючи з К. Ліннея, описуючи різновиди та форми цього виду. ASCHERSON & GRAEBNER (1906) за основу виділення форм *F. meleagris* взяли співвідношення довжини пиляка до довжини тичинкової нитки. До першої групи (пиляки набагато коротші за тичинкові нитки) увійшли майже всі відомі форми, які відрізнялися забарвленням квіток, квітконосу і листків. Друга група (пиляки набагато довші за тичинкові нитки) характеризувалася аномальною будовою квітки у вигляді воронкоподібної оцвітини з зеленуватими плямами і відстовбурченими пелюстками. Форми другої групи у культурі зустрічаються дуже рідко. Що може свідчити про те, що за сприятливих умов ці форми майже не зустрічаються і виникають тільки як результат реакції на зовнішні несприятливі умови.

Тератологічні видозміни квітки *F. meleagris* у вигляді недорозвинених листочків оцвітини та викривлення квітконоса у лучних місцезростаннях Росії відмічав також і Р.А. Ротов (1976). Залежність морфопараметрів оцвітини від її забарвлення, а також можливі тератологічні відхилення у *F. meleagris* досліджувала А. BUSCHMANN (1951) у лучних екоотопах Австрії. Нею вперше описано дві форми видозміни оцвітини: 1) димерна квітка – $*P_2+2A_2+2G(2)$; 2) листочки внутрішнього кола оцвітини нормальних розмірів, а зовнішнього кола – становлять $1/4$ або $1/3$ (рідше $1/6$) від розмірів попередніх. Третя форма наводиться А. Buschmann за С. Brunotte (BUSCHMANN 1951), це тетрамерна квітка з формулою $*P_4+4A_4+4G(4)$.

Для деяких видів роду *Fritillaria* s.l. у природних умовах Р.А. Ротом (1972) описано явище утворення одностатевих

тичинкових квіток, яке пояснюється впливом несприятливих зовнішніх факторів. Зокрема, у *Petilium eduardii* (Regel) Vved. тичинкові квітки можуть складати 67-80% від загальної кількості. Утворення рослин з виключно тичинковими квітками у видів роду ініціювали зрізанням генеративних пагонів у фазі цвітіння (Ротов 1972). Тому, ймовірно, квіткові тератології, які відмічалися нами у досліджених популяціях зумовлені власне зриванням квітів.

Висновки

Таким чином, порівняння особин *F. meleagris* з відмінних місцезростань за комплексом морфопараметрів підтвердило габітуальну диференціацію виду на лісовий і лучний екоелементи. У добре зволжених і частково затінених місцезростаннях розвиваються потужні особини. Пасквальне і рекреаційне навантаження зумовлює розвиток невеликих за розмірами особин з низькою життєвістю, і збільшує частоту утворення у них тератологічних видозмін квітки. Морфопараметрами, які найбільш суттєво відрізняються у рослин відмінних умов зростання, є: довжина і ширина листка, ширина листочка внутрішнього кола оцвітини і висота рослини.

Використані джерела

- Андрієнко Т.А., Чорней І.І. 2009. Рябчик шаховий. *Fritillaria meleagris* L. У кн.: Дідух Я.П. (ред.), Червона книга України. Рослинний світ: 137. Глобалконсалтинг, Київ.
- Бордзіловський Є.І. 1950. Родина Лілійні – Liliaceae Hall. Флора УРСР. Т. 3: 61–266. Вид-во АН УРСР, Київ.

- Злобин Ю.А. 1984. Ценоотические популяции растений. Изд-во. АН СССР, Владивосток.
- Злобин Ю.А. 1985. О некоторых параметрах для оценки реакции ценопопуляций на влияние антропогенных факторов. В кн.: Миркин Б.Н. (ред.), Антропогенные процессы в растительности: 89–101. БФАН, Уфа.
- Злобин Ю.А. 1989а. Принципы и методы изучения ценоотических популяций растений. Изд-во КУ, Казань.
- Злобин Ю.А. 1989б. Репродукция у цветковых растений: уровень особей и уровень популяций. *Биол. науки*. 7: 77–89.
- Злобин Ю.А., Чумакова Е.А. 1986. Эфемероиды широколиственного леса в условиях рекреации. *Ботан. журн.* 71 (9): 1231–1241.
- Ротов Р.А. 1972. Некоторые итоги интродукции видов рода *Fritillaria* s.l. *Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР*. 86: 12–15.
- Ротов Р.А. 1974. Ценоотические популяции видов *Fritillaria* европейской части СССР как источники интродукции. В кн.: Лапин П.И. (ред.), Ботанико-географические районы СССР. Перспективы интродукции растений: 114–120. Наука, Москва.
- Ротов Р.А. 1976. Морфо-биологические особенности луковичных эфемероидов на примере рода *Fritillaria* L. и других близких родов семейства лилейных. *Проблемы экологической морфологии растений*. Труды МОИП 42: 186–192.
- Смирнова О.В. 1987. Структура травяного покрова широколиственных лесов. Наука, Москва.
- Ascheron P., Graebner P. 1906. Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. B. 3. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Buschmann A. 1951. Zur Kenntnis von *Fritillaria meleagris* Linne. *Phyton. Annales Rei Botanicae* 3: 276–297.
- Науек А. 1971. Prodrum Florae Peninsulae Balcanicae. Vol. 3: 63–67. Otto Koeltz, Koenigstein-Taunus.
- Кнут П. 1899. Handbuch der Blütenbiologie. B. II (2): 480–481.
- Rapp M., Nagy M. 2003. A *Fritillaria meleagris* L. néhány morfológiai jellemzője és populációdinamikája a Rakaca-patak két láprétjén végzett vizsgálatok alapján. *Calandrella* 12 (3): 62–70.

MORPHOSTRUCTURAL CHANGES OF *FRITILLARIA MELEAGRIS* L. INDIVIDUALS IN DIFFERENT GROWING CONDITIONS

EVA ANDRIK

Abstract. The variation of 26 biomorphological parameters of *Fritillaria meleagris* individuals has been studied in different ecological and coenotical conditions, as well as under anthropogenic pressure (i.e. grazing, recreational pressure – trampling, picking flowers for bouquets, and flooding of habitats). Comparison of the *F. meleagris* individuals from

the different habitats by the complex of morphological parameters confirmed its differentiation on forest and meadow ecoelements. Pasture and recreational pressure cause the development of smaller individuals with low vitality and teratological changes in flower. The most variable parameters in plants from different growth conditions are the next: leaf length and width, the width of inner tepals and plant height.

Key words: *Fritillaria meleagris*, biomorphological parameter, anthropogenic pressure

Uzhgorod National University, 32 Voloshyna str., Uzhgorod, 88000, Ukraine; evandrik@mail.ru



ВЕРТИКАЛЬНА ЗОНАЛЬНІСТЬ СЕПТАЛЬНИХ НЕКТАРНИКІВ ОДНОДОЛЬНИХ

АНАСТАСІЯ В. ОДИНЦОВА

Анотація. Розглядаючи септальний нектарник як систему екзогенних порожнин всередині зав'язі, та з огляду на можливість різного способу формування стінок септальних нектарників пропонується застосовувати концепцію вертикальної зональності по відношенню до аналізу структури септального нектарника. Порівняльний аналіз гінцея з септальними нектарниками повинен містити дані про вертикальні зони нектарника та його розміщення в структурних зонах гінцея.

Ключові слова: однодольні, септальний нектарник, гінцей, вертикальна зональність

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, 79005, Львів, Україна; atorpha@ukr.net

У порівняльній морфології квітки все ширше використовують концепцію вертикальної зональності та класифікацію гінцеїв, запропоновану W. LEINFELLNER (1950). Особливо цесується представників однодольних, у яких за спільною, на перший погляд, зовнішньою морфологічною будовою гінцея виявилась значна різноманітність його внутрішньої структури (RUDALL 2002; SAJO *et al.* 2004; REMIZOVA *et al.* 2006; РЕМИЗОВА 2007; NOVIKOFF & ODINTSOVA 2008). У загальних рисах гінцей однодольних рослин характеризується постгенітальним злипанням плодолистків у місцях контакту їх бічних поверхонь, що створює передумови для виникнення септальних нектарників. Ці нектарники розміщені у перегородках зав'язі між її гніздами або під ними, іноді – у верхній частині зав'язі (DAUMANN 1970).

Септальні нектарники розглядають як внутрішню гістологічну структуру в межах зав'язі, використовуючи для їх аналізу такі описові ознаки, як: розміри та розміщення тіла нектарника, особливості секреторного епідермісу та способи виведення нектару, форму і розміщення вивідних каналів, форму тіла нектарних щілин на поперечному зрізі тощо (DAUMANN 1970; SCHMID 1985). Ці ознаки пов'язані з функціонуванням нектарника як елемента адаптації квітки до певного способу і механізму запилення і повинні розглядатися у зв'язку із загальною

функціональною організацією гінцея. Натомість, для здійснення еволюційно-морфологічного аналізу гінцея із септальними нектарниками необхідно застосувати порівняльно-морфологічний підхід і використовувати комплексні і стабільні ознаки, що відображують його рівень еволюційної спеціалізації. Найкращий методологічний базис для цього дає концепція вертикальної зональності гінцея W. LEINFELLNER (1950).

Ми розглядаємо септальний нектарник як систему екзогенних порожнин у зав'язі, яка формується протягом морфогенезу одночасно зі структурою цілого гінцея. При цьому порожнини нектарника формуються у результаті тих самих процесів морфогенезу, що і порожнини гнізд зав'язі, а саме, конгенітального і постгенітального зростання плодолистків та їх диференціального росту (VAN HEEL 1988). Це означає, що зонування внутрішньої структури по вертикалі характеризує як цілий гінцей, так і септальний нектарник зокрема.

Якщо розглядати структуру септального нектарника на серії поперечних зрізів зав'язі, то в нижній частині нектарника у деяких видів будуть наявні нектарні щілини, які ззовні і зсередини замкнуті конгенітально зрослими поверхнями сусідніх плодолистків, як наприклад, у *Hyacinthus orientalis* L., *Polygonatum vulgare* Desf., *Narcissus poeticus* L.,

Funkia subcordata Spreng., *Crocus vernus* All., *Canna warszewiczii* A. Dietr. (VAN TIEGHEM 1875), *Ornithogalum caudatum* Ait. (НОВІКОВ 2008), *Sansevieria hyacinthoides* (L.) Druce (ФЩУК І ОДІНЦОВА 2013), *Gladiolus × hybridus* C. Morren (СКРИПЕЦЬ І ОДІНЦОВА 2013). Ця зона, у якій нектарні щілини не з'єднані між собою епідермально, може бути названа зоною роздільного септального нектарника. Вона може розміщуватись під гніздами зав'язі, на рівні синасцидіатної і симплікатної зон гінецея.

Найбільш типова структура септального нектарника виявляється у зоні, де внутрішня стінка нектарних щілин сформована постгенітально з'єднаними бічними поверхнями плодолистків, а при їх розходженні три щілини нектарника об'єднуються у спільну трипроменеву щілину. Це зона об'єданого септального нектарника. Вона характеризує гемісинасцидіатну і гемісимплікатну зони гінецея. Вище рівня виведення септальних нектарників назовні гінецей відповідає асимплікатній зоні. Якщо тіло нектарника продовжується вище вивідного каналу або канал є вигнутим у вертикальній площині, то зовнішня стінка тіла нектарника також може бути сформована постгенітально з'єднаними плодолистками. Зонування нектарника у таких випадках ускладнено зміною пропорцій вихідної структури гінецея і потребує ретельного дослідження. Зони септального нектарника не пов'язані однозначно з вертикальними зонами гінецея, тому для здійснення порівняльно-морфологічного аналізу необхідно враховувати і зональність цілого гінецея.

Використані джерела

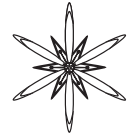
- ФЩУК О.С., ОДІНЦОВА А.В. 2013. Мікроморфологія та васкулатура гінецея *Sansevieria hyacinthoides* (L.) Druce (Asparagaceae Juss.). *Mod. Phytomorphol.* 3. In print.
- НОВІКОВ А.В. 2008. Морфологія та васкулярна анатомія квітки *Ornithogalum caudatum* Ait. (Hyacinthaceae). *Studia Biologica* 2 (1): 87–94.
- РЕМИЗОВА М.В. 2007. Эволюция септальных нектарников однодольных. *Матер. конф. по морф. и сист. раст., посвящ. 300-летию со дня рожд. К. Линнея.* (Москва, 16-19 мая, 2007 г.): 203–205.
- СКРИПЕЦЬ Х.І., ОДІНЦОВА А.В. 2013. Морфологія та васкулярна анатомія гінецея *Gladiolus × hybridus* C. Morren hort. (Iridaceae Juss.). *Mod. Phytomorphol.* 3. In print.
- DAUMANN E. 1970. Das Blütennektarium der Monocotyledonen unter besonderer Berücksichtigung seiner systematischen und phylogenetischen Bedeutung. *Feddes Repert.* 80 (7-8): 463–590.
- LEINFELLNER W. 1950. Der Bauplan des synkarpen Gynözeums. *Österr. Bot. Zeitschr.* 97 (3-5): 403–436.
- NOVIKOFF A., ODINTSOVA A. 2008. Some aspects of comparative gynoecium morphology in three bromelial species. *Wulfenia* 15: 13–24.
- REMIZOVA M., SOKOLOFF D., RUDALL P.J. 2006. Evolution of the monocot gynoecium: evidence from comparative morphology and development in *Tofieldia*, *Japonolirion*, *Petrosavia* and *Narthecium*. *Pl. Syst. Evol.* 258: 183–209.
- RUDALL P. 2002. Homologies of inferior ovaries and septal nectaries in Monocotyledons. *Int. J. Plant Sci.* 163 (2): 261–276.
- SAJO M. G., RUDALL P. J., PRYCHID C. J. 2004. Floral anatomy of Bromeliaceae, with particular reference to the evolution of epigyny and septal nectaries in commelinid Monocots. *Plant Syst. Evol.* 247: 215–231.
- SCHMID R. 1985. Functional interpretations of the morphology and anatomy of septal nectaries. *Acta Bot. Neerl.* 34 (1): 125–128.
- VAN HEEL W.A. 1988. On the development of some gynoecia with septal nectaries. *Blumea* 33: 477–504.
- VAN TIEGHEM P. 1875. Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur. *Mém. Prés. Divers Savants Acad. Sci. Inst. Impérial France. Sér. 2* 21: 1–261.

VERTICAL ZONALITY OF SEPTAL NECTARIES OF MONOCOTS

ANASTASIYA ODINTSOVA

Abstract. Considering the septal nectary as a system of exogenous cavities inside the ovary and taking account of possibilities of various ways of the formation of nectary walls we propose to apply the concept of vertical zonality to the analysis of the septal nectary structure. The comparative analysis of the gynoecium with septal nectaries must include data about the nectary vertical zones and its location in the structural zones of the gynoecium.

Key words: Monocots, septal nectary, gynoecium, vertical zonality



МОРФОЛОГІЯ ТА ВАСКУЛЯРНА АНАТОМІЯ КВІТКИ *SCILLA BIFOLIA* L. (HYACINTHACEAE)

Ольга О. Дика

Анотація. Вивчена морфологія та васкулярна анатомія квітки *Scilla bifolia* L. Встановлено, що гінецей характеризується натупними вертикальними структурними зонами: синасцидіатною, симплікатною, гемісимплікатною та асимплікатною. Гінецей *S. bifolia* визначений як синкарпний у широкому розумінні. Виявлено, що оцвітина іннервується відгалуженнями стовбурових тяжів, а тичинки – відгалуженнями жилок листочків оцвітини. Провідна система гінецею представлена шістьма вентральними та трьома дорзальними жилками плодолистків, від яких відгалужуються латеральні жилки. Септальний нектарник представлений трьома щілинами у перегородках зав'язі, які тягнуться майже від основи зав'язі до її даху і відкриваються назовні біля основи стовпчика.

Ключові слова: *Scilla bifolia*, Hyacinthoideae, квітка, морфологія, васкулярна анатомія, септальний нектарник, гінецей

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна; dykaolga7@gmail.com

Підродина Hyacinthoideae Link. (Hyacinthaceae Vatsch ex Borkh.) нараховує більше 400 видів. Представники її поширені в Африці (на південь від Сахари), на Мадагаскарі, в Індії, Східній Азії, Середземномор'ї та Євразії. В межах підродини виділяють дві триби: Massonieae Baker і Hyacintheae Dumort., які мають чіткий географічний розподіл. Дослідження таксономічних та філогенетичних взаємозв'язків в межах родини Hyacinthaceae активно проводяться на основі молекулярно-генетичних методів (SPETA 1998; PFOSSER & SPETA 1999; PFOSSER *et al.* 2003; MARTINEZ-AZORIN *et al.* 2011). Рід *Scilla* L. широко представлений в Європі, Африці та Індії. Вивчення анатомо-морфологічної організації квітки одного із представників роду, *S. bifolia* L., доповнить ряд ознак, отриманих в результаті молекулярних досліджень, які є важливими у таксономічному аналізі підродини Hyacinthoideae.

Морфологію та васкулярну анатомію квітки *S. bifolia* вивчали на тотальних та постійних препаратах. Матеріал був зібраний у Ботанічному саду ім. А.В. Фоміна Київського

національного університету ім. Т.Г. Шевченка і зафіксований у 70% спирті. Постійні препарати фарбували за стандартною методикою (БАРЬКИНА *и др.* 2004; ПАУШЕВА 1988) з використанням 0,5% спиртового розчину астра-блау та 1% розчину сафраніну.

Квітки *S. bifolia* актиноморфні, 1,5 см у діаметрі, зібрані по 2-10 у рідкі китиці. Квітконіжки вдвічі довші за квітку, спрямовані вгору. Листочків оцвітини шість, розташовані у двох колах по три, майже вільні, при основі зростаються в коротку трубку, синьо-фіолетові. Андроцей представлений шістьма тичинками, які при основі зростаються із листочками оцвітини та між собою. Тичинкові нитки завужені до верхівки. Пиляки видовжені. Гінецей складається із трьох зрослих плодолистків. Зав'язь верхня, обернено грушоподібна, дещо зморшкувата, з трьома поздовжніми борозенками, які заходять у стовпчик і продовжуються до приймочки. У гніздах зав'язі розміщуються по 5-10 насінних зачатків.

Вході наших досліджень було встановлено, що гінецей *S. bifolia* характеризується натупними вертикальними структурними зонами: синасцидіатною, симплікатною,

гемісимплікатною та асимплікатною. В. Лайнфельнер (LEINFELLNER 1950) такий гінецей відносить до синкарпного типу.

Септальний нектарник представлений трьома окремими щілинами у перегородках зав'язі. Аналізуючи поперечні та поздовжні перерізи зав'язі, ми з'ясували, що структурний тип септального нектарника *S. bifolia* відповідає «типу А» за класифікацією Е. Даумана (DAUMANN 1970).

Виявлено, що всі листочки оцвітини та тичинки іннервуються одним провідним пучком. Провідна система гінецею представлена шістьма вентральними та трьома дорзальними жилками плодолистків, від яких відгалужуються латеральні жилки. Септальні щілини нектарника тягнуться від основи зав'язі до її даху і відкриваються назовні біля основи стовпчика; нектароносна тканина вистелає септальну щілину повністю за винятком вивідних каналів. Нами встановлено наявність щілин септального нектарника в синасцидіатній та симплікатній зонах гінецею досліджуваного виду. Це дозволяє розглядати гінецей *S. bifolia* як синкарпний у широкому розумінні.

Використані джерела

- БАРЫКИНА Р.П., ВЕСЕЛОВА Т.Д., ДЕВЯТОВ А.Г. и др. 2004.** Справочник по ботанической микротехнике. Изд-во Московск. ун-та, Москва.
- ПАУШЕВА З.П. 1988.** Практикум по цитологии растений. Агропромиздат, Москва.
- DAUMANN E. 1970.** Das Blütennektarium der Monocotyledonen unter besonderer Berücksichtigung seiner systematischen und phylogenetischen Bedeutung. *Feddes Repert.* **80** (7-8): 463–590.
- LEINFELLNER W. 1950.** Der Bauplan des synkarpen Gynözeums. *Österr. Bot. Zeitschr.* **97**: 403–436.
- MARTINEZ-AZORIN M., CRESPO M.B., JUAN A. et al. 2011.** Molecular phylogenetics of subfamily Ornithogaloideae (Hyacinthaceae) based on nuclear and plastid DNA regions, including a new taxonomic arrangement. *Ann. Bot.* **107**: 1–37.
- PFOSSER M., SPETA F. 1999.** Phylogenetics of Hyacinthaceae based on plastid DNA sequences. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **86**: 852–875.
- PFOSSER M., WETSCHNIG W., UNGAR S. et al. 2003.** Phylogenetic relationships among genera of Massonieae (Hyacinthaceae) inferred from plastid DNA and seed morphology. *J. Plant Res.* **116**: 115–132.
- SPETA F. 1998.** Systematische Analyse der Gattung *Scilla* L. s.l. (Hyacinthaceae). *Phyton* **38**: 1–141.

MORPHOLOGY AND VASCULAR ANATOMY OF THE FLOWER IN *SCILLA BIFOLIA* L. (HYACINTHACEAE)

OLGA O. DYKA

Abstract. The morphology and vascular anatomy of the flower of *Scilla bifolia* L. (Hyacinthoideae) were studied. It is established that the gynoecium has following structural zones: synascidiate, symplicate, hemisymplicate and asymplicate. Gynoecium of the *S. bifolia* can be determined as syncarpous in a wide sense. The perianth is supplied by branches of central vascular bundles, and all stamens – by branches of bundles of tepals. Vascular system of the gynoecium has six ventral and three dorsal bundles which branch lateral bundles. The septal nectary has three fissures in the walls between the locules of the ovary, which extend from its base to the roof and open outward at the base of the style.

Key words: *Scilla bifolia*, Hyacinthoideae, flower, morphology, vascular anatomy, septal nectary, gynoecium

Ivan Franko National University of Lviv, 4 Hrushevs'koho str, Lviv, 79005, Ukraine; dykaolga7@gmail.com



УДК 581.8

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЛОДІВ ВИДІВ СЕКЦІЇ *RAPUNCULUS* (FOURR.) BOISS. РОДУ *SAMPANULA* L. ФЛОРИ УКРАЇНИ

НАТАЛІЯ Г. ДРЕМЛЮГА

Анотація. Проведені дослідження морфологічних особливостей плодів шести видів секції *Rapunculus* L. (Fourr.) Boiss. роду *Sampanula* L. флори України. Встановлені спільні для всіх досліджених видів ознаки (оберненояцеподібна форма коробочок, прямостоячі плодоніжки, розкриття коробочок поблизу верхівки чи її середини та відсутність опушення).

Ключові слова: *Rapunculus*, *Sampanula*, плід, флора України

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, МСП-1, Київ, 01601, Україна; natalia.dremluga@bigmir.net

Вступ

Морфологічні дослідження плодів мають важливе значення для характеристики видів роду *Sampanula* L. (BOISSIER 1875; DAMBOLDT 1978; ФЕДОРОВ 1957, 1978; ВІСЮЛІНА 1961; КОЛАКОВСЬКИЙ 1985, 1986 та ін.). Морфологія плодів видів роду *Sampanula*, в тому числі секції *Rapunculus* L. (Fourr.) Boiss., досліджена недостатньо, хоча особливості їх будови є суттєвими діагностичними критеріями для розмежування таксонів різного рангу (КОЛАКОВСЬКИЙ 1991, 1994; ВИКТОРОВ 2002). З цією метою ми дослідили особливості будови плодів семи видів секції *Rapunculus* роду *Sampanula* флори України.

Матеріали і методи дослідження

Для дослідження був використаний гербарний матеріал, зібраний нами під час експедиційних виїздів у 2007-2010 роках, а також зразки з гербаріїв Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного (KW), Ботанічного інституту ім. Комарова (LE), Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (KWHN), Інституту екології Карпат (LWKS), Державного природничого музею НАН України (LW), Львівського національного університету імені Івана Франка (LWS), Ужгородського національного

університету (UU), Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (CHER).

Для окремих видів опрацьовували матеріал, відібраний з різних точок ареалу.

Дослідження проводились із застосуванням стандартної мікроскопічної техніки (бінокюляр МБС-9), фотографії зроблені за допомогою фотокамери Pentax Optio M 20.

Описи проводились з використанням загальноприйнятої термінології (АРТУШЕНКО і ФЕДОРОВ 1986; ЗИМАН та ін. 2012).

Результати та їх обговорення

На території України секція *Rapunculus* представлена однією підсекцією *Sampanulastrum* (Small) Fed., до якої належать види *C. rapunculus* L., *C. persicifolia* L., *C. patula* L., *C. abietina* Griseb. et Shenk, *C. vadae* Penzes, *C. altaica* Ledeb., *C. carpatica* Jacq. Ми вивчили морфологічні особливості наступних шести видів секції.

1. *C. rapunculus*

Плоди видовжено-оберненояцеподібні, на прямих плодоніжках, 4,94-7,40×3,94-4,54 мм, розкриваються отворами поблизу їх верхівки. Опушення відсутнє.

Табл. 1. Морфологічні ознаки плодів (коробочок) у видів секції *Rapunculus* роду *Campanula*.**Table 1.** Morphological peculiarities of fruits (capsules) of the species from sect. *Rapunculus*, gen. *Campanula*.

Вид	Форма	Довжина, мм	Ширина, мм	Положення отворів	Форма плодоніжок	Опушення
<i>C. rapunculus</i>	оберненояйцеподібна	6,52	4,30	поблизу верхівки чи середини	прямостоячі	відсутнє
<i>C. persicifolia</i>	«	6,36	6,25	«	«	відсутнє чи розсіяне з шорстких волосків
<i>C. patula</i>	«	6,21	3,83	«	«	відсутнє
<i>C. abietina</i>	«	5,76	4,05	«	«	«
<i>C. altaica</i>	«	13,64	4,83	«	«	«
<i>C. carpatica</i>	«	7,14	5,51	«	«	«

2. *C. persicifolia*

Форма плодів і плодоніжок така, як у попереднього виду, розміри 6,04-7,01×5,29-6,98 мм. Плоди розкриваються отворами поблизу їх верхівки або середини. Опушення відсутнє або розсіяне, з шорстких волосків.

3. *C. patula*

Форма плодів і плодоніжок така, як у двох попередніх видів, розміри 4,26-9,11×2,73-5,73 мм. Плоди розкриваються отворами поблизу їх верхівки. Опушення відсутнє.

4. *C. abietina*

Форма плодів і плодоніжок і спосіб їх розкриття такі, як у попереднього виду, розміри 5,74-6,77×3,93-4,66 мм. Опушення відсутнє.

5. *C. altaica*

Форма плодів і плодоніжок та спосіб їх розкриття такі, як у двох попередніх видів, розміри 11,23-13,64×3,98-4,83 мм. Опушення відсутнє.

6. *C. carpatica*

Форма плодів і плодоніжок та спосіб їх розкриття такі, як у попереднього виду, розміри 6,43-7,85×5,20-5,81 мм. Опушення відсутнє.

За результатами наших досліджень (Табл. 1; Рис. 1) коробочки у представників

секції *Rapunculus* роду *Campanula* у флорі України оберненояйцеподібні, розкриваються округлими отворами або тріщинами поблизу верхівки або середини коробочки, прямостоячі. Опушення коробочок розсіяне або густе, з м'яких або шорстких волосків, по всій поверхні коробочки або лише по її жилках. Всі види підсекції з голими коробочками, тільки серед рослин *C. persicifolia* є розсіяно опушені жорсткими волосками.

Згідно з нашими даними (Табл. 1), найбільші за розмірами коробочки наявні у *C. altaica* (13,63×4,83 мм). Найменші за розмірами коробочки було відмічено у *C. abietina* (5,76×4,05 мм) та *C. patula* (6,21×3,83 мм).

Висновки

У результаті порівняльного морфологічного аналізу, для представників секції *Rapunculus* роду *Campanula* встановлено такі спільні ознаки: форма коробочок (оберненояйцеподібні), плодоніжок (прямостоячі), а також особливості розкриття плодів (положення отворів поблизу верхівки чи середини) та відсутність опушення.

Використані джерела

Артюшенко З Т., Фёдоров А.А. 1986. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Наука, Лен. отд, Ленинград.



Рис. 1. Оберненояцеподібні коробочки *Campanula rapunculus* (А); *C. persicifolia* (Б); *C. patula* (Б); *C. altaica* (Г) та *C. carpatica* (А). Ціна поділки – 2 мм.

Fig. 1. Obovate capsules of *Campanula rapunculus* (A); *C. persicifolia* (Б); *C. patula* (Б); *C. altaica* (Г) and *C. carpatica* (А). Scale – 2 mm.



- Викторов В.П. 2002.** Таксономический конспект рода *Campanula* L. (Campanulaceae) России и сопредельных государств. *Нов. системат. высш. раст.* **34**: 197–234.
- Вісюліна О.Д. 1961.** Родина Дзвоників – 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., Гродзинський Д.М., Булах О.В., Дремлюга Н.Г. 2012.** Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Навчально-методичний посібник. Фітосоціоцентр, Київ.
- Колаковский А.А. 1985.** Типы плодов у колокольчиковых (Campanulaceae). *Ботан. журн.* **70** (1): 3–11.
- Колаковский А.А. 1986.** Карпология колокольчиковых (Campanulaceae Juss.) и вопросы терминологии. *Ботан. журн.* **71** (9): 1155–1166.
- Колаковский А.А. 1991.** Колокольчиковые Кавказа. Мецниереба, Тбилиси.
- Колаковский А.А. 1994.** Конспект системы Campanulaceae Старого Света. *Ботан. журн.* **79** (1): 109–124.
- 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.
- DAMBOLDT J. 1979.** Campanulaceae Juss. In: DAVIS P.H. (ed.), Flora of Turkey. Vol. 6: 2–89. University Press Edinburgh, Edinburgh.

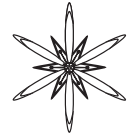
**MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF FRUITS OF THE SPECIES FROM SUBGENUS
RAPUNCULUS (FOURR.) BOISS. OF GENUS CAMPANULA L. IN THE FLORA OF UKRAINE**

NATALIA G. DREMLIUGA

Abstract. The fruits morphological peculiarities of six species from section *Rapunculus* L. (Fourr.) Boiss. of genus *Campanula* L. native to the flora of Ukraine were studied. The common characters (obovate for of capsules, erect pedicels, apical or median aperture location, absence of pubescence) have been revealed.

Key words: *Rapunculus*, *Campanula*, fruit, flora of Ukraine

M.G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine, 2 Tereshenkivska str, MSP-1, Kyiv, 01601, Ukraine; natalia.dremluga@bigmir.net



МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЛОДІВ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *COTONEASTER* MEDIK. СЕРІЇ *HORIZONTALIS* HURUSAVA

ГАННА ГРЕВЦОВА¹, ТЕТЯНА ВАКУЛЕНКО², ЗОЯ ПАНІНА³

Анотація. Наведено морфологічний опис плодів 5 видів *Cotoneaster* серії *Horizontalis*.

Ключові слова: *Cotoneaster*, *Horizontalis*, кизильники, плід, горішок, гіпостиль, щиток, стилодій

¹ Ботанічний сад імені акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Симона Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна; grevtsova_1940@ukr.net

² Ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, вул. Тімірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна

³ Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна

Вступ

В останні десятиріччя через негативні зміни у природі, що відбуваються під впливом антропогенних факторів, катастрофічно зменшується число видів світової флори. У цих умовах ботанічні сади з їх багатющими колекціями живих рослин стають джерелами генофонду місцевої та світової флори, виконуючи важливе завдання по збереженню та збільшенню рослинних ресурсів. Колекційні фонди рослин, створені у ботанічних садах при університетах, слугують наочним посібником з курсів морфології, систематики, екології й фізіології рослин.

У ботанічному саду імені акад. О.В. Фоміна за останні 40 років, використовуючи метод родових комплексів Ф.М. Русанова (1971), створено колекцію поліморфного, гібридогенного роду *Cotoneaster* Medik. з родини Rosaceae Juss., що включає близько 200 таксонів. За літературними джерелами різних авторів, кількість представників роду постійно змінюється, починаючи з 66-174 або 235-267 та закінчуючи 400 таксонами, які описані у монографії FRYER & NYLMO (2009).

Систематична плутанина у визначенні представників роду існує, оскільки рослини, потрапляючи в різні умови вирощування, морфологічно змінюються, збільшуючи чи зменшуючи розміри листків, плодів, щільність

опушення тощо. Як зазначають фахівці, найменших змін зазнають плоди та насіння (Дудик 1979). Через відсутність нових даних з морфології плодів та насіння суттєво потерпає систематика. Набір карпологічних ознак набагато більший, ніж ми зустрічаємо у таксономічній літературі.

У зв'язку з цим вивчення карпології у представників поліморфного роду *Cotoneaster* є надзвичайно актуальним.

У своєму повідомленні ми наводимо нові карпологічні дані, отримані при вивченні плодів рослин нашої колекції.

Матеріали і методи дослідження

Об'єктом досліджень були п'ять видів *Cotoneaster*: *C. ascendens* Flinck et B. Nyhlo – кизильник висхідний, *C. atropurpureus* Flinck et B. Nyhlo – к. темно-багряний, *C. divaricatus* Rehd. et Wils. – к. розчепрений, *C. helmqvistii* Flinck et B. Nyhlo – к. Хельмквіста, *C. horizontalis* Decaisne – к. горизонтальний, які за FRYER & NYLMO (2009) належать до серії *Horizontalis* Hurusava, секції *Adpressi* Hurusava підроду *Cotoneaster*. В цілому у названій серії 11 видів.

Плоди кизильників – кістячкоподібні яблучка. Соковита їх частина утворена тканинами квіткової трубки, а з плодолистиків формуються тверді здерев'янілі кісточки, що містять насінину (Артюшенко и Федоров



Рис. 1. Вигляд горішка *Cotoneaster* з дорзальної сторони.

Fig. 1. *Cotoneaster* seed, view from dorsal side.

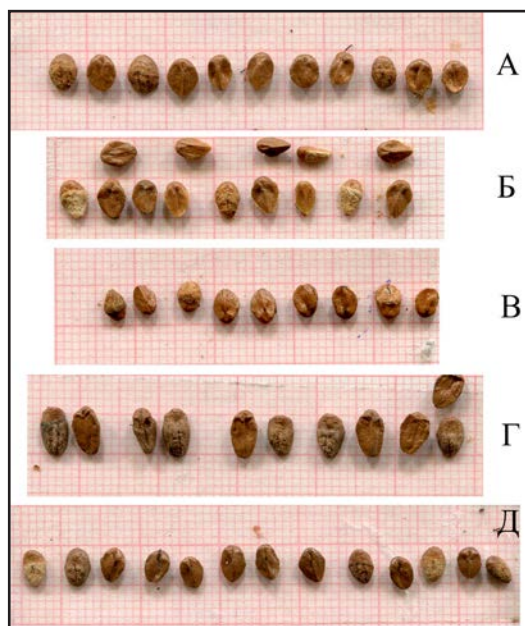


Рис. 2. Горішки кизильників серії *Horizontales*: А – *Cotoneaster hjelmqvistii*; Б – *C. atropurpureus*; В – *C. horizontalis*; Г – *C. divaricatus*; Д – *C. ascendens*.

Fig. 2. Nuts of cotoneasters from the series *Horizontales*: А – *Cotoneaster hjelmqvistii*; Б – *C. atropurpureus*; В – *C. horizontalis*; Г – *C. divaricatus*; Д – *C. ascendens*.

1986; Левина 1967). Проте, справжня кісточка у апокарпних кістянок утворена здерев'янілим ендокарпом. Тому услід за KLOTZ (1982) плодики всередині яблучка кизильників частіше називають горішками, оскільки вони утворені плодолистками. Горішки кизильників закриті, нерозкриті, із затверділою склеротизованою плодовою стінкою, всередині них знаходяться насінини. Кількість горішків у плодах від 1 до 5, переважно 2-3, щільно притиснутих один до одного, при 2-х горішках у плоді – вони на поперечному зрізі лінзоподібні, при 3-х

і більше – трикутні чи трикутно-округлі. За А.Д. ГОЛУБКОВОЮ (1964) в утворенні горішків *Cotoneaster* бере участь чашечка, яка з дорзальної (спинної) сторони на 1/3, 2/3, 1/4 поверхні утворює тьмяну, борозенчасту частину названу щитком, а решту – гіпостилем (Рис. 1). Ймовірно, ця частина утворюється з гіпантія і стилодія. Гіпостиль займає усю вентральну частину насінини, де знаходиться і місце прикріплення основи стовпчика.

Як таксономічну ознаку при описі видів роду *Cotoneaster* А.І. ПОЯРКОВА (1950, 1954, 1955, 1961) використовує розміри гіпостилію дорзальної сторони та місце прикріплення стовпчика з вентральної сторони. У цій роботі ми перевірили згадані показники для виявлення подібностей та відмінностей між горішками представників серії *Horizontales*. Опис плодів та горішків проводили за стандартними методиками (Цицин 1980; Хвелидзе 1985; Левина 1967, Гревцова 1999). Морфологічні особливості горішків визначали за допомогою скануючого мікроскопа JEOL JSM-35 С. Опис морфоструктури проводили за рекомендаціями Н.М. Дудик (1979), а індекс забарвлення визначали за шкалою А.С. БОНДАРЦЕВА (1954).

Результати та їх обговорення

C. ascendens Flinck et Hylmo – к. висхідний

Плоди по 1-3, округло-продовгуваті, дозрілі майже округлі, 5-7 мм у діаметрі, червоні та темно-червоні, глянцева. Гіпантії не зрослий, зубчики чашечки густоволосисті, придавлені, з прямими верхівками. Горішків 2-3, завдовжки 4-5 мм, завширшки 3 мм (Рис. 2 Д). Горішки з дорзальної сторони при 2-х у плоді овальні, на верхівці і при основі заокруглені, при 3-х у плоді – оберненояйцеподібні, на верхівці заокруглені, при основі – широкотрикутні або заокруглені. Щиток займає $\frac{3}{4}$ спинної сторони, шорсткий, з неглибокою короткою борозенкою в середній частині, за забарвленням – лососево-колерний (*salmonaeus*, г-2), коричневий (*cinnamomeus*, в-7), табаково-бурий (*nicotianus*,

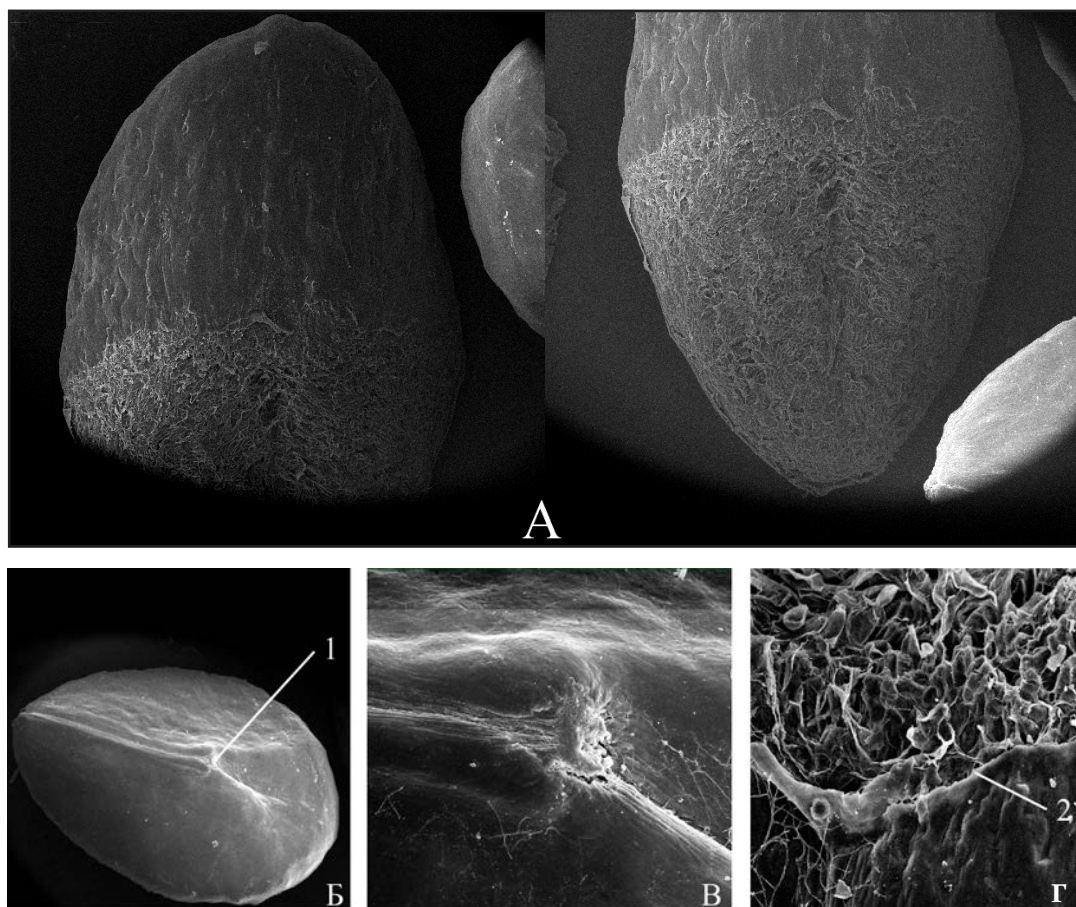


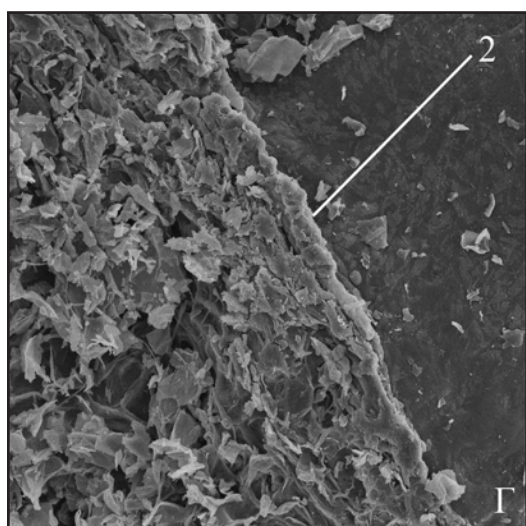
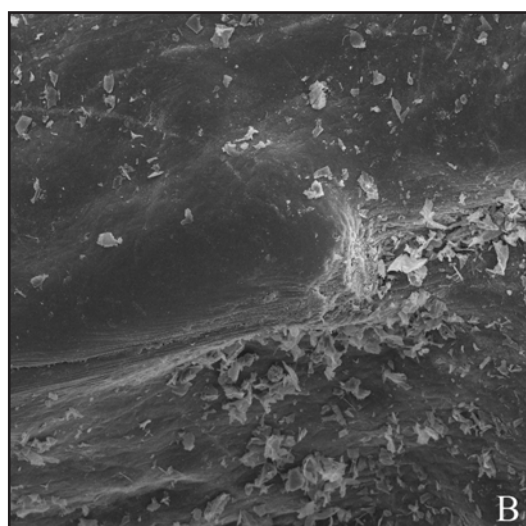
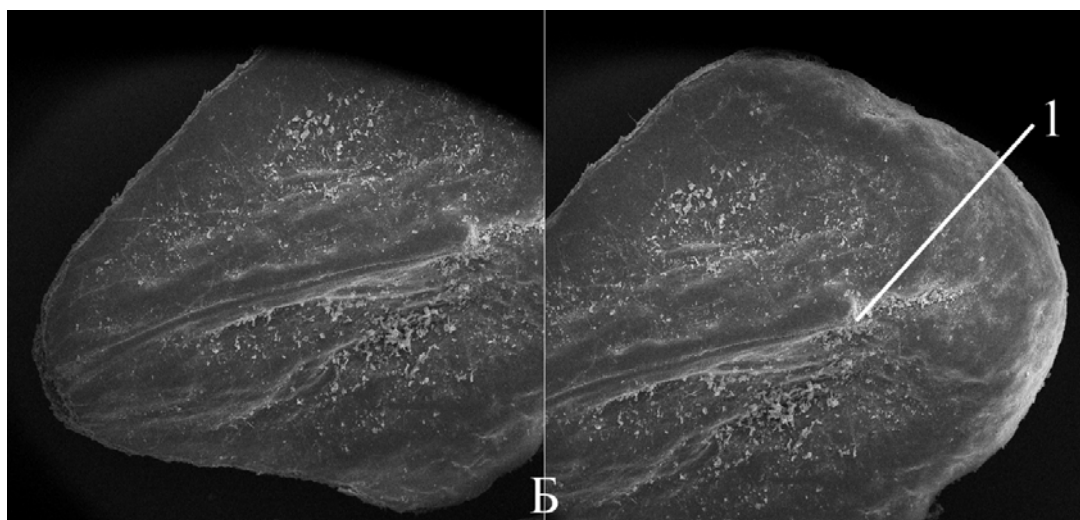
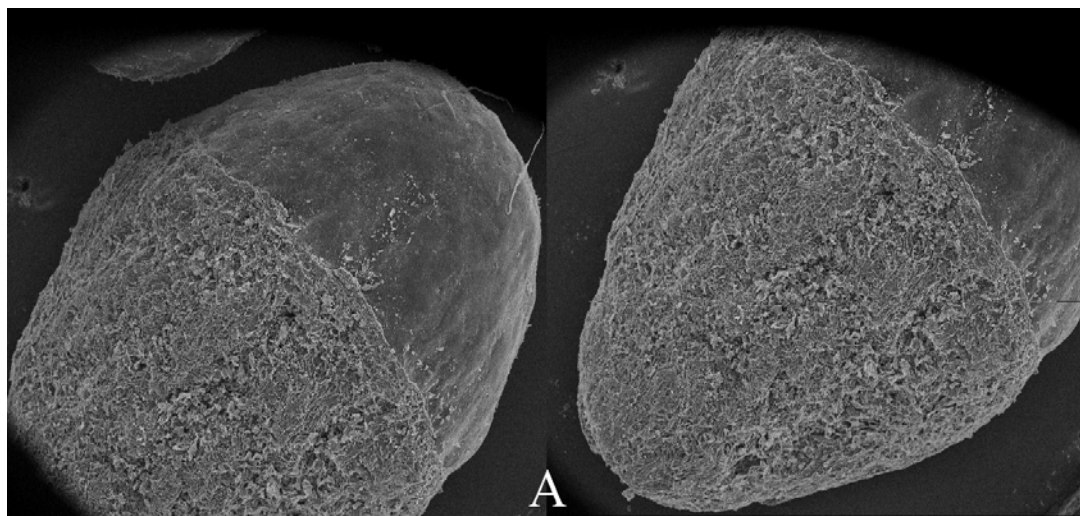
Рис. 3. Мікрофотографії горішків *Cotoneaster ascendens*: **А** – дорзальна сторона (×20); **Б** – вентральна сторона (×20); **В** – місце прикріплення стилодію (×160); **Г** – лінія відмежування щитка та гіпостилу (×200); **1** – місце прикріплення стилодію; **2** – лінія відмежування щитка та гіпостилу.

Fig. 3. SEM images of *Cotoneaster ascendens* nuts: **A** – dorsal side (×20); **B** – ventral side (×20); **B** – place of stylodium attachment (×160); **G** – line between scutum and hypostyle (×200); **1** – place of stylodium attachment; **2** – line between scutum and hypostyle.

д-7). Гіпостиль темно-коричневий (*atrosinnameus*, л-5), гладенький, блискучий. Вентральна сторона горішка темно-коричнева (л-5), блискуча; при 2-х горішках – з широкою борозенкою по центру та неглибокими виступами і впадинками; при 3-х горішках – поверхні двогранні, з виступаючою жилкоподібною борозенкою та виїмками і випуклостями по боках. Місце прикріплення стовпчика перебуває у заглибині, на відстані 2/4-3/4 від його основи.

За даними електронно-мікроскопічного дослідження мікрорельєф дорзальної поверхні гіпостилу поздовжньо-складчастий

чи зморшкуватий (Рис. 3). Щиток губчастий, утворений овальними чи округло-видовженими клітинами, часто вигнутими, орієнтованими як вздовж, так і поперек горішка. Лінія розподілу між щитком та гіпостилеми трохи припіднята, хвиляста, іноді розірвана; гіпостиль злегка нависає над щитком. Мікрорельєф вентральної поверхні більш згладжений, рівномірно слабо хвилястий, вентральна борозенка широка, жолобкувата, глибока, пряма, з припіднятими ширококілеподібними бічними краями; апікальний кінець із заглибиною, оточений по краю округлим валиком. Клітини гіпостилу



не проглядаються.

***C. atropurpureus* Flinck et B. Nyhlo – к. темно-багрянний**

Плоди поодинокі або по 2-3, оберненоширокояйцеподібні, 5-7 мм у діаметрі, червоні, помаранчево-червоні, глянцеуваті. Гіпантії зрослий, зубчики чашечки опушені, прямостоячі. Горішків 2-3, завдовжки 4-5 мм, завширшки 3,5-3,0 мм (Рис. 2 Б). Горішки з дорзальної сторони при 2-х у плоді овальні, на верхівці і при основі заокруглені, при 3-х у плоді – оберненояйцеподібні, на верхівці заокруглені, а при основі – трикутні.

Щиток займає $\frac{3}{4}$ спинної сторони, шорсткий, рівенький, лососево-колерний (*salmoneus*, г-2). Гіпостиль коричнево-бурий (*canno-brunneus*, в-2) та табаково-бурий (*nicotianus*, д-7), гладенький, блискучий. Вентральна сторона горішка такого ж забарвлення, блискуча; при 2-х горішках – один горішок виїмчастий, з маленьким горбиком, другий – з боків злегка випуклий, по центру з виступаючою жилкоподібною борозенкою. Місце прикріплення стовпчика перебуває на $\frac{3}{4}$ від основи.

Мікрорельєф дорзальної поверхні гіпостилію рівномірно слабохвилястий (Рис. 4). Щиток нависає над гіпостилем. Лінія розподілу чітка, майже пряма. Клітини, що утворюють щиток, вздовж лінії розподілу тангентально видовжені, здавлені; ближче до основи – округлі чи округло-кутасті, розміщені нещільно. Мікрорельєф вентральної поверхні також слабо хвилястий. Вентральна борозенка вузька, щілоподібна, глибока, пряма, з загостреними кілеподібними бічними краями; апікальний кінець потовщений у вигляді прямо урізаного горбика, без валика.

***C. divaricatus* Rehd. et Wils. – к. розчепірений**

Плоди по 1-2 (3), видовжено-еліпсоїдальні, 8 (10) мм завдовжки, (5) 6 мм завширшки, темно-червоні до рубінових, блискучі, розсіяно-волосисті. Гіпантії зрослий, зрідка слабовідкритий, краї зубчиків чашечки опушені, майже прямостоячі. Горішків 2, завдовжки 6-7 мм, завширшки 3,0-3,5 мм (Рис. 2 Г). Горішки з дорзальної сторони еліптичні або видовжено-овальні, на верхівці при основі заокруглені. Щиток займає $\frac{4}{6}$ спинної сторони, ізабеловий (*isabellinus*, к-1), слабогорбистий або рівний, посередині з глибокою борозенкою на всю довжину щитка або поздовжньо-горбисто-борозенчастий. Гіпостиль коричнево-бурий (*canno-brunneus*, в-2), гладенький, блискучий. Вентральна сторона горішка блискуча, один горішок – з помітною жилкоподібною борозенкою, з обох боків виїмчастий, другий – посередині випуклий, зі слабопомітною за межами випуклості жилкоподібною борозенкою. Місце прикріплення стовпчика чітко виражене, перебуває на $\frac{5}{6}$ від основи.

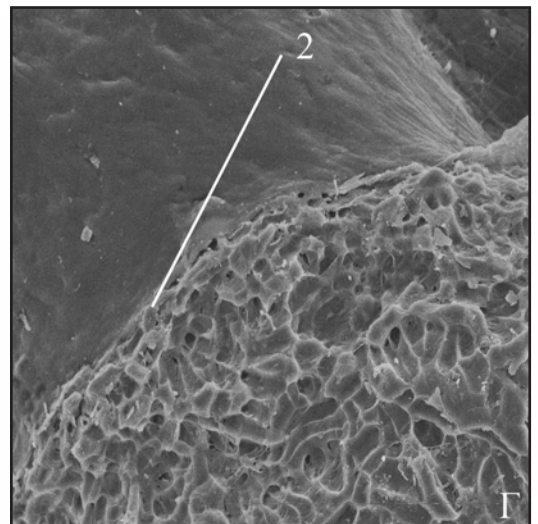
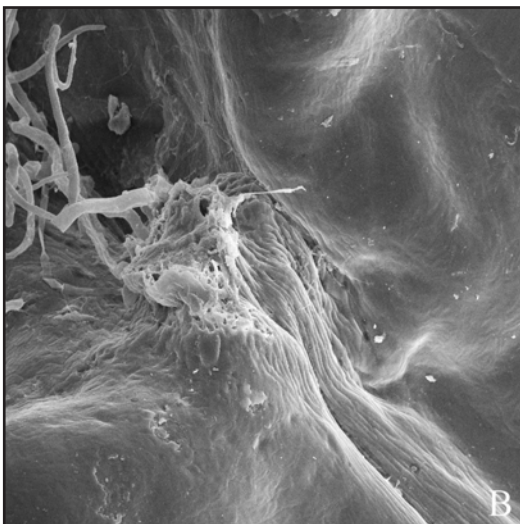
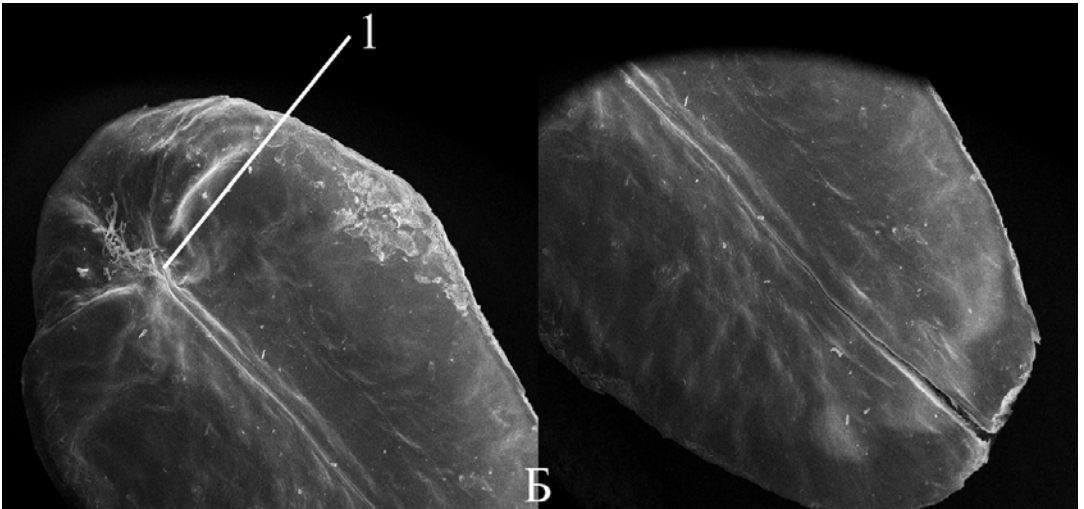
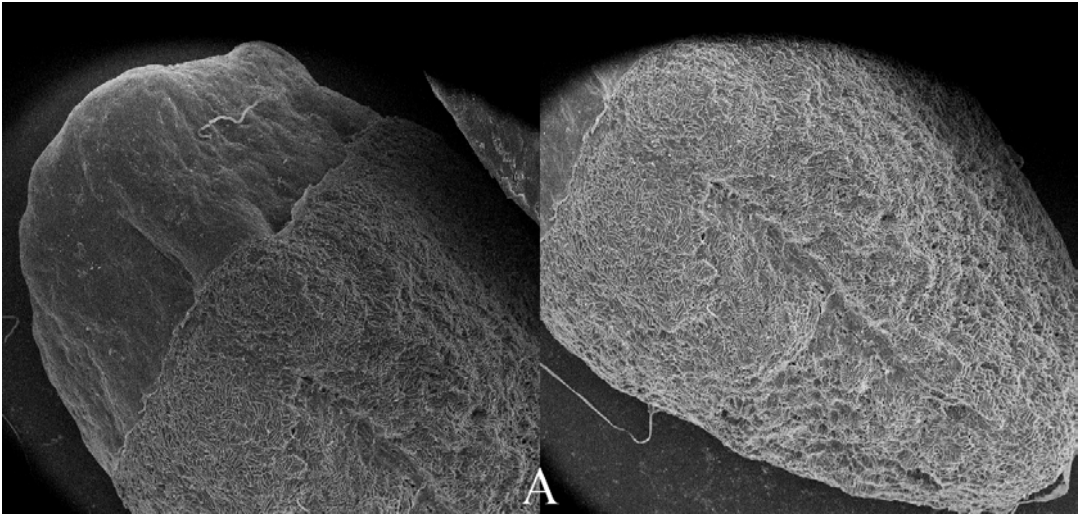
Мікрорельєф дорзальної сторони гіпостилію рівномірно хвилястий з виїмками (Рис. 5). Щиток утворений видовженими, рідше округло-ізодіаметричними клітинами, що розташовані хаотично. Лінія розподілу щитка й гіпостилію чітка, слабохвиляста, щиток нависає над гіпостилем. Мікрорельєф вентральної сторони горбкуватий; борозенка вузькожолобкувата, пряма, бічні краї неширокі, злегка підняті, згладжені; апікальний кінець з виступом, без валика по краю, оточений пучечком волосків.

***C. helmqvistii* Flinck et B. Nyhlo – к. Хельмквіста**

Плоди по 1-2, від кулястих до оберненояйцеподібних, 5-7 мм у діаметрі, помаранчево-червоні, блискучі, голі. Гіпантії зрослий або напіввідкритий, зубчики чашечки нерівнобокі, опушені, прямостоячі. Горішків

◀ **Рис. 4.** Мікрофотографії горішків *Cotoneaster atropurpureus*: А – дорзальна сторона (×20); Б – вентральна сторона (×20); В – місце прикріплення стилодію (×120); Г – лінія відмежування щитка та гіпостилію (×200); 1 – місце прикріплення стилодію; 2 – лінія відмежування щитка та гіпостилію.

◀ **Fig. 4.** SEM images of *Cotoneaster atropurpureus* nuts: А – dorsal side (×20); Б – ventral side (×20); В – place of stylodium attachment (×120); Г – line between scutum and hypostyle (×200); 1 – place of stylodium attachment; 2 – line between scutum and hypostyle.



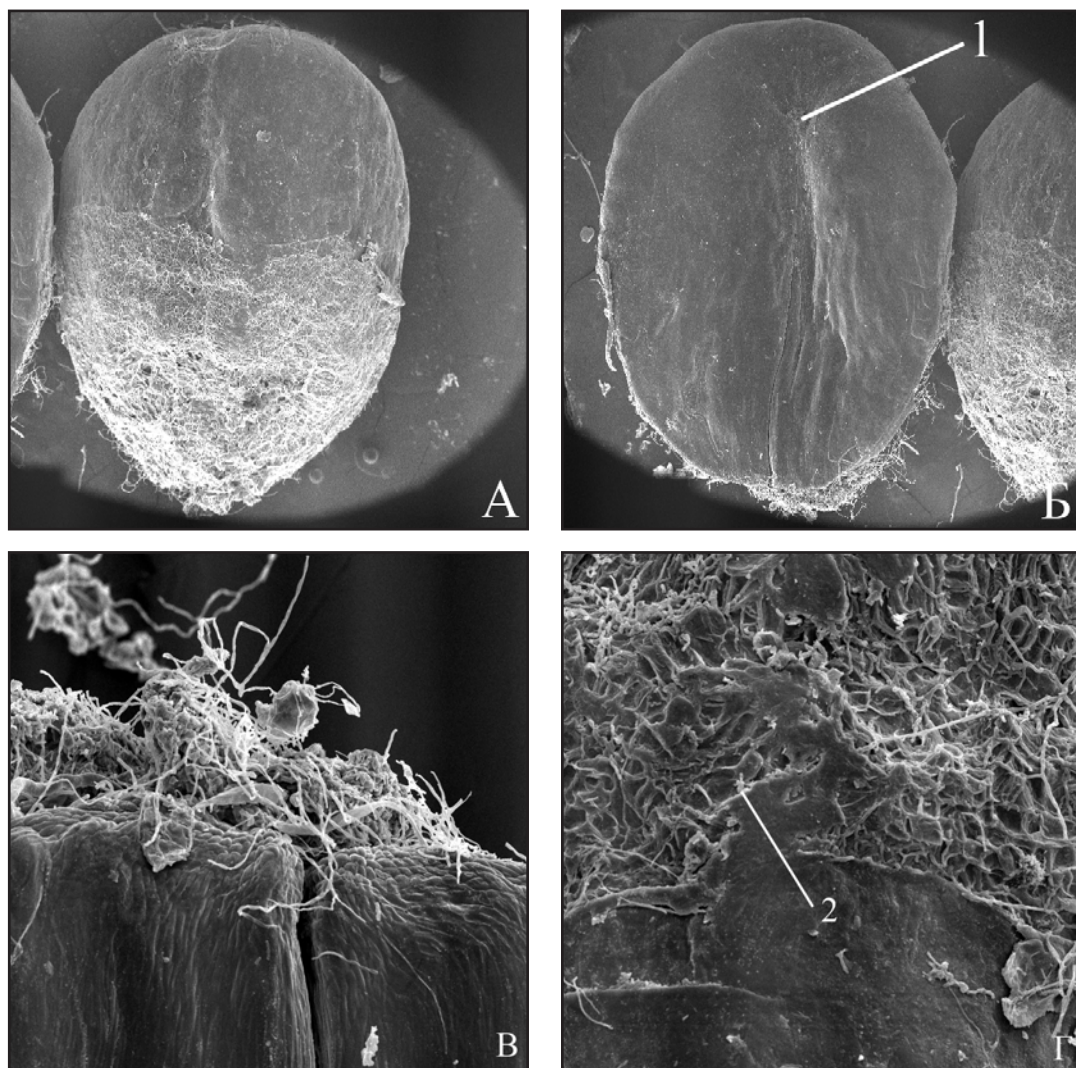
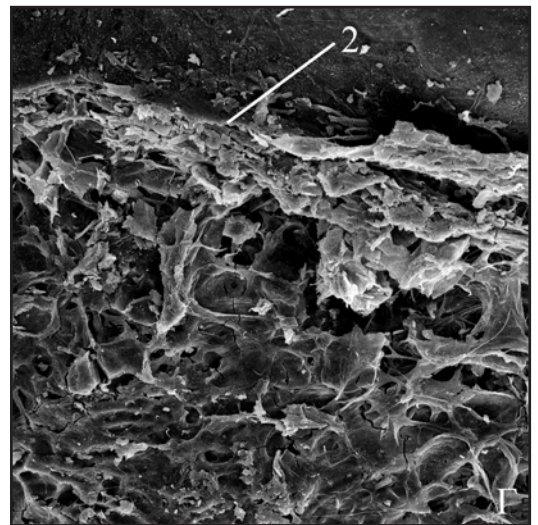
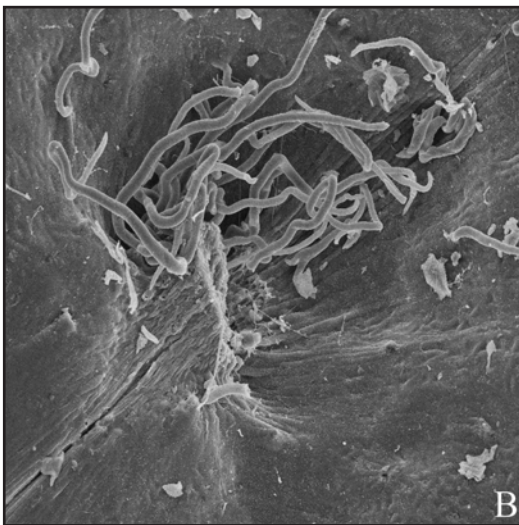
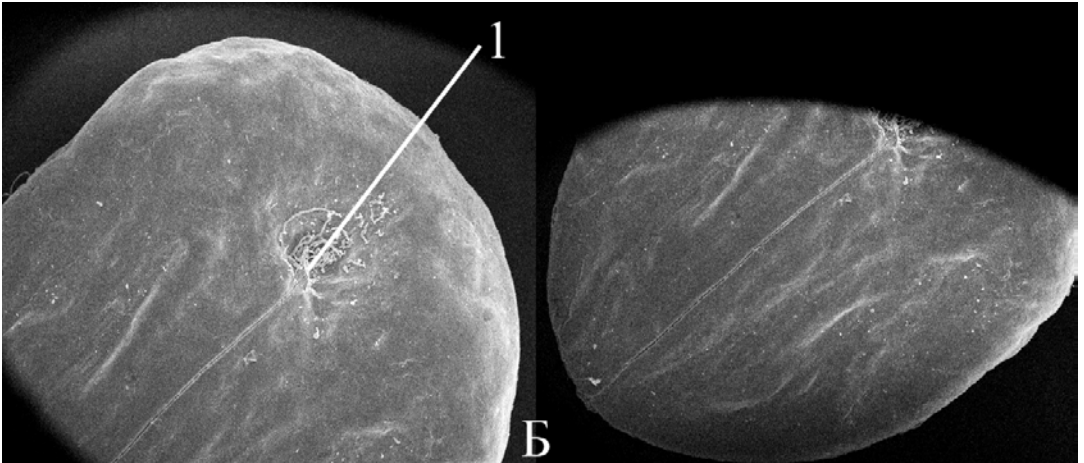
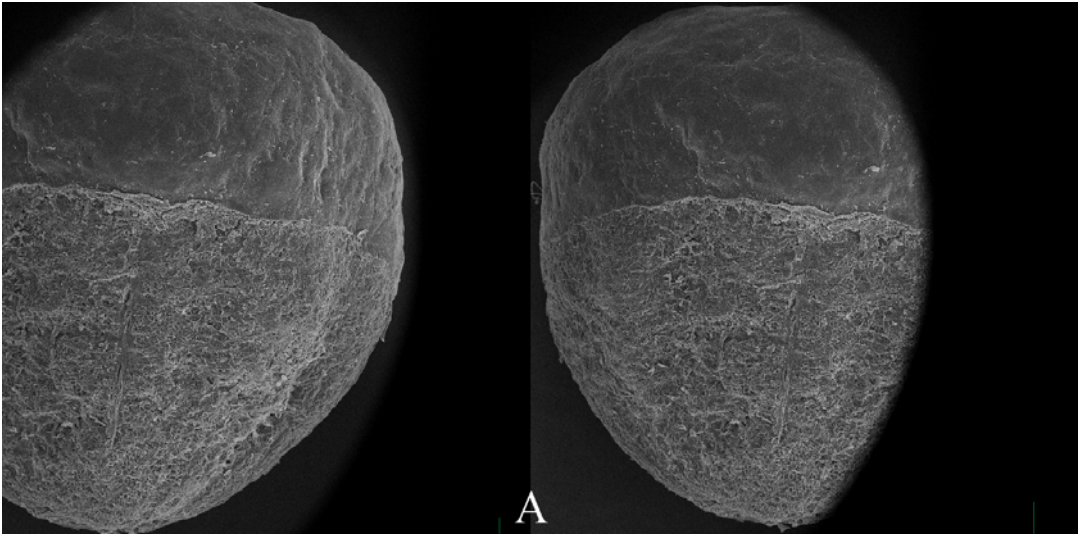


Рис. 6. Мікрофотографії горішків *Cotoneaster hjelmqvistii*: **А** – дорзальна сторона (×20); **Б** – вентральна сторона (×20); **Б** – місце прикріплення стилодію (×200); **Г** – лінія відмежування щитка та гіпостилію (×200); **1** – місце прикріплення стилодію; **2** – лінія відмежування щитка та гіпостилію.

Fig. 6. SEM images of *Cotoneaster hjelmqvistii* nuts: **A** – dorsal side (×20); **Б** – ventral side (×20); **Б** – place of stylodium attachment (×200); **Г** – line between scutum and hypostyle (×200); **1** – place of stylodium attachment; **2** – line between scutum and hypostyle.

◀ **Рис. 5.** Мікрофотографії горішків *Cotoneaster divaricatus*: **А** – дорзальна сторона (×20); **Б** – вентральна сторона (×20); **Б** – місце прикріплення стилодію (×150); **Г** – лінія відмежування щитка та гіпостилію (×200); **1** – місце прикріплення стилодію; **2** – лінія відмежування щитка та гіпостилію.

◀ **Fig. 5.** SEM images of *Cotoneaster divaricatus* nuts: **A** – dorsal side (×20); **Б** – ventral side (×20); **Б** – place of stylodium attachment (×150); **Г** – line between scutum and hypostyle (×200); **1** – place of stylodium attachment; **2** – line between scutum and hypostyle.



2-3, завдовжки 4-5 мм, завширшки 3-4 мм (Рис. 2 А). Горішки з дорзальної сторони при 2-х у плоді овальні та округлі, на верхівці і при основі заокруглені; при 3-х у плоді – овальні, на верхівці заокруглені, а при основі широко-трикутні або заокруглені.

Щиток займає $\frac{3}{4}$ спинної сторони, шорсткий, часом з двома неглибокими борозенками, які поділяють його на три рівні частини, лососево-колерний (*salmoneus*, г-2). Гіпостиль червонувато-бурий (*rubiginosus*, з-5), гладенький, блискучий. Вентральна сторона горішка блискуча; при 2-х горішках, один з них бугристий, а другий – слабовиімчастий з помітною жилкоподібною або із заглибленою борозенкою; при 3-х – горішки тригранні, з сильно виступаючою жилкоподібною борозенкою та глибокими заглибинами з одного або з двох боків, а на іншому горішку – з виступами. Місце прикріплення стовпчика розташоване вище $\frac{3}{4}$ від основи.

Мікрорельєф дорзальної сторони гіпостилію поздовжньо-хвилястий, лінія розподілу щитка та гіпостилію нечітка, часто розірвана, щиток ледь нависає над гіпостилем (Рис. 6). Клітини щитка злегка видовжені, часто вигнуті та покривлені, рідше кутасто-ізодіаметричні. Мікрорельєф вентральної сторони поздовжньо-хвилястий, в апікальній частині дрібнозморшкуватий; борозенка слабо виражена, вузька, щілиноподібна, бічні краї згладжені, не підвищені; апікальний кінець недиференційований, без валика, у вигляді злегка заглибленої щілини.

С. *horizontalis* Decaisne – к. горизонтальний

Плоди по 1-2, майже кулясті, 5-6 мм у діаметрі, помаранчево-червоні, блискучі, голі або майже голі. Гіпантій зрослий, зубчики чашечки густоволосисті. Горішків 2-3, завдовжки 4-4,5 мм, завширшки 3-3,5

мм (Рис. 2 В). Горішки з дорзальної сторони при 2-х у плоді овальні і яйцеподібні, на верхівці і при основі заокруглені; при 3-х у плоді – яйцеподібні, на верхівці заокруглені, а при основі широко-трикутні або заокруглені. Щиток займає $\frac{3}{4}$ спинної сторони, шорсткий, лососево-колерний (*salmoneus*, г-2). Гіпостиль брудно-бурувато-жовтий (*squalens*, к-5) та червонувато-бурий (*rubiginosum*, з-5), гладенький, блискучий. Вентральна сторона горішка брудно-бурувато-жовта (к-5), блискуча; при 2-х горішках з одного боку виімчаста, з другого – горбкувата, з центральною заглибиною на всю довжину горішка, зміщеною в бік виімчастої сторони; при 3-х – із чітко виступаючою жилкоподібною борозенкою, слабовиімчастою та слабовипуклою по боках. Місце прикріплення стовпчика перебуває вище, на $\frac{3}{4}$ від основи.

Мікрорельєф дорзальної сторони гіпостилію поздовжньо-хвилястий, щиток губчастий (Рис. 7). Клітини вздовж лінії розподілу переважно тангентально видовжені, стиснуті, ближче до основи – овальні чи округло-видовжені, дещо крупніші, ніж у попередніх видів; орієнтовані переважно поперек горішка. Лінія розподілу дуже чітка, майже пряма, щиток нависає над гіпостилем. Мікрорельєф вентральної сторони переважно поздовжньо-хвилястий, в апікальній частині – дрібнозморшкуватий. Борозенка пряма, тонка, щілиноподібна, без підвищень з боків; апікальний кінець з невеликим плоскуватим виступом, що розміщений у заглибині та оточений волосками.

Висновки

Отже, у досліджених видів більша частина дорзальної сторони (від $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$ поверхні) зайнята щитком. Периклінальні стінки зовнішнього шару клітин щитка часто

◀ **Рис. 7.** Мікрофотографії горішків *Cotoneaster horizontalis*: **А** – дорзальна сторона ($\times 20$); **Б** – вентральна сторона ($\times 20$); **В** – місце прикріплення стилодію ($\times 160$); **Г** – лінія відмежування щитка та гіпостилію ($\times 200$); **1** – місце прикріплення стилодію; **2** – лінія відмежування щитка та гіпостилію.

◀ **Fig. 7.** SEM image of *Cotoneaster horizontalis* nuts: **А** – dorsal side ($\times 20$); **Б** – ventral side ($\times 20$); **В** – place of stylodium attachment ($\times 160$); **Г** – line between scutum and hypostyle ($\times 200$); **1** – place of stylodium attachment; **2** – line between scutum and hypostyle.

зруйновані внаслідок відриву від м'якоті, з тканинами якої вони тісно злипаються. Для усіх видів характерне лише вентральне місце прикріплення основи стовпчика маточки, що підтверджує доцільність їх об'єднання у межах серії *Horizontales*. Проте, при загальному плані будови виявлено певні морфологічні відмінності. Так, щиток буває шорсткий, рівенький (*C. atropurpureus*, *C. horizontalis*), з двома (*C. hjelmqvistii*) або з однією короткою (*C. ascendens*) чи довгою (*C. divaricatus*) поздовжньою борозенкою по центру. Щиток може нависати над гіпостилем (*C. atropurpureus*, *C. horizontalis*) чи, навпаки, гіпостиль нависає над щитком (*C. ascendens*), або ж вони можуть бути майже на одному рівні (*C. hjelmqvistii*). Місце прикріплення стовпчика може бути розміщене як у заглибині (*C. ascendens*), так і на невеличкому виступі (*C. atropurpureus*), з валиком (*C. ascendens*) чи без нього (*C. atropurpureus*, *C. divaricatus*, *C. hjelmqvistii*, *C. horizontalis*). Вентральна борозенка може бути широкою жолобкуватою (*C. ascendens*), вузькою щілиноподібною з припіднятими (*C. atropurpureus*) чи згладженими (*C. horizontalis*) бічними сторонами. Щодо опушення апікальної частини, відміченого для *C. divaricatus* та *C. horizontalis*, питання про використання даної ознаки у якості діагностичного критерію потребує додаткового дослідження, оскільки при висиханні волоски можуть обламуватись. Вказані карпологічні відмінності можуть бути використані як діагностичні ознаки при ідентифікації таксонів та встановленні їх меж.

Використані джерела

- Артюшенко З.Т., Федоров А.А. 1986.** Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Наука, Ленинград.
- Бондарцев А.С. 1954.** Шкала цветов. Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях. Изд-во АН СССР, Москва – Ленинград.
- Голубкова А.Д. 1964.** Изучение причин покоя и методов предпосевной подготовки семян *Crataegus* и *Cotoneaster*. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва – Ленинград.
- Гревецова Г.Т. 1999.** Кизильники *Cotoneaster* (Medic.) С. Vauhin. Атлас. Вид-во «Дім, сад, город», Київ.
- Дудик Н.М. 1979.** Морфология плодов бобоцветных в связи с эволюцией. Наукова думка, Киев.
- Левина Р.Е. 1967.** Плоды: морфология, экология, практическое значение плодов. Приволж. кн. изд-во, Саратов.
- Пояркова А.И. 1950.** Кизильник – *Cotoneaster* Medic. Томин М.П. (ред.), Флора БССР. Т. 3: 31–34. Изд-во АН Белорусской ССР, Минск.
- Пояркова А.И. 1954.** Дополнение к обработке рода *Cotoneaster* Med. во «Флоре СССР». *Ботанические материалы Гербария Ботанического института им. В.А. Комарова АН СССР* 16: 109–132.
- Пояркова А.И. 1955.** Второе дополнение к обработке рода *Cotoneaster* Med. во «Флоре СССР». *Ботанические материалы Гербария Ботанического института им. В.А. Комарова АН СССР* 17: 179–212.
- Пояркова А.И. 1961.** Новые виды кизильника для флоры Советского Союза и Китая. *Ботанические материалы Гербария Ботанического института им. В.А. Комарова АН СССР* 21: 161–205.
- Русанов Ф.Н. 1971.** Метод родовых комплексов в интродукции растений и его дальнейшее развитие. *Бюллетень ГБС АН СССР* 81: 15–20.
- Хвелидзе М.Д. 1985.** К составлению определителя видов *Cotoneaster* по семенам. В кн.: Некрасов В.И., Иванова И.А. (ред.), Биология семян интродуцированных растений: 123–129. Наука, Москва.
- Цицин Н.В. (ред.) 1980.** Методические указания по семеноведению интродуцентов. Наука, Москва.
- Fryer J., Hylum B. 2009.** *Cotoneasters*; a comprehensive guide to shrubs for flowers, fruit, and foliage. Timber Press.
- Klotz G. 1982.** Synopsis der Gattung *Cotoneaster* Medicus. *Beitr. Phytotax.* 10: 7–81.

MORPHOLOGICAL PECULIARITIES OF THE FRUITS IN GENUS *COTONEASTER* MEDIK. SERIES *HORIZONTALIS* HURUSAVA

GANNA GREVTSOVA¹, TETJANA VAKULENKO², ZOYA PANINA³

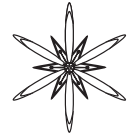
Abstract. There are represented morphological descriptions of fruits of 5 species from series *Horyzontales* of the genus *Cotoneaster*.

Key words: *Cotoneaster*, *Horizontales*, fruit, nut, hypostyle, scutum, styliodum

¹ A. V. Fomin Botanical Garden, 1 Symon Petliura str., Kyiv, 01032, Ukraine; grevtsova_1940@ukr.net

² M.M. Gryshko Botanical Garden of the NAS of Ukraine, 1 Timiryazevska str., Kyiv, 01014, Ukraine

³ M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine, 2 Tereshchenkivska str., Kyiv, 01601, Ukraine



УДК 581.44+581.84:582.852

МОРФО-АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗВЧАЙНОЇ ТА КРИСТАТНОЇ ФОРМ *ECHINOCEREUS PECTINATUS* (SCHEIDW.) ENG. (CACTACEAE A.L. JUSS.)

ВАЛЕНТИНА М. МАЛЯРЕНКО^{1*}, МАРИНА М. ГАЙДАРЖИ², ВЛАДИСЛАВА А. БАДАНІНА¹

Анотація. Досліджено морфолого-анатомічну будову стебла звичайної форми *Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Eng., а також *E. pectinatus* f. *cristata* (Cactaceae A.L. Juss.) з колекції Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Виявлено спільні морфолого-анатомічні ознаки стебел. Крім того, встановленні морфологічні та анатомічні відмінності між *E. pectinatus* та його гребінчастою формою. Найбільш очевидною ознакою фасціації є зміна форми поперечного зрізу стебла від округлої до еліптичної. Досліджені рослини відрізняються також за розміром клітин основної паренхіми, їх формою на поперечному зрізі, формою і місцем розташування включень.

Ключові слова: *Echinocereus*, анатомія, морфологія, гребінчаста форма, епідерма, гіподерма, включення

¹ Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», кафедра ботаніки, пр. академіка Глушкова 2, м. Київ, 03022, Україна; * vmalyarenko12@gmail.com

² Ботанічний сад ім. акад. О.В.Фоміна, вул. Комінтерна 1, м. Київ, 01032, Україна

Вступ

Одним з аномальних відхилень від нормального розвитку стебла представників родини Cactaceae A.L. Juss. є раптове або поступове набуття ним гребінчастої форми росту. Кристатністю (лат. *crista* – «гребінь») (Удалова и Вьюгина 1977) називають дефект росту стебла, коли верхівкова брунька аномально розростається, і стебла, що розвиваються, стають широкими та плоскими, а при подальшому рості – хвилястими.

Причина такої аномалії до цього часу не має чіткого пояснення. За даними Е. Шерлі, одного з Президентів «Спілки любителів кактусів і сукулентів Великобританії» (BCSS), налічується понад 50 родів сукулентних рослин, для яких відмічені випадки набуття гребінчастої форми росту.

В колекції сукулентних рослин захищеного ґрунту Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна за нашими даними (Маляренко *та ін.* 2010) налічується 36 видів рослин з фасціаціями, що належать до 25 родів з 4 родин: Cactaceae,

Crassulaceae D.C., Euphorbiaceae A.L. Juss. і Asclepiadaceae R.Br.

Рід Ехіноцереус (*Echinocereus* Eng.) має набір характерних ознак, хоча не всім видам роду вони притаманні. До них належать: невисокі стебла, бульбоподібне коріння, епідерма без трихом, квітки яскраво забарвлені, з зеленою приймочкою. Завдяки низці анатомо-морфологічних особливостей, ці рослини адаптовані до аридних і напіваридних умов існування (ANDERSON 2001).

Зважаючи на відсутність порівняльних анатомо-морфологічних досліджень форм *Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Eng., за мету було поставлено з'ясувати спільні та відмінні морфологічні та анатомічні ознаки будови стебла цих рослин.

Матеріали і методи досліджень

Об'єктом нашого дослідження були звичайна форма *E. pectinatus* та *E. pectinatus* f. *cristata* з колекції сукулентних рослин захищеного ґрунту Ботанічного саду

ім. акад. О.В. Фоміна. Для анатомічних досліджень використовували стебла живих рослин. Внутрішню будову стебла вивчали на поперечних та повздовжніх зрізах, які виготовляли від руки за рекомендаціями Паушевої (ПАУШЕВА 1988). Виготовлені мікропрепарати досліджували за допомогою світлових мікроскопів МБС-2 та Carl Zeiss Primo Star на різних збільшеннях. Проміри параметрів здійснювали за допомогою окуляр-мікрометра при збільшенні $\times 40$ за допомогою програми AxiVision Rel. 4.8. Мікрофотографії були зроблені камерою Score Tek E DCM 510 за допомогою програми ScorePhoto.

Результати та їх обговорення

E. pectinatus (Scheidw.) Eng., звичайна форма (Рис. 1).

Стебло циліндричної форми, невисоке (10-20 см заввишки, 3-6 см в діаметрі), іноді розгалужене, дуже соковите. Колір епідерми – світло-зелений. Стебла розділені 12-20 бугорчастими ребрами. Ареоли розміщені близько одна до одної, коричнево-сірого забарвлення, за формою овальні, 3 мм довжиною. Центральні колючки – відсутні або одна. Радіальних колючок 17-20, сірого кольору, від 1 до 4 мм завдовжки. Всі колючки прямі, тонкі, гребенеподібно прилягають до стебла (Рис. 1 А).

Тип стебла на поперечному зрізі борозенчастий (Рис. 1 В). Кутикула товстостінна. Епідерма двшарова: складається з шару власне епідермальних клітин та гіподерми – шару обводнених клітин. На поперечному зрізі клітини епідерми витягнуті в тангентальному напрямку, крупні, з потовщеною зовнішньою оболонкою. Форма різна: від овальної до прямокутної. Зовнішня клітинна стінка товста. Епідермальна тканина неоднорідна за розмірами та формою клітин (Рис. 1 С).

Основна паренхіма представлена хлорофілоносними клітинами прямокутної форми, видовженими в тангентальному напрямку. Паренхіма первинної кори добре розвинена. Наявна велика кількість

міжклітинників. Клітини крупні з тонкими стінками, округлої форми (Рис. 1 С). В центрі стебла розміщується серцевина із крупних паренхімних клітин. Присутні вклучення у вигляді друз (Рис. 1 D).

Провідна система пучкового типу, пучків багато. Ксилема розвинена слабо, містить судини зі спіральним потовщенням (Рис. 1 Е). Флоема розвинена добре.

Зовні пагін покритий кутином. Кутикулярний віск представлений нашаруванням. Епідермальні клітини мають звивисті стінки (Рис. 2 А).

Продихів багато, занурених, рівномірно розсіяних по всій поверхні пагона. Продиховий апарат парацитного типу (Рис. 2 В).

Echinocereus pectinatus (Scheidw.) Eng. f. *crinata* (Рис.3).

Має гребінчасту форму стебла, 8 см в ширину та 3 см в висоту. Колір епідерми темно-зелений. Стебла матові. Ребра не виражені. Ареоли дрібні, коричневого забарвлення, 3 мм завдовжки. Центральні колючки відсутні або одна. Радіальних колючок 17-20, сірого кольору, 1-4 мм завдовжки. Всі колючки прямі, тонкі, гребенеподібно прилягають до стебла (Рис. 3 А).

Стебла на поперечному зрізі овальних обрисів (Рис. 3 В). Кутикула товстостінна. Епідерма двшарова: складається з шару власне епідермальних клітин та гіподерми. Епідерма неоднорідна за розмірами та формою клітин: на поперечному зрізі форма клітин варіює від овальної до прямокутної. Зовнішня клітинна стінка товста. Клітини гіподерми великі, видовжені в тангентальному напрямку, овальної форми (Рис. 3 С).

Паренхіма первинної коридобрерозвинена, з великою кількістю міжклітинників. Клітини овальні, крупніші, ніж у звичайної форми, тонкостінні. Хлоренхіма містить вклучення – рафіди (Рис. 3 D). Окрім того, присутні вклучення, які закручуються в клітинах у вигляді кілець (Рис. 3 Е).

Центральний провідний циліндр має нетипову форму – звужений з країв і розширюється до центру. Найпотужніші

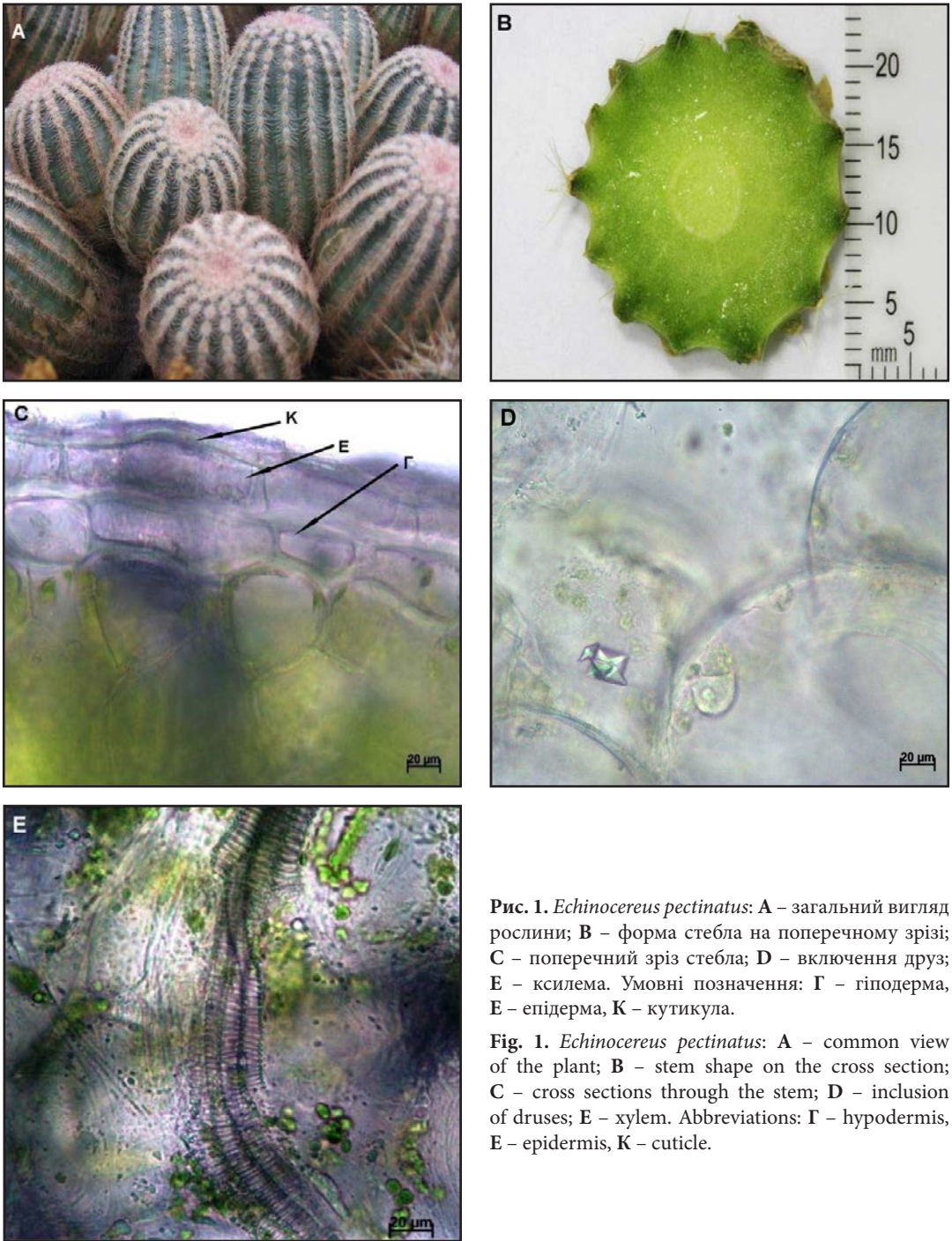


Рис. 1. *Echinocereus pectinatus*: **A** – загальний вигляд рослини; **B** – форма стебла на поперечному зрізі; **C** – поперечний зріз стебла; **D** – включення друз; **E** – ксилема. Умовні позначення: **Г** – гіподерма, **Е** – епідерма, **К** – кутикула.

Fig. 1. *Echinocereus pectinatus*: **A** – common view of the plant; **B** – stem shape on the cross section; **C** – cross sections through the stem; **D** – inclusion of druses; **E** – xylem. Abbreviations: **Г** – hypodermis, **Е** – epidermis, **К** – cuticle.

провідні пучки розміщені в центрі. Провідних пучків 10. Ксилема представлена судинами зі спіральним потовщенням. Флоєма розвинена добре. Міжпучкові зони вузькі.

В центрі стебла розміщується серцевина із клітин більших за розміром, ніж у звичайного пагона, тому вона пухкіша.

Епідермальні клітини мають хвилясті

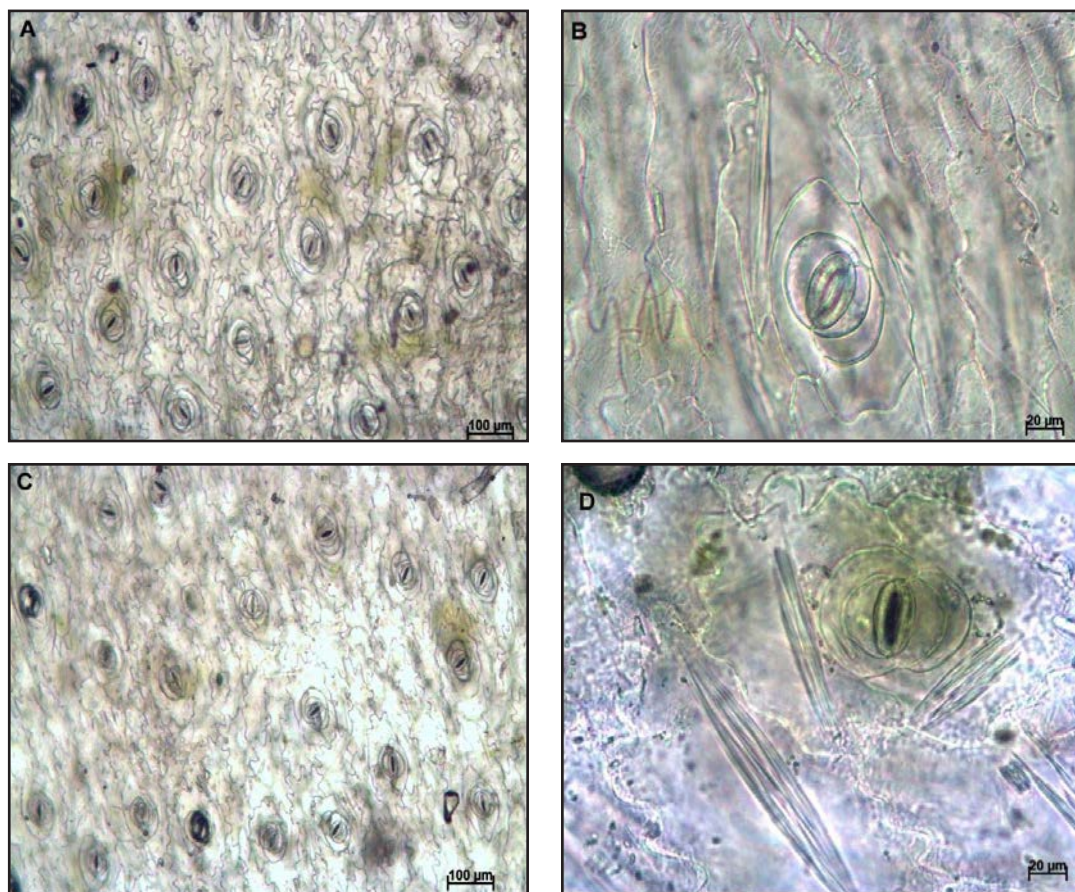


Рис. 2. Епідерма *Echinocereus pectinatus* (A, B) та *E. pectinatus* f. *cristata* (C, D).

Fig. 2. Epidermis of *Echinocereus pectinatus* (A, B) and *E. pectinatus* f. *cristata* (C, D).

обриси. Продихи занурені, розсіяні рівномірно по всій поверхні пагона (Рис. 2 С). Продиховий апарат парацитний. У замикаючих клітинах присутні вклучення (Рис. 2 D).

Порівняльні якісні та кількісні ознаки анатомо-морфологічної будови стебла звичайної та гребінчастої форм *E. pectinatus* наведено у Табл. 1.

Висновки

Таким чином, проведені нами порівняльні дослідження структури стебла звичайної та гребінчастої форм *E. pectinatus* показали як подібність у їх анатомо-морфологічній будові (зануреність продихів, їх рівномірне розміщення на поверхні пагона, парацитний тип продихового апарату та спіральне

потовщення судин), так і відмінні. Звичайна та гребінчаста форми відрізняються за формою стебла (циліндрична у *E. pectinatus*, гребінчаста у *E. pectinatus* f. *cristata*), розміром клітин основної паренхіми та їх формою (у *E. pectinatus* клітини мають менші розміри та округлу форму, у *E. pectinatus* f. *cristata* – овальну форму), ступенем розвитку провідних пучків у стеблі, типом вклучень і їх розміщенням. Так, у *E. pectinatus* f. *cristata* провідні пучки потужніші, а в епідермальних клітинах присутні спіралеподібні вклучення і рафіди. У звичайної форми провідні пучки менш розвинуті, а вклучення у вигляді друз. У замикаючих клітинах продихів *E. pectinatus* f. *cristata* присутні вклучення, у звичайної форми подібні вклучення не виявлені.

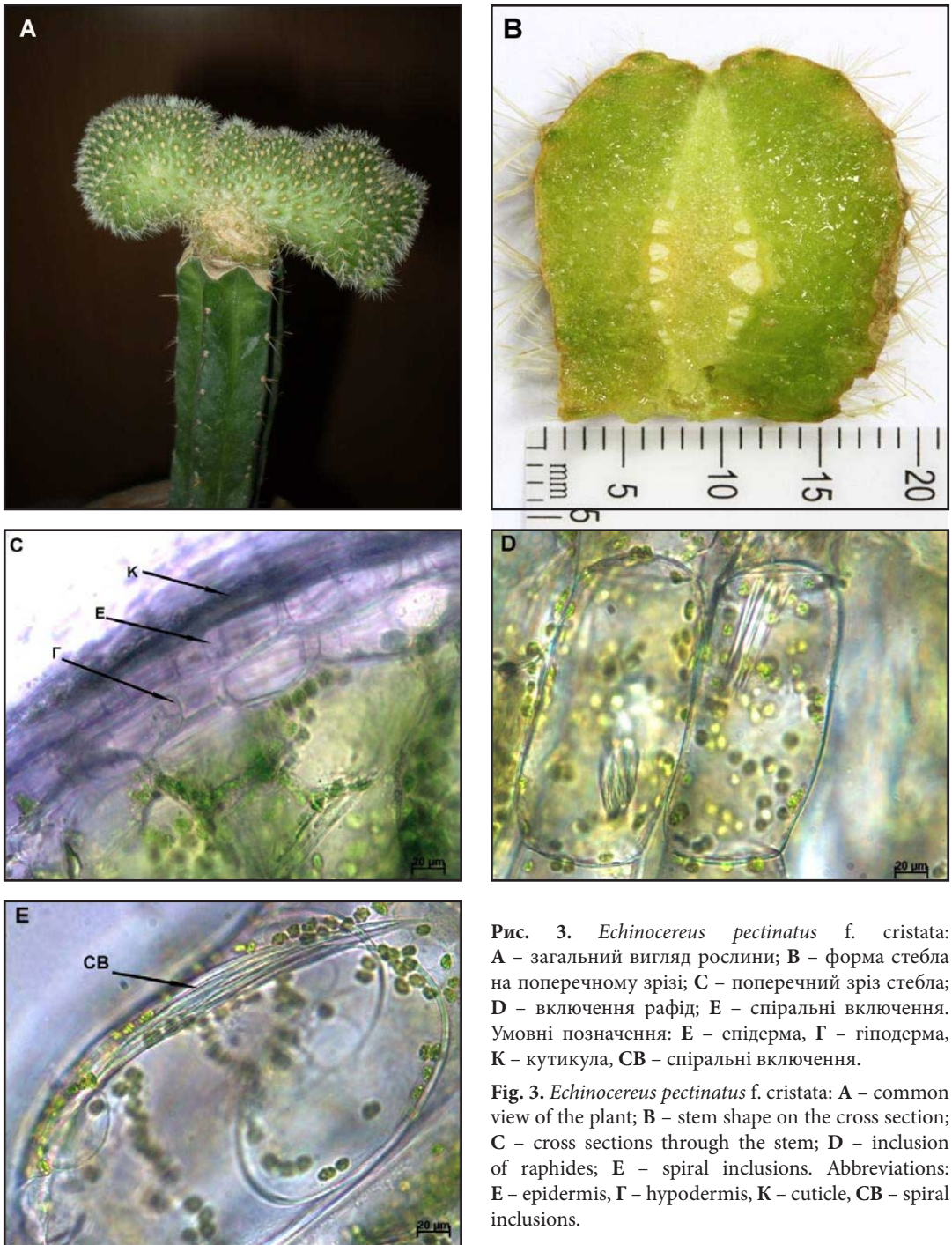


Рис. 3. *Echinocereus pectinatus* f. *cristata*: **A** – загальний вигляд рослини; **B** – форма стебла на поперечному зрізі; **C** – поперечний зріз стебла; **D** – включення рафід; **E** – спіральні включення. Умовні позначення: **E** – епідерма, **Г** – гіподерма, **К** – кутикула, **СВ** – спіральні включення.

Fig. 3. *Echinocereus pectinatus* f. *cristata*: **A** – common view of the plant; **B** – stem shape on the cross section; **C** – cross sections through the stem; **D** – inclusion of raphides; **E** – spiral inclusions. Abbreviations: **E** – epidermis, **Г** – hypodermis, **К** – cuticle, **СВ** – spiral inclusions.

Табл. 1. Порівняння морфологічних та анатомічних особливостей *Echinocereus pectinatus* та *E. pectinatus* f. *cristata*.
Table 1. Comparison of morphological and anatomical features of *Echinocereus pectinatus* and *E. pectinatus* f. *cristata*.

Ознаки	<i>E. pectinatus</i>	<i>E. pectinatus</i> f. <i>cristata</i>
Тип стебла на поперечному зрізі	Бороздчастий	Еліптичний
Кутикулярний віск	Наявний	Наявний
Основна водозапасаюча паренхіма	Добре розвинута	Добре розвинута
Розміри клітин основної паренхіми	Крупні	Дуже крупні
Форма клітин основної паренхіми	Округла	Овальна
Епідерма	Неоднорідна	Неоднорідна
Обриси клітин епідерми	Звивисті	Звивисті
Проекції клітин епідерми	Розпластані	Розпластані
Форма клітин епідерми на поперечному зрізі	Овальна, прямокутна	Овальна, прямокутна
Розміри клітин епідерми на поперечному зрізі	Крупні	Крупні
Товщина зовнішньої стінки епідерми, мкм	1,63-1,66	4,09-5,06
Продихи	Рівномірно розсіяні	Рівномірно розсіяні
Тип продихового апарату	Парацитний	Парацитний
Флоемні волокна	Присутні	Присутні
Міжпучкові зони	Вузькі	Вузькі
Серцевина	Однорідна тонкостінна	Пухка
Розміщення включень	Друзи у клітинах	У клітинах та поза клітинами. Рафіди, спіральні включення

Використані джерела

МАЛЯРЕНКО В.М., ГАЙДАРЖИ М.М., БАДАНІНА В.А. 2010. Фасціації у представників сукулентних рослин колекції закритого ґрунту Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. *Актуальні проблеми ботаніки та екології (Мат. міжнар. конф., 21-25 вересня 2010 р., Ялта)*: 123–124.

ПАУШЕВА З.П. 1988. Практикум по цитології рослин. Агропромиздат, Москва.

УДАЛОВА Р. А., ВЬЮГИНА Н.Г. 1977. В мире кактусов. Наука, Ленинград.

ANDERSON E. 2001. The cactus family. Timber Press. Portland.

MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL FEATURES OF REGULAR AND CRISTATE FORMS OF *ECHINOCEREUS PECTINATUS* (SCHEIDW.) ENG. (CACTACEAE A.L. JUSS.)

VALENTINA M. MALIARENKO ^{1*}, MARYNA M. GAJDARJI ², VLADISLAVA A. BADANINA ¹

Abstract. Comparative morphological and anatomical investigations on the normal and cristate forms of *Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Eng. stem (Cactaceae A.L. Juss.) from Fomin's Botanical Garden collections have been conducted. There were found a few characters identical for the stem structure in both forms. But also were found morphological and anatomical differences between normal and cristate forms. The most obvious sign of fasciation is a change of cross stem sections from circular to elliptical shape. The plants are also distinguished by the size and the form of transversal projections of the parenchymatous cells and by shape and location of the inclusions.

Key words: *Echinocereus pectinatus*, anatomy, morphology, cristate form, epidermis, hypodermis, inclusions

¹ Taras Shevchenko Kyiv National University, Educational and Scientific Centre «Institute of Biology», Department of botany, 2 Akademika Glushkova av., Kyiv, 03022, Ukraine; *vmalyarenko12@gmail.com

² O.V. Fomin Botanical Garden, 1 Kominterny str., Kyiv, 03022, Ukraine



УДК 582.542.51

МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛОФІТА *JUNCUS GERARDII* LOISEL. SUBSP. *GERARDII* (JUNCACEAE)

О.А. ФУТОРНА^{1,2*} ТА І.Г. ОЛЬШАНСЬКИЙ^{1**}

Анотація. Досліджено анатомічну будову вегетативних органів галофіта *Juncus gerardii* subsp. *gerardii*. Показано, що вона характеризується поєднанням ксероморфних та галоморфних ознак. Зокрема, наявність паренхімної обкладки, добрий розвиток моторних клітин, слабкий розвиток механічної тканини є ознаками галоморфізму. В той час як дрібноклітинність тканин, високий ступінь палісадності, високий коефіцієнт видовженості палісадних клітин (у листку і у стеблі) – ознаками ксероморфізму. Також досліджено морфологічну будову насінин *J. gerardii* subsp. *gerardii*. З'ясовано, що насінини цього виду не мають спеціальних морфолого-анатомічних пристосувань до проростання за умов високого засолення.

Ключові слова: *Juncus gerardii*, Juncaceae, галофіти, морфологія, листок, стебло, насінина

¹ Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна, *olshansky1982@ukr.net

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. С. Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна, **oksana_drofa@yahoo.com

Вступ

Відомо, що переважна кількість рослин розвивається в умовах високого вмісту солей, оскільки 25% поверхні Землі в різній мірі засолені, а 2/3 її вкрито водами Світового океану, де вміст солей сягає 3-4%. Спеціалізовану групу рослин, що здійснюють цикл свого розвитку при наявності у ґрунті високої концентрації солей називають галофітами. Галофіти виробили комплекс фізіологічних, біохімічних, морфологічних і анатомічних адаптивних механізмів. Галофіти, представляючи вузькоспеціалізовану екологічну групу, свідчать про зв'язок рослин з оточуючим середовищем, а їх ценози є індикаторами ґрунтів, хімічного складу і глибини залягання ґрунтових вод (Нагалевский и Николаевский 1981). Пізнання механізму дії солей і пристосувальних реакцій рослин має не лише теоретичне, а й практичне значення (Rožema & Blom 1977; Нагалевский 2003; Бирюлева и др. 2008; Grigore et al. 2010).

Великий інтерес представляють галофіти з точки зору встановлення природи їх походження, географії та формування еколого-фізіологічних особливостей.

Існуюча література містить лише фрагментарні дані по анатомії галофітів України. Зокрема, на сьогодні недостатньо вивчено анатомічну будову однодольних галофітів України, так як в більшості робіт об'єктами досліджень виступали дводольні рослини. Також, практично відсутні дані про особливості структурної адаптації облигатних та факультативних ситників-галофітів у різних філогенетичних гілках цього роду.

Дослідження мікроморфологічних ознак вегетативних органів галофітів роду *Juncus* L. можуть бути корисними для пізнання їх екології, а також для вирішення питань філогенії та таксономії. В зв'язку з цим, метою нашого дослідження було всебічно дослідити мікроморфологічні ознаки одного з представників роду *Juncus* – *J. gerardii* Loisel. subsp. *gerardii*.

Цей вид поширений в Європі,

Середземномор'ї, Сибіру та Північній Америці, був занесений та натуралізувався у Гренландії, Австралії та Новій Зеландії.

J. gerardii – поліморфний вид, у якому виділяють три підвиди (KIRSCHNER *et al.* 2002), що розрізняють за висотою рослин, розмірами листків, суцвіть, квіток, листочків оцвітини, коробочок, тичинок тощо. *J. gerardii* subsp. *gerardii* поширений у Європі, Західній і Центральній Азії, Північній Америці, занесений до Австралії, Нової Зеландії та Гренландії. *J. gerardii* subsp. *montanus* Snogerup представлений у Піренейських та Атлаських горах, а *J. gerardii* subsp. *atrofuscus* (Rupr.) Printz – у Північній Європі (НґМЕТ-АНТІ 1966; KIRSCHNER *et al.* 2002). У флорі України вид представлений типовим підвидом *J. gerardii* subsp. *gerardii*, який поширений майже по всій території, окрім Карпат. Найчастіше ці рослини ростуть на засолених ґрунтах (KIRSCHNER *et al.* 2002; ОЛЬШАНСЬКИЙ 2009а, б). Окремі їх макроморфологічні ознаки варіюють у широких межах, однак найбільш варіабельними залишаються висота рослин та кількість квіток у суцвітті (ОЛЬШАНСЬКИЙ 2009а, б).

Анатомічну будову вегетативних органів представників роду *Juncus*, переважно з Центральної Європи, досліджували ВЛАУ (1904), АВРАМСЬКИЙ (1911), НАСЛІНґЕР (1914). Вивчення мікрморфологічних ознак, у тому числі анатомічної структури вегетативних органів, видів роду *Juncus* в Україні досі не проводили. Однак, результати попередніх досліджень показали, що ознаки анатомічної будови листків можуть бути діагностичними на видовому та секційному таксономічних рівнях (ФУТОРНА І ОЛЬШАНСЬКИЙ 2010). Більше того, відомості по анатомічній будові вегетативних органів рослин видів роду *Juncus* допоможуть краще зрозуміти їх екологію, а також будуть корисними для вирішення питань філогенії та систематики як самого роду, так і родини Juncaceae в цілому.

Результати та їх обговорення

Листок

Листки *J. gerardii* subsp. *gerardii* пласкі або

жолобчасті, піхвові вушка округлі, 0,4-0,7 мм завдовжки. На поперечному перерізі форма листкової пластинки дугоподібна з загорнутими догори краями.

СЕМ (Рис. 1 А, Б). Парацитні продихи розміщені на обох поверхнях листкової пластинки, на одному рівні з іншими епідермальними клітинами, впорядкованими рядами, які містяться між провідними пучками. Адаксіальна епідерма характеризується значно меншою кількістю продихів порівняно з абаксіальною. Значний відсоток епідерми складають моторні клітини, між якими продихи відсутні, натомість вони наявні між основними епідермальними клітинами які розташовуються латерально. Рельєф адаксіальної поверхні остистий, проекції клітин витягнуті, обриси звивисті. Рельєф абаксіальної епідерми на відміну від адаксіальної – складчастий. Клітини абаксіальної поверхні також характеризуються витягнутими проекціями та звивистими обрисами. Їх антикаінальні стінки потовщені, периклінальні – випуклі. Наявний добре розвинений епікутикулярний віск.

СМ (Рис. 1 В, Г). Листок середньої товщини. На обох епідермах спостерігається добре розвинена кутикула. Клітини епідермальної тканини на поперечному розрізі округлої форми. Адаксіальна епідерма сформована клітинами двох типів: переважну частину епідерми складають крупні моторні клітини, які містяться над мезофілом, латерально від них наявні смужки дрібних основних епідермальних клітин, які спостерігаються над пучками склеренхіми. Абаксіальна епідерма сформована дуже дрібними товстостінними клітинами, на відміну від клітин адаксіальної епідерми. Іноді під клітинами епідерми по краях листкової пластинки спостерігається гіподерма. Мезофіл центричний, багат шаровий, представлений 10-13 шарами щільно розміщених клітин. Клітини палісадної тканини щільно розміщені, дуже довгі (коефіцієнт видовженості сягає 3-3,5).

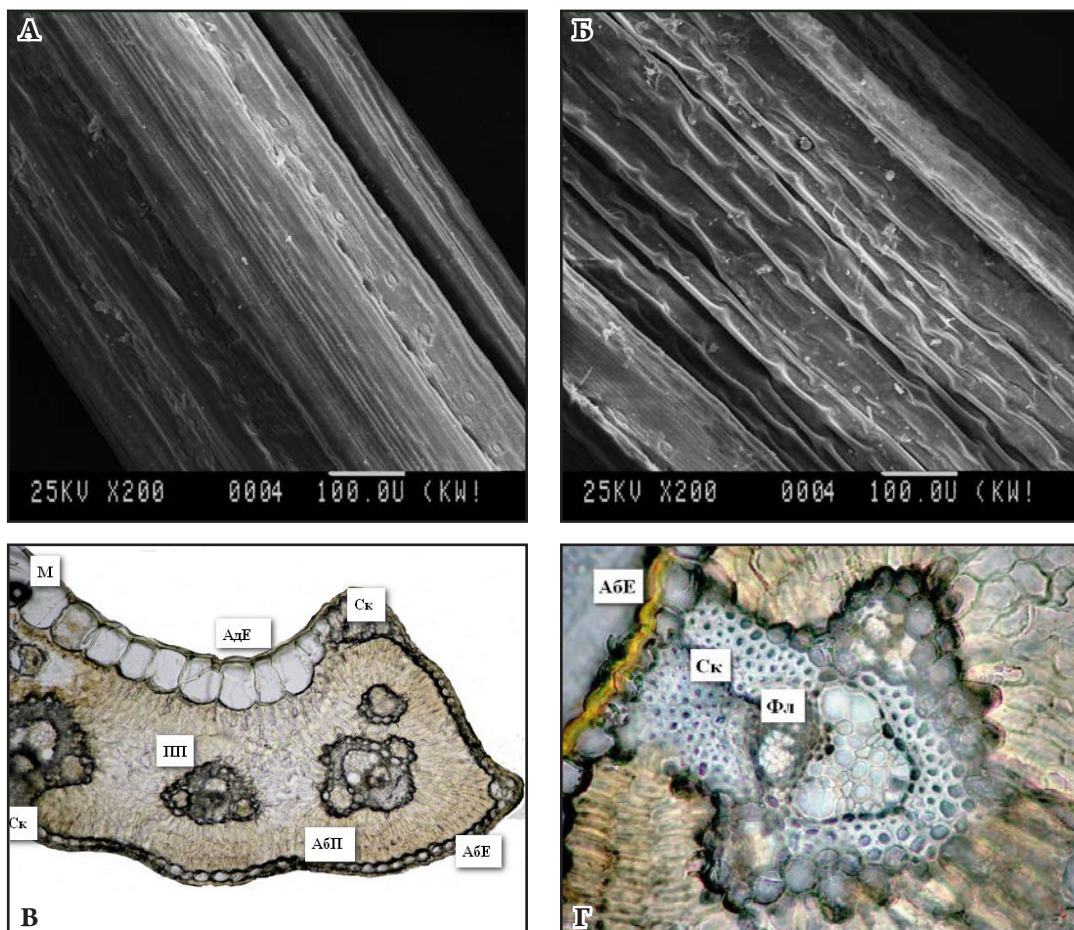


Рис. 1. Листок *Juncus garardii* subsp. *garardii*: А – абаксiальна поверхня; Б – адаксiальна поверхня; В – поперечний перерiз; Г – поперечний перерiз через середню жилку; АБЕ – абаксiальна епiдерма; АБП – абаксiальна паренхіма; АДЕ – адаксiальна епiдерма; М – моторні клітини; ПП – провідний пучок; Ск – склеренхіма; Фл – флоема.

Fig. 1. Leaf of *Juncus garardii* subsp. *garardii*: А – ultrastructure of abaxial epidermis; Б – ultrastructure of adaxial epidermis; В – cross-sections; Г – cross-sections trough the midrib; АБЕ – abaxial epidermis; АБП – abaxial mesophyll; АДЕ – adaxial epidermis; М – bulliform cells; ПП – vascular bundle; Ск – sclerenchyma; Фл – phloem.

Губчастий мезофіл міститься між провідними пучками і сформований щільно розміщеними округлими клітинами.

Провідна система представлена центральним та дрібними бічними провідними пучками. Центральний провідний пучок середнього розміру оточений паренхімною та добре розвинутою местомною обкладками. Спостерігаються бічні провідні пучки двох типів: повноцінні (наявна флоема і ксилема) і неповні, які мають лише флоему. Повноцінні бічні провідні

пучки, як і центральний пучок, оточені добре розвинутою местомною і паренхімною обкладкою. Неповні провідні пучки оточені лише паренхімною обкладкою. Механічна тканина – склеренхіма. Спостерігається абаксiальна, субепiдермальна, прямокутна балка, сформована 10–12-рядним шаром склеренхіми, яка супроводжує центральний провідний пучок. Крім того, пучки склеренхіми містяться по краях листової пластинки з її адаксiальної сторони.

У листків *J. gerardii* subsp. *gerardii* особливу увагу привертають наступні анатомічні ознаки: наявність добре розвинених моторних клітин, незанурені продихи, слабкий розвиток механічних тканин, тип мезофілу та компактність розміщення його клітин, ступінь видовженості палісадних клітин.

Екологічне значення та функціонування моторних клітин залишається досить дискусійним питанням. На думку НАВЕРЛАНДТ (1914), моторні клітини представників родини *Rosaceae* виконують функцію згортання та розгортання листової пластинки, оберігаючи таким чином рослину від надмірної втрати вологи. ВЕАЛ (1886) називав ці клітини "blister"-клітинами, на його думку вони відповідають за скручування листової пластинки в двох або трьох площинах. ДУВАЛ-ЖУВЕ (1875), дослідивши моторні клітини представників родини *Rosaceae*, встановив, що вони приймають участь у русі листових пластинок та регулюють випаровування з листової поверхні. КЕАРНЕЙ (1900) виявив моторні клітини у деяких трав'янистих рослинах і відмітив що краї листової пластинки стають більш-менш евольвентними у період дефіциту вологи і, навпаки, плоскими, коли вологи достатньо.

БРИТТОН (1903) висунув припущення, що наявність моторних клітин (за його визначенням "water-cells") у злаків та осок, є одним з яскравих прикладів спеціалізованих пристосувань до ксерофітних умов зростання. Ці клітини містяться в адаксіальних балках, продихи розміщуються вздовж них, і коли моторні клітини втрачають вологу, балки закриваються, запобігаючи таким чином значній втраті води через продихи. АЛВАРЕЗ *et al.* (2003) також вважають, що скручування листків є характерною ксероморфною ознакою, яка має адаптивне значення, захищаючи рослини від надмірної інсоляції, втрати вологи та перегріву, при цьому зберігаючи навколо продихів мікроклімат з підвищеною вологістю. БРОНГНІАРТ (1860) один з перших вчених, який спостерігав рух листків у представників родини *Rosaceae*,

нічого не згадує про моторні клітини. ЕЛЛІС (1976) з обережністю називав моторні клітини «органами руху», оскільки у деяких видів моторні клітини накопичують велику кількість кремнію, а їх зовнішні стінки потовщуються стають жорсткими, і навряд чи такі клітини можуть приймати участь в гігроскопічному русі листків.

ФАНН & СІТЛЕР (1992) встановили, що моторні клітини більш розвинені у рослин пустель і висунули припущення, що ці клітини є адаптацією у відповідь на водний та сольовий стрес. Інші автори вважають, що ці клітини сагують для запасання води. На думку СЛАЙТОН & РЕНВОЙЗЕ (1999), моторні клітини відповідають за надходження світла до мезофілу листка.

Стебло

На поперечному розрізі стебло *J. gerardii* subsp. *gerardii* округлої форми. Епідермальна тканина одношарова, її клітини дрібні, ізодіаметричні, мають дуже товсті зовнішні стінки та потужний шар кутикули. Субепідермальна хлоренхіма складена 4-5 шарами щільно розміщених палісадних клітин. Луб'яні волокна розміщуються пучками над провідними елементами. Провідні пучки варіюють за розміром. Спостерігаються пучки середнього розміру, між якими містяться дрібні провідні пучки. Серцевина змішана, добре розвинена, займає 2/3 частини поперечного розрізу стебла. Її клітини варіюють за розміром, від крупних у центрі стебла, до дрібних – у перимедулярній зоні.

Отже, анатомічна структура стебла *J. gerardii* subsp. *gerardii* характеризується потужним розвитком серцевини, хлоренхіми та товстостінними епідермальними клітинами.

Ми підтримуємо думку про те, що розвинутість моторних клітин у листках *J. gerardii* subsp. *gerardii* є пристосуванням до запасання води в умовах фізіологічної сухості. Розвиток водозапасаючих структур (моторних клітин та обкладок навколо провідних пучків, добрий розвиток серцевини,

виповненої тонкостінними паренхімними клітинами) властивий багатом ксерофітам і вважається ксероморфною ознакою.

За даними Ю.В. ГАМАЛЕЯ (1984), розвиток цих ознак по різному проявляється у рослин аридної зони, а розвиток кутикули, воску та зовнішніх клітинних стінок є видоспецифічним. Ми вважаємо, що потужний розвиток кутикули та воску на листках та стеблах, а також наявність товстостінних клітин епідерми мають виражене адаптивне значення у рослин *J. garardii* subsp. *gerardii*.

На думку Ю.В. ГАМАЛЕЯ (1984), ізолатеральний тип мезофілу з великою кількістю його шарів, а також великий відсоток палісадної паренхіми та симетричне розміщення її шарів є наслідком високої інсоляції та певної орієнтації листків рослин. Це підтверджують і наші дані, оскільки досліджувані нами рослини *J. garardii* subsp. *gerardii* зростали за умов високої інсоляції (400-1425 KWh/m²) та випаровуваності (при річній сумі опадів 300-360 мм, випаровуваності 900-1000 мм) і характеризуються багат шаровим центричним мезофілом (різновид ізолатерального) з симетрично розміщеним палісадним мезофілом (адаксіальний та абаксіальний мезофіл складений трьома шарами клітин) та добре розвинутою хлоренхімою стебла.

Посилення жорсткості листків та стебел за рахунок потужного розвитку склеренхіми спостерігається у рослин, що зростають у посушливих умовах і вважається однією з характерних рис ксерофітів (склерофітів). Рослини *J. garardii* subsp. *gerardii* мають жорсткі листки та стебла, поряд з незначним розвитком механічної тканини. Ми підтримуємо думку Ю.В. ГАМАЛЕЯ (1984), який довів, що жорсткість листків може виникати внаслідок потовщення стінок клітин епідерми та високої щільності мезофілу.

На думку В.Я. НАГАЛЕВСЬКОГО (2003), такі ознаки як наявність паренхімної обкладки, виражений розвиток моторних клітин, слабкий розвиток механічної тканини є рисами галоморфізму. Поряд з

цим, у досліджених рослин спостерігаються ознаки, які вважаються ксероморфними: дрібноклітинність тканин, високий ступінь палісадності та високий коефіцієнт видовженості палісадних клітин (як у листку, так і у стеблі).

Насінина (Рис. 2)

За даними А.Г. ВОВК (1985), у формуванні насінної шкірки представників *Juncaceae* беруть участь обидва інтегументи (зовнішній та внутрішній). Клітини зовнішньої епідерми зовнішнього інтегументу після запліднення розростаються, вакуолізуються, їх зовнішні оболонки потовщуються. У видів роду *Juncus* клітини зовнішньої епідерми насінної шкірки крупні, витягнуті, на поперечному зрізі прямокутні, з тонкими антиклінальними і внутрішніми периклінальними стінками. Вони утворюють прозору саркотесту, яка краще виражена біля халази та мікропіле (SOUÉGES 1933; ПОДДУБНАЯ-АРНОЛЬДИ 1964; ПЕТРОВА и ВОВК 1984; ВОВК 1985, 1990).

Згідно наших досліджень, насінини *J. garardii* subsp. *gerardii* за формою видовжені, дещо зігнуті, 0,5-0,7мм завдовжки, забарвлення варіює від темно-коричневого, бурого до іржастого. Придатки насінин малопомітні. Рубчик базальний, насінний шов чітко виражений. Поверхня насінин ребриста. Клітини тести прямокутні, орієнтовані довшою віссю перпендикулярно осі насінини. Дистальні та проксимальні антиклінальні стінки клітин тести помітно потовщені, периклінальні стінки увігнуті, їх текстура складчаста.

Результати наших досліджень узгоджуються з раніше отриманими даними інших дослідників. Зокрема, морфологічні і анатомічні ознаки насінин видів роду *Juncus* флори Сибіру досліджувала Н.К. КОВТОНЮК (КОВТОНЮК 1986; КОВТОНЮК 1999), флори Єгипту – ЕЛ HUSSEINY (1980) та АВДЕЛ КНАЛІК (2010), окремих регіонів США (у тому числі, ультраструктуру поверхні насінин *J. garardii* subsp. *gerardii*) – BROOKS & KUNN (1986) та ZECH & WUJEK (1990). За літературними даними та у ході оригінальних

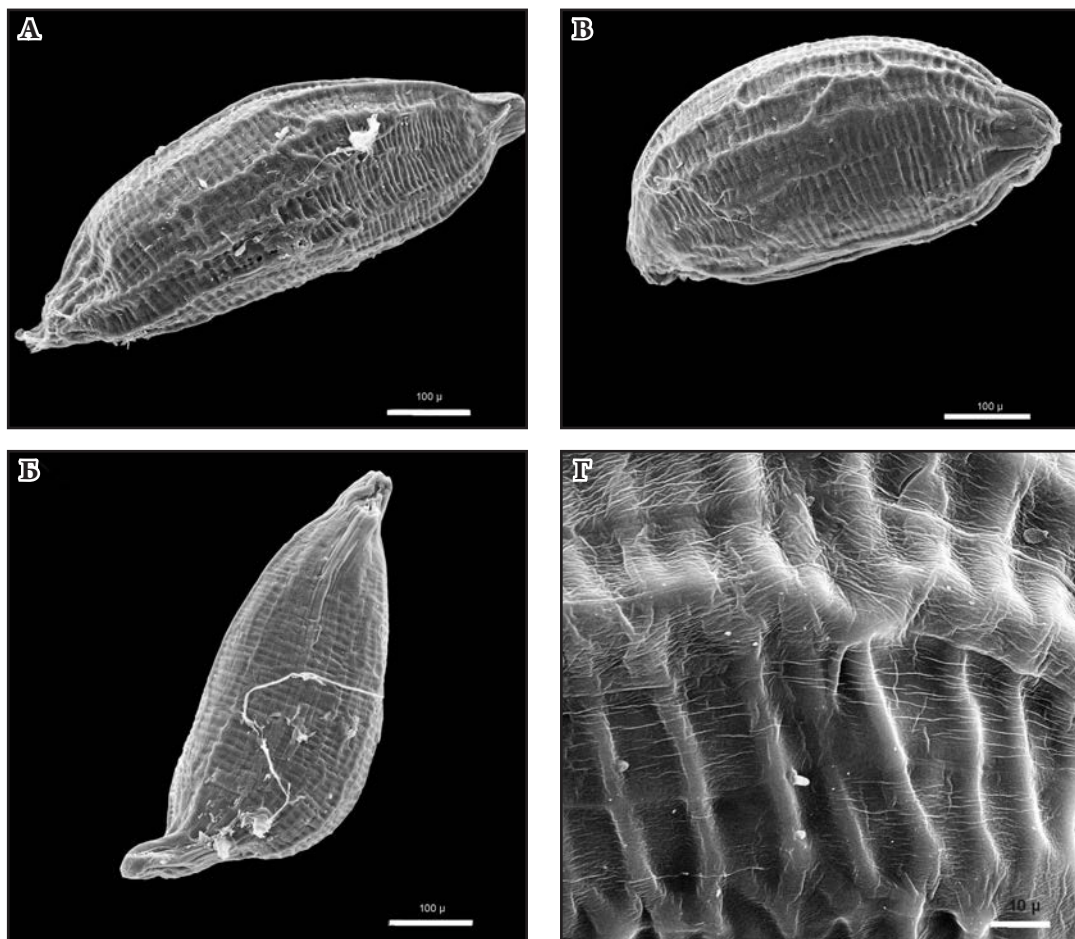


Рис. 2. Насінина *Juncus gerardii* subsp. *gerardii*: А-В – загальний вигляд; Г – ультраструктура поверхні.

Fig. 2. Seed of *Juncus gerardii* subsp. *gerardii*: А-В – general view; Г – surface ultrastructure.

досліджень (Ольшанський 2009а, б, 2012; Ольшанський та Федорончук 2011) встановлено, що ознаки насінини можна успішно використовувати у систематиці роду *Juncus* на видовому та секційному рівнях.

Насінини галофіта *J. gerardii* subsp. *gerardii* не мають спеціальних морфолого-анатомічних пристосувань до проростання за високого засолення. ЗНУ (2003) було з'ясовано, а пізніше підтверджено Г.А. Шалахметовою (Шалахметова и др. 2011), що насінини галофітів за високої концентрації солей не здатні проростати, тобто процес проростання насіння не корелює зі стійкістю дорослих рослин до високої концентрації солей, воно проростає

при низькому вмісті солей, наприклад після дощу. Проблема відтворення рослин родини Juncaceae, а саме роду *Juncus* в екстремальних умовах (в умовах надмірної інсоляції, засолення та водному дефіциті) остаточно не вирішена.

Висновки

Отже, у результаті дослідження встановлено, що анатомічна будова вегетативних органів *J. gerardii* subsp. *gerardii* характеризується поєднанням ксероморфних та галоморфних ознак. Такі ознаки, як наявність паренхімної обкладки, добрий розвиток моторних клітин, слабкий розвиток

механічної тканини є рисами галоморфізму. Поряд з цим, у досліджених рослин спостерігаються ознаки, які вважаються ксероморфними: дрібноклітинність тканин, високий ступінь палісадності та високий коефіцієнт видовженості палісадних клітин (у листку і в стеблі). Також встановлено, що насінини *J. garardii* subsp. *gerardii* не мають спеціальних морфо-анатомічних пристосувань до проростання за високого рівня засолення.

Використані джерела

- Артюшенко З.Т. 1990.** Атлас по описательной морфологии высших растений. Семья. Л.: Наука.
- Бирюлева Э.Г., Жалдак С.Н., Симагина Н.О. 2008.** Особенности анатомо-морфологического строения вегетативных органов галофитов рода *Halimolobos* Aell. Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана: 22–28.
- Васильев Б.Р. 1988.** Строение листа древесных растений различных климатических зон. Л.: ЛГУ.
- Вовк А.Г. 1985.** Порядок Juncales Сравнительная анатомия семян. Т. 1. Однодольные: 158–161. Наука, Ленинград.
- Вовк А.Г. 1990.** Особенности анатомии семян ситниковых. *Ботанические исследования на Украине: Доклады УБО*: 16–17.
- Гамалей Ю.В. 1984.** Анатомия листа у растений пустыни Гоби. *Бот. журн.* **69** (5): 569–584.
- Данилова М.Ф., Кирпичников М.Э. 1985.** Словарь терминов. Сравнительная анатомия семян. Т. 1: 8–32. Наука, Ленинград.
- Ковтонюк Н.К. 1986.** Изучение поверхности семян сибирских видов рода *Juncus* L. (Juncaceae) с помощью сканирующего электронного микроскопа. АН СССР. Сиб. Отд-е. Центр. Сиб. Ботан. сад. Новосибирск. Деп. ВИНТИ, 27.10.1986, №7861-В 86.
- Нагалевский В.Я. 2003.** Галофиты Северного Кавказа: Флористико-систематический, физиологический, географический, фитоценотический и эколого-анатомический анализ. Автореф. дисс... д.б.н., Краснодар.
- Нагалевский В.Я., Николаевский В.Г. 1981.** Экологическая анатомия растений. Краснодар.
- Ольшанський І.Г. 2009а.** До варіабельності ознак *Juncus garardii* Loisel. (Juncaceae). *Актуальні проблеми ботаніки і екології (Мат-ли міжнар. конф. молодих учених, м. Кременець, 11-15 серпня 2009)*: 114–116.
- Ольшанський І.Г. 2009б.** Морфологічна будова та ультраструктура поверхні насінин видів родини Juncaceae Juss. флори України. *Укр. ботан. журн.* **66** (2): 179–190.
- Ольшанський І.Г. 2012.** Морфологічна будова й ультраструктура поверхні насінин ожики кримської (*Luzula taurica* (V.I. Krecz.) Novikov, Juncaceae). *Mod. Phytomorphol.* **1**: 157–160.
- Ольшанський І.Г., Федорончук М.М. 2011.** Рід *Juncus* L. (Juncaceae) у флорі України. *Укр. бот. журн.* **68** (5): 686–700.
- Петрова А.Р., Вовк А.Г. 1984.** Структура поверхности семян некоторых представителей сем. Juncaceae. *Всесоюз. конф. по анат. раст. (Ленинград, октябрь 1984)*: 127–128.
- Подабунья-Арнольди В.А. 1964.** Общая эмбриология покрытосеменных растений. Наука, Москва.
- Фурст Г.Г. 1979.** Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. Наука, Москва.
- Футорна О.А., Ольшанський І.Г. 2012.** Анатомо-морфологічна будова листка *Juncus garardii* Loisel. (Juncaceae). *Актуальні питання природничих наук та методики викладання. До 70 річниці з дня народження науковця і педагога І.І. Кочерги (Тези доповідей, Ніжин, 22-23 лютого 2012 р.)*: 115–116.
- Шалахметова Г.А., Мырзабаева М., Атайұлы С., Адикулов З. 2011.** Изучение осммопротектанта, стимулирующего прорастание семян галофитов в условиях засоления. *Вестник ЕНУ им. А.Н. Гумилева* **4**: 188–194.
- Abdel Khalik K.N. 2010.** Seed coat morphology and its systematic significance in *Juncus* L. (Juncaceae) in *Egypt. Journ. Syst. Evol.* **48** (3): 215–223.
- Abrański T. 1911.** Beiträge zur Kenntnis der Juncaceen. Breslau: Wilh. Gottl. Korn.
- Alvarez J.M., Rocha J.F., Machado S.R. 2003.** Ultrastructural aspects of bulliform cells in two Cerrado Grass species. *Proc. XIX Congr. Brazil. Soc. Microscopy & Microanalysis*. Abstract.
- Beal W.B. 1886.** The bulliform or hygroscopic cells of grasses and sedges compared. *Bot. Gaz.* **2**: 321–326.
- Blau J. 1904.** Vergleichend anatomische Untersuchung der schweizerischen *Juncus*-Arten. Zürich.
- Britton W.E. 1903.** Vegetation of the North Haven sand plains. *Bull. Torr. Bot. Club.* **30**: 571–620.
- Brongniart A. 1860.** Note sur le sommeil des feuilles dans une plante de la famille de Graminées, le *Strepium guianense*. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **7**: 470–472.
- Brooks R.E., Kuhn C. 1986.** Seed morphology under SEM and light microscopy in Kansas *Juncus* (Juncaceae). *Brittonia* **38** (3): 201–209.
- Clayton S.D., Renvoize S.A. 1999.** Genera of graminum. Grasses of the world. Roy. Bot. Gard., Kew.
- Duval-Jouve J. 1875.** Histotaxie des feuilles de Graminées. *Ann. Sci. Nat., ser. 6, Bot.* **1**: 294–371.

- EL HUSSEINY N. 1980.** Studies in the genus *Juncus* in Egypt. M. Sc. Dissertation. Cairo: Cairo University, Botan. Depart.
- ELLIS R.P. 1976.** A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* **12**: 65–109.
- FAHN A., CUTLER D. F. 1992.** Xerophytes. Handbuch der Pflanzenanatomie. B. **13**, T. **3**. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- GRIGORE M.-N., TOMA C., BOȘCAIU M. 2010.** Ecological implications of bulliform cells on halophytes, in salt and water stress natural conditions. *Anal. științifice Univers. Al. I. Cuza.* **61**: 5–15.
- HABERLANDT G. 1914.** Physiological plant anatomy. Macmillan & Co., London.
- HÄMET-AHTI L. 1966.** Variation of *Juncus gerardii* Lois. in Northern Fennoscandia. *Ann. Bot. Fennici* **3**: 391–398.
- HASLINGER H. 1914.** Vergleichende Anatomie der Juncaceen. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Math.-Nat. Kl. Wien* **123**: 1147–1193.
- KEARNEY T.H. 1900.** The plant covering of Ocracoke Island: a study in the ecology of the North Carolina strand vegetation. *Contr. U.S. Nat. Herb.* **5**: 261–319.
- KIRSCHNER J., SNOGERUP S., NOVIKOV V.S. et al. 2002.** Species Plantarum: Flora of the World. **8** (3). Juncaceae. *Juncus* subg. *Agathryon*. Australian Biological Resources Study, Canberra
- KOVTONJUK N.K. 1999.** Systematic significance of some Juncaceae and Caryophyllaceae. In: KURMANN M.H., HAMSLEY A.R. (eds.), The Evolution of Plant Architecture: 367–374. Roy. Botan. Gard., Kew.
- ROZEMA J., BLOM B. 1977.** Effects of salinity and inundation on the growth of *Agrostis stolonifera* and *Juncus gerardii*. *J. Ecol.* **65**: 213–222.
- SOUÉGES R. 1933.** Reserches sur l'embryogenie des Joncaceés. *Bull. Soc. Botan. France* **80** (1-2): 51–69.
- ZECH J.C., WUJEK D.E. 1990.** Scanning electron microscopy of seeds in the taxonomy of Michigan *Juncus*. *Michigan Bot.* **29** (1): 3–18.
- ZHU J. 2003.** Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Curr. Opin. Plant Biol.* **6**: 441–445.

MICROMORPHOLOGY OF THE HALOPHYTE *JUNCUS GERARDII* LOISEL. SUBSP. *GERARDII* (JUNCACEAE)

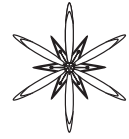
O. FUTORNA^{1,2*} & I. OLSHANSKYI^{1**}

Abstract. It has been established that anatomical structure of vegetative organs of the halophyte *Juncus gerardii* subsp. *gerardii* combines xeromorphic and halomophic features. Such features as parenchyma lining, good development of bulliform cells, and weak development of mechanical tissue are typically halomophic. However, plants also have features considered as xeromorphic: e.g. smaller cells of the tissues, the high length of the cells in palisade mesophyll (in the leaves), and length of the cells in chlorenchyma (in the stem). The seeds of *J. gerardii* subsp. *gerardii* have not special morphological or anatomical adaptations to germination at the high level of salinity.

Key words: *Juncus gerardii*, Juncaceae, halophyte, morphology, leaf, stem, seed

¹ M.G. Kholodny Institute of Botany NASU, 2, Tereshchenkivska st., 01601, Kyiv, Ukraine, *olshansky1982@ukr.net

² Taras Shevchenko National Universiti of Kyiv, 1, Symona Petlury st., 01032, Kyiv, Ukraine, ** oksana_drofa@yahoo.com



УДК 577.152.087:581.2

ВПЛИВ ВОДНОГО ДЕФІЦИТУ ТА АБСЦИЗОВОЇ КИСЛОТИ НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ КЛІТИН ІЗОЛЬОВАНОЇ ЗАРОДКОВОЇ ОСІ НАСІННЯ КВАСОЛІ

ЛІДІЯ БАБЕНКО

Анотація. Досліджували вплив дегідратації й регідратації на ультраструктуру клітин ізольованої зародкової осі насінин квасолі на різних етапах проростання. Встановлено, що лабільними структурами цитоплазми є полісоми, ендоплазматичний ретикулюм, діктіосоми. Вони формуються при гідратації й зникають при зневодненні. Дегідратація зародкових осей у чутливій фазі спричинювала плазмоліз клітин і незворотне руйнування їх мембранних структур. Обробка розчином АБК 10^{-4} М, затримувала процеси структурної перебудови клітин пов'язані з активним ростом, але не впливала на їх життєздатність і виступала як протектор дегідратації на чутливій до зневоднення стадії.

Ключові слова: *Phaseolus vulgaris*, насінина, зародкова вісь, АБК, ультраструктура клітин

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Терещенківська, 2, м. Київ, МСП-1, 0160, Україна;
lilia.babenko@gmail.com

Вступ

Життєвий цикл насінин більшості видів рослин складається з формування, спокою і проростання. Зрілі насінини більшості видів зони помірного клімату здатні зневоднюватись до повітряно-сухого стану без втрати життєздатності. Вони переходять у стан спокою і набувають стійкості до зовнішніх несприятливих факторів (Кан 1982; Николаева *и др.* 1985). Таку властивість насінини зберігають й на ранніх стадіях проростання, коли їх можна висушити до початкового стану, а після повторної регідратації вони здатні нормально прорости. У пізні періоди проростання насінини втрачають стійкість до зневоднення і при висушуванні гинуть. Взагалі, період проростання насіння поділяють на стійку і чутливу до зневоднення фази. У стійкій фазі, навіть після кількох циклів гідратації-дегідратації, насінини не втрачають життєздатності. У цьому разі метаболічні процеси, які розпочинаються

після проникнення води у насінини, під час висушування лише призупиняються, що забезпечує їх прискорене проростання під час повторного обводнення (BEWLEY & BLACK 1985). Вважають, що втрата клітинами зародка стійкості до зневоднення пов'язана зі змінами ліпідного обміну та функціонального стану мембран. При з'ясуванні багатьох питань формування проростків важливого значення набуває дослідження механізмів регуляції ростових процесів за допомогою фізіологічно активних речовин. Одним з фітогормонів, що здатний регулювати процеси росту і розвитку рослин, є абсцизова кислота (АБК). Однак, ефекти викликані цим гормоном, у значній мірі визначаються його концентрацією (МАРТИН *та ін.* 1995; СИТНИК *та ін.* 2003; МУСАТЕНКО *та ін.* 1982). Не можна однозначно стверджувати, що цей фітогормон гальмує ростові процеси. У тканин чи клітин на різних стадіях розвитку неоднакова чутливість до АБК, що може нівелювати її інгібуючу дію іншими компонентами фітогормональної системи,

Табл. 1. Зміна маси зародкової осі в різні періоди гідратації та дегідратації.

Table 1. Weight changes of embryonic axis in different periods of hydration and dehydration.

Етапи гідратації/дегідратації	Маса зародкової осі, мг
Сухе насіння	4.1±0.3
Після 6 год. гідратації	11.2±0.6
Після 1 год. дегідратації	5.7±0.4
Після 2 год. дегідратації	4.2±0.2
Після 3 год. дегідратації	4.1±0.3
Після 4 год. дегідратації	4.0±0.3

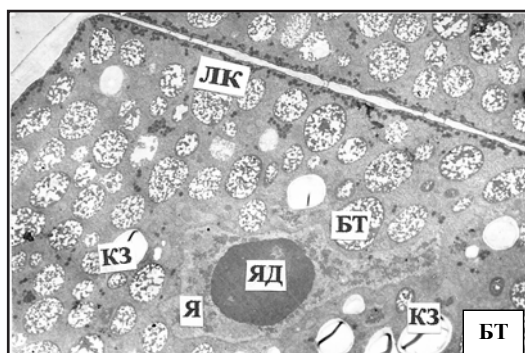


Рис. 1. Ультраструктура клітин зародкової осі сухого насіння квасолі: БТ – білкове тіло; ЛК – ліпідні краплі; КЗ – крохмальне зерно; Я – ядро; ЯД – ядерце (×2000 збільшення).

Fig. 1. Ultrastructure of embryonic axes cells of dry *Phaseolus vulgaris* seeds: БТ – protein body; ЛК – lipid drops; КЗ – starch granules; Я – cell nucleus; ЯД – nucleolus (×2000 magnification).

тому цей фітогормон може бути фактором, необхідним для нормального проходження ростових процесів. Метою нашого дослідження було вивчення ультраструктури клітин ізольованої зародкової осі насінин квасолі *Phaseolus vulgaris* L. у стійку та чутливу до зневоднення фази проростання, а також при екзогенній обробці абсцизовою кислотою в чутливій до зневоднення фази.

Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводили на насінні низькорослої білої спаржевої квасолі *P. vulgaris* сорту 'Білозерна'. В експериментах

використовували однорідне за розмірами і масою неушкоджене насіння. Відпрепаровані зародкові осі розкладали в чашки Петрі – по 30 шт., зволожували 10 мл води чи розчином АБК 10^{-4} М і витримували у термостаті, при температурі 25°C , за умов постійної темряви. Осі зневоднювали в ексикаторі над CaCl_2 при 25°C . Швидкість зневоднення визначали за зміною їх маси (Табл. 1), життєздатність – повторним пророщуванням. Для дослідження ультраструктури клітин матеріал відбирали: після 6 год. гідратації, 4 год. дегідратації й 4 год. гідратації (стійка до зневоднення фаза); через 12 год. гідратації, 4 год. дегідратації й 4 год. гідратації (чутлива до зневоднення фаза); через 12 год. гідратації (на розчині АБК, 10^{-4} М), 4 год. дегідратації й 4 год. гідратації на воді (чутлива до зневоднення фаза). Для дослідження ультраструктури зародкові осі розділяли на сегменти завдовжки 1-2 мм, які фіксували розчином 3% глутарового альдегіду і 1% OsO_4 , потім зневоднювали в серії розчинів етилового спирту зростаючої концентрації і переносили їх у суміш епоксидних смол епон-аралдит. Ультратонкі зрізи готували на мікротомі та аналізували на мікроскопі JEM 1200 EX (Японія). В досліджах використовували (\pm) цис-транс-абсцизову кислоту (Sigma, США). Усі дослідження проводили в 2 біологічних та 3 аналітичних повторях.

Результати та їх обговорення

Проведені раніше дослідження показали, що ізольовані зародкові осі насінин квасолі протягом перших 6 год. після проростання інтенсивно поглинають воду, внаслідок чого їх розміри швидко збільшуються. В наступні 4 год. вологість осі практично не змінюється і лише через 10 год. знову підвищується (Бабенко та ін. 2003, 2005). Повторне зростання обводнення зумовлене початком вакуолізації клітин і їхнім переходом до росту розтягненням.

Аналіз препаратів зародкової осі сухих насінин показав, що її клітини мають чітко окреслену плазматичну мембрану. Цитоплазма містить багато білкових

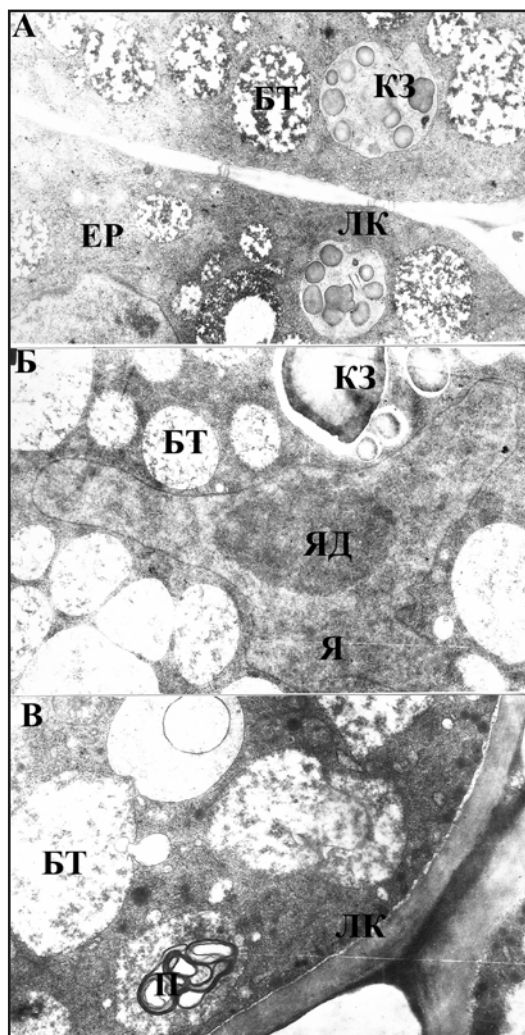


Рис. 2. Ультраструктура клітин ізольованої зародкової осі насіння квасолі в різні періоди: 6 год. гідратації на воді (А); 4 год. дегідратації (Б); 4 год. регідратації (В): БТ – білкове тіло; ЛК – ліпідні краплі; КЗ – крохмальне зерно; Я – ядро; ЯД – ядерце; ЕР – ендоплазматичний ретикулум; П – пластида (×4000 збільшення).

Fig. 2. Ultrastructure of isolated embryonic axes of *Phaseolus vulgaris* seeds on different stages: 6 hours hydration in water (A); 4 hours dehydration (B); 4 hours rehydration (V): БТ – protein body; ЛК – lipid drops; КЗ – starch granules; Я – cell nucleus; ЯД – nucleolus; ЕР – endoplasmic reticulum; П – plastid (×4000 magnification).

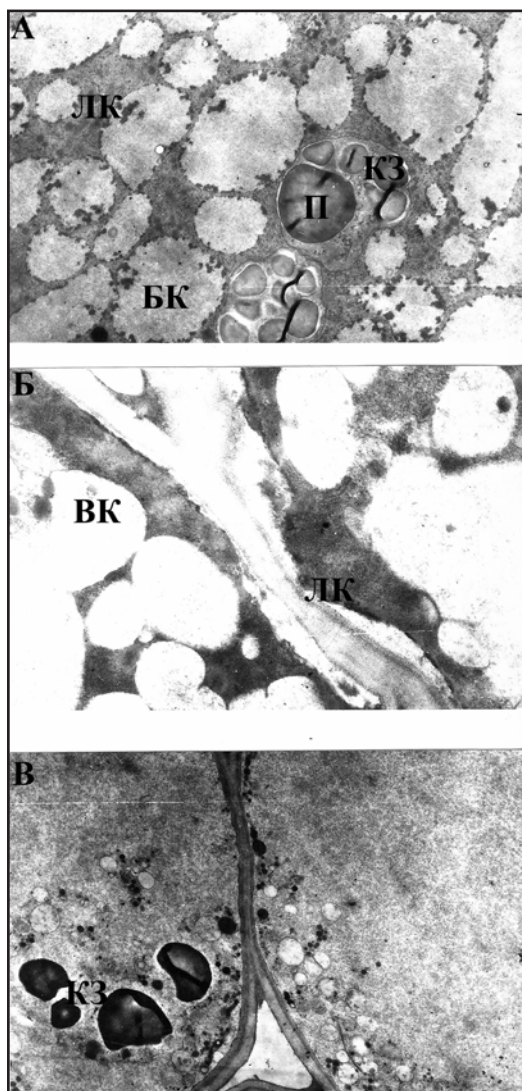


Рис. 3. Ультраструктура клітин ізольованої зародкової осі насіння квасолі в різні періоди: 12 год. гідратації на воді (А); 4 год. дегідратації (Б); 4 год. регідратації (В): БТ – білкове тіло; ЛК – ліпідні краплі; КЗ – крохмальне зерно; ВК – вакуоля; П – пластида (×4000 збільшення).

Fig. 3. Ultrastructure of isolated embryonic axes cells of *Phaseolus vulgaris* seeds on different stages: 12 hours hydration in water (A); 4 hours dehydration (B); 4 hours rehydration (V): БТ – protein body; ЛК – lipid drops; КЗ – starch granules; ВК – vacuole; П – plastid (×4000 magnification).

тіл простої будови, ядро розміщується у центральній частині клітини, містить ядрце і має виражену лопатеву форму. Пластиди типової форми містили невеликі крохмальні зерна. Із внутрішнього боку плазмалеми, у безпосередній близькості від неї, розміщуються запасні ліпіди у вигляді ліпідних крапель. Вони утворюють на периферії цитоплазми своєрідний досить щільний ліпідний шар. В цитоплазмі були відсутні елементи ЕР, апарату Гольджі, полірибосом (Рис. 1).

Після 6 год. гідратації у структурі клітин зародкової осі відбулися певні зміни: міграція ліпідних крапель від плазмалеми, зменшення їх розмірів, що свідчить про активний ліполітичний процес. Вздовж клітинної оболонки формувалася гранулярний ЕР у вигляді довгих тяжів, візуалізувались диктіосоми. В цитоплазмі та на мембранах ЕР були наявні полірибосоми. Ядро набуває кулястої форми, в ньому досить чітко видно ядрце. В пластидах спостерігається ріст крохмальних зерен. Білкові тіла дещо збільшуються у розмірах, а їх вміст набуває дрібно гранулярної структури (Рис. 2 А).

Дегідратація зародкових осей після 6 год. перебування у воді викликала часткову міграцію ліпідних крапель до плазмалеми, розпад мембран ЕР, полірибосом і диктіосом (Рис. 2 Б). Висушування зародкових осей до повітряно-сухого стану не вплинуло на їх життєздатність і при повторній гідратації вони відновлювали ріст. На даному етапі проростання зазначені структурні зміни, очевидно, не є вирішальними у втраті стійкості клітин зародкової осі до зневоднення.

Після наступних 4 год. регідратації в клітинах зародкової осі відновилася структурна перебудова цитоплазми, спрямована на активування метаболізму й утилізацію запасних речовин. У клітинах активувалось формування полірибосом, мембран ЕР і диктіосом (Рис. 2 В).

Отже, дослідження ультраструктури клітин зародкової осі насінин квасолі після висушування і повторного обводнення показало, що в стійкій до зневоднення фазі хоча й відбувались зміни в ультраструктурі

при висушуванні, однак за повторної гідратації структура клітин відновлюється.

При дослідженні ультраструктури клітин зародкової осі після 12 год. інкубації у воді відмічені подальші зміни в їхній будові, пов'язані з переходом клітин у функціонально активний стан. У цитоплазмі ще помітні окремі ліпідні краплі, хоча переважна більшість їх вже гідролізувалась (Рис. 3 А). У клітинах добре розвинена система ЕР і апарату Гольджі. Мітохондрії переходять у конденсований стан з високою щільністю матриксу і розширеними кристами, пластиди диференціюються в амілопласти з багатьма крохмальними зернами. Внаслідок гідролізу білкових тіл відновлюється функція вакуолярної системи. У разі зневоднення зародкових осей після 12 год. гідратації спостерігається розпад ЕР, диктіосом і полірибосом. Відбувається плазмоліз клітин і руйнування їх мембранних компонентів (Рис. 3 Б). Повторна гідратація зародкових осей спричинювала розпад цитоплазматичних структур. У цитоплазмі клітин утворювались згустки, в яких можна було ідентифікувати лише крохмальні зерна (Рис. 3 В).

При дослідженні ультраструктури клітин після 12 год. інкубації на розчині АБК 10⁻⁴М було показано, що цей фітогормон блокує процеси гідролізу ліпідних крапель і білкових тіл, що, в свою чергу, перешкоджає відновленню в клітинах вакуолярної системи, формуванню ЕР, диктіосом. Фактично, обробка АБК уповільнювала процеси субструктурних змін, що відбувались в лаг-фазі, збільшуючи її тривалість (Рис 3 А). Дегідратація зародкових осей після 12 год. інкубації на розчині АБК 10⁻⁴М викликала часткову міграцію ліпідних крапель до плазмалеми, розпад мембран ЕР, полірибосом і диктіосом, ядро набувало вираженої лопатової форми (Рис. 2 Б). Загалом, ультраструктура цитоплазми клітин практично не відрізнялась від такої у клітин сухої зародкової осі. Повторна гідратація зародкових осей сприяла відновленню мембранної структури клітин, у цитоплазмі ще були помітні окремі ліпідні краплі вздовж плазмалеми. Висушування зародкових осей

до повітряно-сухого, після 12 год. інкубації на розчині АБК 10^{-4} М не вплинуло на їх життєздатність і при повторній гідратації вони відновлювали ріст.

Висновки

Отже, якщо зневоднення зародкової осі відбувалося під час чутливої фази, в клітинах настають такі структурні зміни, після яких наявні репараційні процеси неспроможні відновити мембранну структуру клітин. Незворотні зміни метаболізму поряд з ушкодженням мембран призводять до загибелі клітин. Обробка АБК уповільнювала процеси субструктурних змін, збільшуючи тривалість лаг-фази. В той же час, АБК виступала протектором дегідратації на чутливій до зневоднення стадії. У формуванні стійкості зародкової осі до зневоднення важлива роль належить запасним ліпідам. Міграція ліпідних крапель до плазмалеми в стійкій до зневоднення стадії свідчить про участь ліпідів у процесах репарації мембран і може розглядатись як захисна реакція на водний дефіцит.

Використані джерела

- БАБЕНКО Л.М., МАРТИН Г.І., МУСАТЕНКО А.І. та ін. 2003. Структурно-функціональні особливості проростання насіння квасолі. *Фізіологія і біохімія культ. рослин* 35: 138–143.
- БАБЕНКО Л.М., МАРТИН Г.І., КОСАКІВСЬКА І.В. та ін. 2005. Вплив зневоднення на ліпоксигеназну активність та ультраструктуру клітин зародкової осі під час проростання насіння квасолі. *Фізіологія і біохімія культ. рослин* 37: 305–312.
- КАН А.А. 1982. Покой семян: семена концепции и теории. В кн: Кан А.А. (ред.). *Физиология и биохимия покоя и прорастания семян*: 47–71. Колос, Москва
- МАРТИН Г.І., ГЕНЕРАЛОВА В.Н., СИТНИК К.М. 1995. Вплив абсцизової та індолицтової кислот на ріст та ультраструктуру клітин ізольованої зародкової осі насіння *Phaseolus vulgaris* L. *Укр. ботан. журн.* 52: 445–452.
- МУСАТЕНКО А.І., МАРТИН Г.І., СИТНИК К.М. 1982. Деякі структурно-функціональні особливості росту органів зародка квасолі. *Укр. ботан. журн.* 38: 49–53.
- НИКОЛАЕВА М.Г., РАЗУМОВА М.В., ГЛАДКОВА В.Н. 1985. *Справочник по проращиванию покоящихся семян*. Наука, Ленинград.

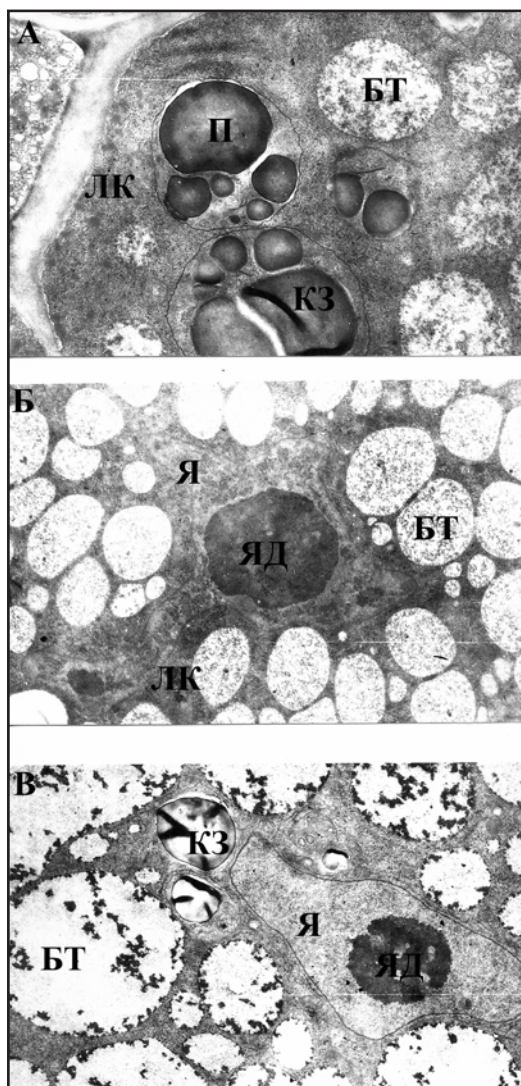


Рис. 4. Ультраструктура клітин ізольованої зародкової осі насіння квасолі в різні періоди: 12 год. гідратації на розчині АБК 10^{-4} М (А); 4 год. дегідратації (Б); 4 год. регідратації на воді (В): БТ – білкове тіло; ЛК – ліпідні краплі; КЗ – крохмальне зерно; П – пластида; Я – ядро; ЯД – ядерце ($\times 4000$ збільшення).

Fig. 4. Ultrastructure of isolated embryonic axes cells of *Phaseolus vulgaris* seeds on different stages: 12 hours hydration in abscisic acid 10^{-4} М (A); 4 hours dehydration (B); 4 hours rehydration in water (V): БТ – protein body; ЛК – lipid drops; КЗ – starch granules; П – plastid; Я – cell nucleus; ЯД – nucleolus ($\times 4000$ magnification).

- Ситник К.М., Васюк В.А., Мартин Г.Г. та ін. 2003. Гормональний комплекс рослин і грибів. Академперіодика НАН України, Київ.
- Bewley J., Black M. 1985. Seed: Physiology of development and germination. Plenum Press, New York, London.

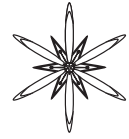
THE INFLUENCE OF WATER DEFICIT AND ABSCISIC ACID ON THE CELLS' ULTRASTRUCTURE OF ISOLATED EMBRYONIC AXES OF *PHASEOLUS VULGARIS* L.

LYDIA BABENKO

Abstract. The influence of dehydration and rehydration processes on the cells structure of isolated embryonic axes on different germination stage of kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) was investigated. It was found that polysomes, endoplasmic reticulum and dictyosomes are sensitive to these processes. They formed in hydration and disappeared in dehydration phase. Dehydration of embryonic axes in sensitive phase caused cells plasmolysis and irreversible destruction of their membrane compartments. Abscisic acid (10^{-4} M) treatment delays the cell structure changes related to active growth phase but does not cause influence on vital functions and acts as dehydration protector on the dehydration sensitive phase.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, seeds, embryonic axes, abscisic acid, cells infrastructure

M.G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Science of Ukraine, 2 Tereschenkivska str., Kiev, MSP-1, 0160, Ukraine; lilia.babenko@gmail.com



УДК 581.8

УЛЬТРАСТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕРХНІ МІЖВУЗЛІВ ХВОЩА ПОЛЬОВОГО (*EQUISETUM ARVENSE* L.)

МИРОСЛАВА СТАХІВ *, МИКОЛА ЩЕРБАТЮК, ЛЕСЯ ВОЙТЕНКО, ЛЮДМИЛА МУСАТЕНКО

Анотація. Досліджували ультраструктурні особливості зовнішньої поверхні стебла хвоща польового. Завдяки електронно-мікроскопічному аналізу встановлено, що пластинки кремнезему на поверхні епідермісу міжвузлів стебла *Equisetum arvense* L. розподілені рівномірно, не щільно, досить тонким шаром. Таким чином, завдяки компактному розташуванню його частинок на стеблі забезпечується висока механічна міцність і жорсткість стебла та бокових пагонів *E. arvense*.

Ключові слова: *Equisetum arvense*, кремнезем, ультраструктура, міжвузля

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; * stahiv@ukr.net

Вступ

Хвощі (Equisetaceae) є однією з найдревніших груп рослин на Землі і характеризуються високим рівнем поглинання кремнію із ґрунту, у порівнянні з іншими наземними рослинними організмами. Відповідно, хвощі інтенсивно накопичують кремній у вигляді двоокису кремнію (кремнезему) та володіють найвищими показниками накопичення його серед вищих рослин (SARPEI *et al.* 2007).

Відомо, що кремній найбільш поширений елемент у природі, після кисню. У чотирьохвалентному стані (Si^{4+}) він входить до складу двоокису кремнію, який, у свою чергу, часто зустрічається у вигляді опалового кремнезему ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), олігота полікремнієвих кислот. У рослинних і тваринних тканинах кремній знаходиться у вигляді водорозчинних сполук, наприклад, ортокремнієвої кислоти, ортокремнієвих ефірів, а також у формі нерозчинних мінеральних полімерів (полікремнієві кислоти і аморфний кремнезем) (КОЛЕСНИКОВ 2001). Кремнезем, у свою чергу, виявлений у вищих рослин, а також у різноманітних організмів як, наприклад,

діатомові водорості, молюски, губки та ін. (HEATHNER *et al.* 2009; KROGER *et al.* 2001).

Зазвичай, кремнезем локалізується на клітинних стінках надземних та підземних частин органів рослин. Із ґрунтового розчину він поглинається кореневою системою у вигляді кремнієвої кислоти та транспортується по ксилемі до наземних органів. Із втратою води через транспірацію, кремнієва кислота концентрується і полімеризується, перетворюючись у діоксид кремнію (SiO_2), який у кінцевому етапі осідає на клітинних стінках епідерми рослин. Слід зазначити, що близько 90% кремнезему, що накопичується, локалізується у пагонах рослин (МА & ТАКАНАШІ 2002). Основну роль при поглинанні кремнезему відіграють бічні корені, однак, кореневі волоски в цьому процесі участі не беруть (МА & УАМАДІ 2006).

Здатність рослин накопичувати кремнезем дуже варіює. Деякі рослинні організми накопичують від 0,1% до 10% і більше оксиду кремнію відносно маси сухої речовини, в той же час, як інші акумулюють дуже низькі його концентрації (HODSON *et al.* 2005). Однак, молекулярні механізми цих відмінностей досі невідомі. Високим рівнем поглинання кремнезему характеризуються такі рослини,

як кукурудза, пшениця, рис та ін., які в свою чергу, є основною сировиною для виробництва біопалива. Проте, надлишковий його вміст у цих рослинах може бути шкідливим для такого виробництва, оскільки кремнезем надає матеріалу жорсткості (MA *et al.* 2007).

Як відомо, хвощі знайшли широке застосування у медицині і деякі дослідники (SANDERSON & ADLER 2008) пов'язують лікарські властивості хвоща саме із високою концентрацією кремнезему, оскільки його вміст складає 25% маси сухої речовини (HOLZNÜTTER *et al.* 2003). Хвощі мають високі антибактеріальні, антисептичні та в'язучі характеристики.

Досить широко вивчений та описаний розподіл кремнезему у різних трав, а також у злаків (PERRY *et al.* 1987). Кремнезем відіграє важливу роль у життєдіяльності рослин, оскільки виступає в якості мінерального бар'єру проти проникнення патогенних мікроорганізмів, важких металів і є елементом механічної міцності, а також важливим фактором природного захисту рослин від посухи, шкідників і хвороб (RAVEN 2003). Однак, на сьогоднішній день, процес транспортування кремнезему, завдяки механізму активного перенесення, досліджений досить фрагментарно і лише для окремих культур, таких як рис, огірки, помідори, кукурудза (MITANI & MA 2005; MA *et al.* 2007). Остаточна роль кремнезему у фізіологічних процесах для рослин до цього часу залишається не до кінця встановленою. У свою чергу, дослідження щодо розподілу кремнезему у хвоща польового є досить фрагментарними та поодинокими. Тому, метою нашої роботи було вивчити ультраструктурні особливості та розподіл кремнезему на поверхні епідермісу міжвузлів хвоща польового.

Матеріали і методи дослідження

Для дослідження ультраструктурних особливостей поверхні хвоща польового (*Equisetum arvense* L.) під скануючим мікроскопом (JEOL JSM-6060LA)

використовували поздовжні та поперечні зрізи міжвузлів хвоща польового. Заморожені за допомогою рідкого азоту зразки висушували за температури -40°C у вакуумі, потім покривали шаром золота у іонному напилювачі для надання їм кондуктивності. Розміри на мікрофотографіях визначали за допомогою програми UTHSCSA Image Tool 3.0, використовуючи задану приладом на зображенні лінійку-шкалу.

Результати та їх обговорення

У хвоців, як і в інших наземних рослин, зовнішня поверхня стебла, бічних пагонів, а також листків вкрита епідермою, яка виконує функцію гомеостазу, оскільки захищає внутрішні тканини рослин від висихання та відіграє важливе значення у процесах газообміну та транспірації. Такі властивості епідерми пов'язані з морфолого-фізіологічною диференціацією її клітин (ЛОТОВА 2001). Клітинні стінки епідерми вкриті кутикулою, яка в свою чергу, покрита восковим шаром, що надає поверхні органів рослин сизуватого відтінку.

Проведені нами електронно-мікроскопічні дослідження показали, що кремнезем покриває всю зовнішню поверхню епідермісу міжвузлів стебла хвоща польового у вигляді тонкого шару під кутикулою, надаючи механічної міцності стеблу рослини. Аналіз Аналіз мікрофотографій також показав (Рис. 1, 2), що кремнезем на поверхні стебла *E. arvense* розподілений рівномірно, однак не щільно, тонким шаром, завдяки компактному розташуванню його частинок. Товщина поверхневого шару змінюється і становить від 1 до 7 μm . Слід відмітити, що форма макроскопічних зерен кремнезему на різних ділянках міжвузля різна – в заглибинах між ребрами зрілих міжвузлів і на молодих тканинах міжвузлів, де немає добре сформованої ребристої структури, це, головним чином, пластинки, а на бічних поверхнях ребер під кутикулою розташовуються пластинки і зерна неправильної форми. Завдяки наявності компактного та доволі однорідного шару

кремнезему на стеблі і навіть на молодих його тканинах, забезпечується висока міцність і жорсткість стебла та інших органів хвоща польового.

На зовнішній поверхні епідерми стебла *E. arvense* присутня велика кількість продихів (Рис. 3), які, головним чином, локалізуються на бокових площинах ребер міжвузлів, оскільки, саме тут, під епідермою залягає фотосинтезуюча тканина – хлоренхіма. Кожен продих має щілину між двома клітинами, які розташовуються над поверхнею епідермісу. Зовнішня і внутрішня поверхня замикаючих клітин вкрита кутикулою під якою, у свою чергу, розташовуються пластинки і зерна оксиду кремнію. Продихи також розташовані на поверхні листків та стебел рослин поодинокі (Рис. 4), інколи доволі витягнутими групами, більш менш рівномірно. На відміну від решти вищих рослин, у яких замикаючі клітини розташовуються приблизно в одній площині із клітинами супутниками, у хвощів продиховий апарат складається із чотирьох клітин, які розміщені у два яруси. Відомо, що перша пара зовнішніх клітин за будовою подібна до основних клітин епідерми. Вони мають клітинні стінки також насичені кремнеземом. У якості замикаючих – функціонують клітини верхнього ярусу (ЛОТОВА 2001).

Висновки

Таким чином, отримані нами результати показали, що пластинки кремнезему на поверхні стебла рослин *E. arvense* розподілені рівномірно, не щільно, досить тонким шаром. У цілому, можна стверджувати про компактне розташування його частинок. Завдяки наявності компактного і доволі однорідного шару кремнеземових пластинок і зерен на стеблі забезпечується висока міцність і жорсткість стебла та бічних пагонів хвоща польового. Що, в свою чергу, забезпечує цьому виду доволі широке поширення, а в деяких ценозах домінуючу роль.

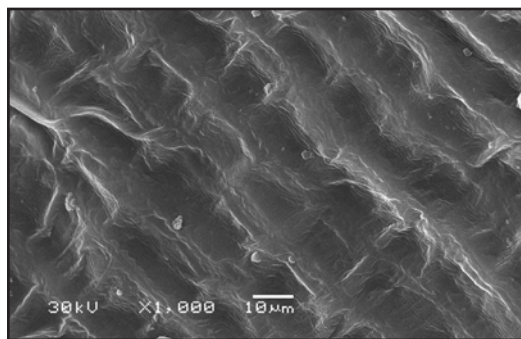


Рис. 1. Ультроструктура поверхні між ребрами молодого міжвузля стебла хвоща польового.

Fig. 1. The surface ultrastructure between ribs of *Equisetum arvense* (young internode).

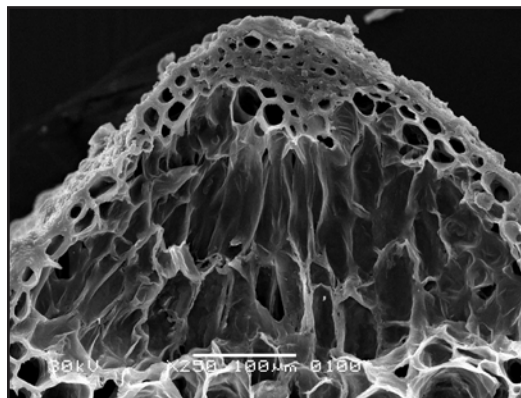


Рис. 2. Поперечний переріз стебла хвоща польового у ділянці ребра.

Fig. 2. The cross-section through the rib of stem in *Equisetum arvense*.

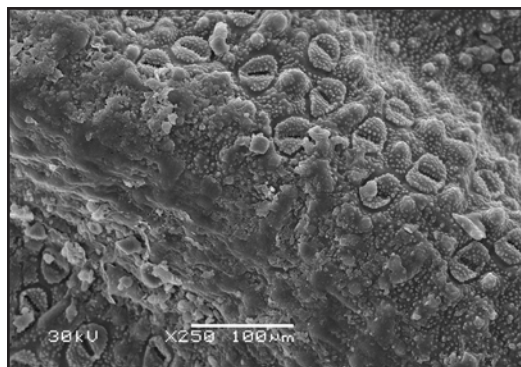


Рис. 3. Продихи на бічній поверхні ребра зрілого міжвузля хвоща польового.

Fig. 3. The stomata in the grooves between the ribs of *Equisetum arvense* mature internode.

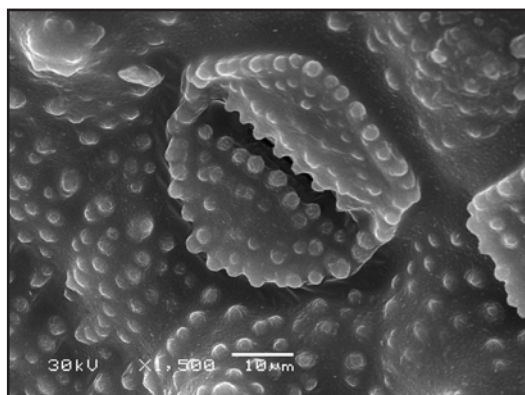


Рис. 4. Продих на поверхні міжвузля хвоща польового.

Fig. 4. Stoma on *Equisetum arvense* internode.

Використані джерела

- КОЛЕСНИКОВ М.П. 2001. Формы кремния в растениях. *Успехи биологической химии* 41: 301–322.
- ЛОТОВА Л.И. 2001. Морфология и анатомия высших растений. Эдитореал УРСС, Москва.
- HEATHER A., CURRIE, CAROLE C. PERRY. 2009. Chemical evidence for intrinsic 'Si' within *Equisetum* cell walls. *Phytochemistry* 70: 2089–2095.

- HODSON M.J., WHITE P.J., MEAD A., BROADLEY M.R. 2005. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. *Ann. Bot.* 96: 1027–1046.
- HOLZHÜTER G., NARAYANAN K., GERBER T. 2003. Structure of silica in *Equisetum arvense*. *Anal. Bioanal. Chem.* 376: 512–517.
- KROGER N., DEUTZMANN R., SUMPER M. 2001. Silica-precipitating peptides from diatoms – The chemical structure of silaffin-1A from *Cylindrotheca fusiformis*. *Biol. Chem.* 276: 26066–26070.
- MA J.F., TAKAHASHI E. 2002. Soil, fertilizer and plant silicon research in Japan. Elsevier Science, Amsterdam.
- MA J.F., YAMAJI N. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends Plant Sci.* 11: 392–397.
- MA J.F., YAMAJI N., MITANI N., TAMAI K., KONISHI S., FUJIWARA T., KATSUHARA M., YANO M. 2007. An efflux transporter of silicon in rice. *Nature* 448: 209–212.
- MITANI N., MA J.F. 2005. Uptake system of silicon in different plant species. *J. Exp. Biol.* 56: 1255–1261.
- PERRY C.C., WILLIAMS R.J.P., FRY S.C. J. 1987. Cell-wall biosynthesis during silicification of grass hairs. *Plant. Physiol.* 126: 437–448.
- RAVEN J.A. 2003. Cycling silicon the role of accumulation in plants – Commentary. *New. Phytol.* 158: 419–421.
- SANDERSON M.A., ADLER P.R. 2008. Perennial forages as second generation bioenergy crops. *Intl. J. Molec. Sci.* 9: 768–788.
- SAPEI L., GIERLINGER N., HARTMANN J., NÖSKE R., STRAUCH P., PARIS O. 2007. Structural and analytical studies of silica accumulations in *Equisetum hyemale*. *Anal. Bioanal. Chem.* 389: 1249–1257.

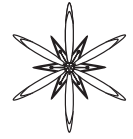
ULTRASTRUCTURAL FEATURES OF THE INTERNODES' SURFACE IN HORSETAIL (*EQUISETUM ARVENSE* L.)

MYROSLAVA STAKHIV *, MYKOLA SHCHERBATUIK, LESYA VOYTENKO, LUDMYLA MUSATENKO

Abstract. The ultrastructure of the outer surface of the common horsetail stem was studied. Through electron microscopic analysis we showed that silica plates on the surface of *Equisetum arvense* L. stem are distributed evenly, not tight, in thin layer. Thus, compact arrangement of particles on the internodes causes high mechanical strength and stiffness of the *E. arvense* stem and lateral branches.

Key words: *Equisetum arvense*, silica, ultrastructure, internode

M.G. Kholodny Institute of Botany of the NAS of Ukraine, 2 Tereshchenkivska str, Kyiv, 01601, Ukraine; * stahiv@ukr.net



УДК 581.8

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЇ ПІДВИДІВ *ASPLENIUM TRICHOMANES* L. ФЛОРИ УКРАЇНИ

Олеся О. БЕЗСМЕРТНА

Анотація. На основі проведених досліджень було підтверджено наявність у природній флорі України трьох підвидів *Asplenium trichomanes* L. Подано ключі визначення та наведено особливості морфологічної структури цих таксонів.

Ключові слова: *Asplenium trichomanes*, папороті, природна флора України, морфологія, таксономія, поширення

Науково-дослідна лабораторія «Ботанічний сад» навчально-наукового центру «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Симона Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна; olesya.bezsmertna@gmail.com

Вступ

Asplenium trichomanes L. – циркумполярний вид, поширений у Європі, Австралії, Північній та Південній Америці (Дідух та ін. 2000; Федоров 1974). В Україні відомі місцезнаходження майже на всій території (приурочений до кам'янистих субстратів), окрім Волинської, Одеської, Чернігівської, Херсонської та Харківської областей. *Asplenium trichomanes* описаний С. LINNAEI (1753) та вказувався в усіх флористичних зведеннях з території України ще з XVIII ст. (Шмальгаузен 1897; FOMIN 1926; Фомін 1938 та ін.). У середині XX ст. були описані підвиди цього таксону (MEYER 1962; LOVIS 1964 та ін.).

Вперше спроба детальніше вивчити особливості морфологічної структури *A. trichomanes* на території нашої країни була зроблена у виданні «Флора европейской части СССР» (Федоров 1974). Проте у подальших флористичних зведеннях лише оглядово вказується різноманітність підвидів *A. trichomanes*, без наведення ключів визначення, морфології та поширення на території України (ЧЕРЕПАНОВ 1995; САЗОНОВ 1997; Дідух та ін. 2000), слід відмітити, що у «Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist» вказано лише один підвид (MOSYAKIN & FEDORONCHUK 1999).

На сьогодні залишається ряд проблем щодо ідентифікації підвидів на території України та, як наслідок, відсутність інформації щодо їхнього сучасного поширення. Тому, нашою метою було деталізувати особливості морфологічної структури підвидів *A. trichomanes*, які трапляються на території України а також розробити ключі їх визначення, що полегшить ідентифікацію цих підвидів та допоможе встановити їх хорологічні особливості.

Матеріали і методи дослідження

Для виконання поставленої мети протягом 2003-2012 років було опрацьовано гербарні фонди ряду наукових установ України, Росії і Румунії (загалом 33): BUC, CHER, CWU, DNZ, DSU, I, IAGB, IASI, KW, KWNA, KWU, KWHU, LE, LW, LWKS, LWS, MELIT, MSUD, PWU, SOF, YALT, UU, Волинського краєзнавчого музею, Волинського національного університету ім. Лесі Українки, Кам'янець-Подільського університету ім. Івана Огієнка, Прикарпатського університету ім. Василя Стефаника, Рівненського національного університету водного господарства та природокористування, Рівненського природознавчого музею, Криворізького ботанічного саду, Тернопільського педагогічного університету ім. Володимира

Гнатюка, Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка, Музею історії природи у м. Ясси; опрацьовано літературні джерела та використані результати власних польових досліджень на території України.

Результати та їх обговорення

Вивчення групи підвидів *A. trichomanes* проводилось на території Європи ще з середини ХХ ст. (LOVIS 1964; TIGERSCHÖLD 1981; REICHSTEIN 1984; NYHUS 1987; RASBACH *et al.* 1990; BENNERT & FISCHER 1993; VOGEL *et al.* 1998; HILMER 2002). Для території України наводяться підвиди *A. trichomanes subsp. trichomanes* L., *A. trichomanes subsp. inexpectans* Lovis, а також *A. trichomanes subsp. quadrivalens* D.E. Mey. (ФЕДОРОВ 1974; ЧЕРЕПАНОВ 1995; САЗОНОВ 1997; МОСЯКІН & ФЕДОРОНЧУК 1999; ДІДУХ *та ін.* 2000). За раніше проведеними дослідженнями (MANTON 1950; REICHSTEIN 1981; NYHUS 1987; BENNERT & FISCHER 1993; HILMER 2002) підвиди *A. trichomanes subsp. trichomanes* та *A. trichomanes subsp. inexpectans* є диплоїдами ($2n=72$), а тетраплоїдним набором хромосом володіє підвид *A. trichomanes subsp. quadrivalens* ($2n=144$).

Підвиди значно відрізняються в екології (BENNERT & FISCHER 1993). Так, *A. trichomanes subsp. trichomanes* трапляється лише на силікатних скелях (MEYER 1962; ROTHMALER 1963; REICHSTEIN 1981, 1984), в той час як *A. trichomanes subsp. inexpectans* зростає на вапнякових і доломітових породах (LOVIS 1964; REICHSTEIN 1981, 1984). На відміну від перерахованих підвидів з досить вузькою екологічною амплітудою, *A. trichomanes subsp. quadrivalens* може зростати як на вапнякових, так і на силікатних скелях, а також на штучно створених субстратах (BOUHARMONT 1972; REICHSTEIN 1981). Проте, існує ряд відмінностей і на морфологічному рівні.

Далі за результатами опрацювання гербарних матеріалів, літературних відомостей (FUTÁK 1966; CIOCĂRLAN 2000; HOU & WANG 2000; JOSTER 2001;

KUBÁT *et al.* 2002; ЕКРТ 2008; ЕКРТ L. & ŠTECH 2008) та власних досліджень наводимо ключі для визначення підвидів *A. trichomanes*.

Ключ для визначення підвидів *A. trichomanes* флори України

1. Сегменти розташовані віддалено один від одного, під гострим кутом до рахіса 2
– Сегменти розташовані близько один від одного, перпендикулярно до рахіса 3

2. Довжина ваї близько 20 см; відстань між сегментами 3-7 мм (в апікальній частині пластинки); ширина термінальних сегментів 1,5-4 мм; сегменти овальні; черешок з слабо вираженими світло-жовтими сосочками; придатки на кореневих волосках відсутні; соруси завдовжки до 2 мм, 4-6 на сегменті; індузій вузький; середня довжина кільця 200-300 мкм; середня величина спор 25-29 мкм. ***A. trichomanes subsp. trichomanes***

3. Довжина ваї більше 10 см, з гострою вершиною 4
– Довжина ваї менше 10 см, з тупою вершиною 5

4. Довжина ваї близько 30 см; відстань між сегментами 2-4 мм (в апікальній частині пластинки); ширина термінальних сегментів 2-7 мм; апікальні сегменти набагато менші, ніж інші; сегменти видовжено-округлі або еліптичні; черешок з оранжевими сосочками; деякі кореневі волоски з придатками; соруси завдовжки до 3 мм, 4-9(12) на сегменті; індузій широкий; середня довжина кільця 240-430 мкм; середня величина спор 30-38 мкм. ***A. trichomanes subsp. quadrivalens*** D.E. Mey.

– Довжина ваї близько 10 см; відстань між сегментами першого порядку 2-4 мм (в апікальній частині пластинки); ширина термінальних сегментів 4-8 мм; апікальні сегменти такого ж розміру, або більші за інші; сегменти видовжено-чотирикутні; середня величина спор 33-37 мкм. ***A. trichomanes subsp. inexpectans*** Lovis

За гербарними зборами на сьогодні

відомо, що *A. trichomanes* subsp. *quadrivalens* трапляється на території Закарпатської, Тернопільської та Луганської областей, в той час як *A. trichomanes* subsp. *trichomanes* та *A. trichomanes* subsp. *inexpectans* – на території Автономної республіки Крим. Згідно з інформацією О.В. Сазонова на території АР Крим зростають всі три підвиди *A. trichomanes* (САЗОНОВ 1997). Проте, зважаючи на специфіку ідентифікації таксонів ми наголошуємо на необхідності ревізії гербарних зразків та подальших досліджень у природі для вивчення хорології підвидів на території України.

Використані джерела

- Дідух Я.П., Пяюта П.Г., Протопопова В.В. та ін. 2000. Екофлора України. Т. I. Фітосоціоцетр, Київ.
- САЗОНОВ А.В. 1997. Папоротникообразные флоры Крыма. *Структура флоры и растительности Крыма* 117: 44–52.
- ФЕДОРОВ А.А. (ред.). 1974. Флора европейской части СССР. Т. I. Наука, Ленинград.
- ФОМІН О.В. 1938. Флора УРСР. Т. I. Вид-во АН УРСР, Київ.
- ЧЕРЕПАНОВ С.К. 1995. Сосудистые растения России. Мир и семья, Санкт-Петербург.
- ШМАЛЬГАУЗЕН И.Ф. 1897. Флора средней и Южной России, Крыма и Северного Кавказа. Руководство для определения семянных и высших споровых растений. Тип. т-ва печ. дела и торг. И.Н. Кушнерев и Ко в Москве, Киевск. отд-ние, Киев.
- BENNERT H.W., FISCHER G. 1993. Biosystematics and evolution of the *Asplenium trichomanes* complex. *Webbia* 48: 743–760.
- BOUHARMONT J. 1972. Meiosis and fertility in apogamously produced diploid plants of *Asplenium trichomanes*. *Chromosomes Today* 3: 253–258.
- CIOCĂRLAN V. 2000. Flora ilustrată a României. Ceres, Bucuresti.
- EKRT L. 2008. Distribution and problematic of taxa of *Asplenium trichomanes* group in the Czech Republic. *Zpr. Čes. Bot. Společ.* 43: 45–55.
- EKRT L. & ŠTECH M. 2008. A morphometric study and revision of the *Asplenium trichomanes* group in the Czech Republic. *Preslia* 80: 325–347.
- ФОМІН А. 1926. Флора уcrainica. I. Pteridophyta. Kyiv.
- FUTÁK J. 1966. Flóra Slovenska. Vydavateľstvo SAV, Bratislava.
- JOSTER M. 2001. Identikit delle felci d'Italia. Guida al riconoscimento delle Pteridofite Italiane. Editrice, Valensia.
- HILMER O. 2002. Vier Unterarten des Braunstieligen Streifenfarne *Asplenium trichomanes* L. (Aspleniaceae, Pteridophyta) in Südniedersachsen. *Mitt. Naturw. Ver. Goslar*. 7: 145–174.
- HOU X., WANG Z.R. 2000. A subspecific taxonomic study on *Asplenium trichomanes* L. from China. *Acta Phytotax. Sin.* 38: 242–255.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK JUN. J. et al. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- LINNAEI C. 1753. Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas. Impensis Laurentii Salvii, Holmiae.
- LOVIS J.D. 1964. The taxonomy of *Asplenium trichomanes* in Europe. *Brit. Fern Gaz.* 9: 147–160.
- MANTON I. 1950. Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- MEYER D.E. 1962. Zur Zytologie der Asplenien Mitteleuropas (XXIX, Abschluss). *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 74: 449–461.
- MOSYAKIN S.L., FEDORONCHUK M.M. 1999. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist. M.G. Kholodny Institute of Botany, Kiev.
- NYHUS G.C. 1987. The subspecies of *Asplenium trichomanes* in Norway. *Blyttia* 45: 12–24.
- RASBACH H., RASBACH K., REICHSTEIN T. BENNERT H.W. 1990. *Asplenium trichomanes* subsp. *coriaceifolium*, a new subspecies and two new intraspecific hybrids of the *A. trichomanes* complex (Aspleniaceae, Pteridophyta). *Willdenowia* 19: 471–474.
- REICHSTEIN T. 1981. Hybrids in European Aspleniaceae (Pteridophyta). *Bot. Helv.* 91: 89–139.
- REICHSTEIN T. 1984. Aspleniaceae. In: HEGI G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 1 (1): 221–224. Verlag Paul Parey, Berlin.
- ROTHMALER W. 1963. Kritischer Ergänzungsband zur Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und BDR. Band IV. Verlag Volk und Wissen, Berlin.
- TIGERSCHIÖLD E. 1981. The *Asplenium trichomanes* complex in East Central Sweden. *Nord. J. Bot.* 1: 12–16.
- VOGEL J.C., RUSSELL S.J., RUMSEY F.J., BARRETT J.A. GIBBY M. 1998. Evidence for maternal transmission of chloroplast DNA in the genus *Asplenium* (Aspleniaceae, Pteridophyta). *Bot. Acta.* 111: 247–249.

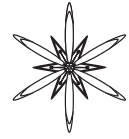
THE PECULIARITIES OF MORPHOLOGY OF *ASPLENIUM TRICHOMANES* L. GROUP IN THE NATIVE
FLORA OF UKRAINE

OLESYA O. BEZSMERTNA

Abstract. According to the results of taxonomic revision it was established that the *Asplenium trichomanes* L. group in native flora of Ukraine is represented by 3 subspecies: subsp. *trichomanes* L., subsp. *inexpectans* Lovis and subsp. *quadri-valens* D.E. Mey. The key for these subspecies identification is given and the peculiarities of morphological structure are shown.

Key words: *Asplenium trichomanes*, Pteridophyta, flora of Ukraine, morphology, taxonomy, distribution

Research Laboratory "Botanical Garden" of the Educational-scientific Centre "Institute of Biology", National Taras Shevchenko National University of Kyiv, 1 Symona Petliury str., Kyiv, 01032, Ukraine; olesya.bezsmertna@gmail.com



МІСЦЕ РОДИНИ SCROPHULARIACEAE ФЛОРИ УКРАЇНИ У СИСТЕМІ APG

МИРОСЛАВА Р. ГРИЦИНА

Анотація. У молекулярно-філогенетичній системі поліфілетична родина Scrophulariaceae R.B.R. розпадається на сім монофілетичних груп: Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae, Calceolariaceae, Stilbaceae, Phrymaceae і Linderniaceae, виділених у порядку Lamiales. Вони утворені, в основному, з членів цієї родини та невеликих родин порядку Lamiales. Паразитичні та напівпаразитичні роди виділені в окрему групу. Роди української флори відносяться до таких триб: Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae.

Ключові слова: Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae, APG, флора України

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, Львів, 79010, Україна; hrytsynatmr@gmail.com

В останні роки у світовій ботанічній науці зростає значення молекулярно-філогенетичної системи покритонасінних рослин, яку називають Angiosperm Phylogeny Group (APGIII 2009). Родина ранникові Scrophulariaceae у цій системі, як і у системі Бентама (цит. за Котов 1960), відноситься до порядку Lamiales і входить до складу підгрупи Lamiiids найбільшої групи покритонасінних рослин – Asterids.

Критичний перегляд еволюційно-морфологічної систематики родини Scrophulariaceae R.B.R. у складі, прийнятому Бентамом (цит. за Котов 1960) та інших близьких до неї родин порядку Lamiales з використанням послідовності ДНК пластидних генів був проведений вченими в останні роки (OLMSTEAD & REEVES 1995; OLMSTEAD *et al.* 2001; OXELMAN *et al.* 2005; TANK *et al.* 2006). На основі отриманих даних було побудовано філогенетичне дерево порядку Lamiales у якому визначали рівень подібності між окремими його гілками, що представляють монофілетичні клади. Згідно проведених молекулярно-філогенетичних досліджень, поліфілетична родина Scrophulariaceae розпалася на 7 монофілетичних груп (клад) в порядку Lamiales: Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae, Calceolariaceae, Stilbaceae,

Phrymaceae, Linderniaceae.

Підтвердженням поліфілетичності родини є набір плезіоморфних ознак, які часто повторюються як у родині, так і у всьому порядку Lamiales. Розглянемо детальніше склад нових таксонів та місце у них родів української флори у порівнянні з еволюційно-морфологічною систематикою родини Бентама 1846 р, взятої за основу у «Флорі УРСР» (Котов 1960).

Група Scrophulariaceae утворена, в основному, зафриканських родів. З української флори до неї відносять роди *Verbascum* і *Celsia* з підродини Pseudosolaneae та *Scrophularia* з триби Cheloneae підродини Antirrhinoideae (Котов 1960), які з імовірністю 99% підтверджують свою спорідненість на молекулярному рівні. Окрім того, будова насіння та його зародка, а також наявність у листках включень ідіобластів (LERSTEN & CURTIS 1997; JUAN *et al.* 2000) підтверджують тісніший зв'язок роду *Scrophularia* з родом *Verbascum*, аніж з трибою Cheloneae, куди її раніше відносили. В останніх дослідженнях (OXELMAN *et al.* 2005) було встановлено спорідненість з цією групою водних рослин роду *Limosella* і виділено його в окрему трибу Limoselleae.

Друга група Veronicaceae – одна з найбільших ліній порядку Lamiales, який

включає у себе майже всі триби родини Scrophulariaceae у розумінні Бентама (цит. за КОТОВ 1960): Antirrhineae, Cheloneae, Gratiolaeae, Digitaleae, Veroniceae, а також малі родини Callitrichaceae, Globulariaceae, Hippuridaceae і Plantaginaceae (ALVACH 2005; OLMSTEAD & REEVES 1995; OLMSTEAD *et al.* 2001; OХЕLMAN *et al.* 2005). У відповідності з Міжнародним кодексом ботанічної номенклатури (ICBN) цю кладу віднесено до рангу родини, яку названо Plantaginaceae.

Триба Antirrhineae за своїм складом співпадає з однойменною підродиною «Флори УРСР» та є однією з найбільших у кладі Veronicaceae (КОТОВ 1960). В Україні росте лише по 2 види з родів *Antirrhinum* і *Chaenorhinum*, один вид роду *Cymbalaria* та 12 видів роду *Linaria*. У монофілетичності триби Antirrhineae немає сумнівів, адже вона є моногенетичною як на морфологічному, так і на молекулярному рівні (ГНЕВРЕНІWET *et al.* 2000; OLMSTEAD *et al.* 2001; ALVACH *et al.* 2005). Рослини характеризується зигоморфним віночком часто з виступаючою губою, плодами коробочками та здатністю нагромаджувати іридоїди.

Власне трибу Cheloneae утворюють роди *Chelone*, *Collinsia*, *Tetranema*, *Halleria*, *Scrophularia*, *Paulownia*. У «Флорі УРСР» триба Cheloneae належить до підродини Antirrhinoideae і включає, окрім родів *Scrophularia* і *Paulownia*, також роди *Gratiola*, *Limosella* і *Lindernia*. Як виявилось у результаті молекулярно-генетичних досліджень, триба Cheloneae, яка була виділена на основі будови цимозних суцвіть, є штучною групою, а її роди було віднесено до різних новоутворених груп. Так, роди *Chelone*, *Collinsia* і *Tetranema*, що представлені у Мексиці та Центральній Америці, утворюють споріднену з достовірністю 71% трибу Cheloneae. Роди *Scrophularia* і *Limosella* у ранзі окремих триб відносяться до кладі Scrophulariaceae. Під *Gratiola* виділений в окрему трибу у кладі Veronicaceae. Під *Halleria* разом з родом *Retzia* відноситься до новоутвореної кладі Stilbaceae, а під *Lindernia* утворює окрему кладу Linderniaceae. *Paulownia* – під великих дерев, що ростуть у Східній Азії та

інтродуковані в Україні, виділяють в окрему родину Paulowniaceae в порядку Lamiales (TANK *et al.* 2006).

М.І. КОТОВ (1960) у «Флорі України» роди *Veronica* і *Digitalis* об'єднує у трибу Veroniceae підродини Rhinanthoideae, яка включає непаразитні види даної родини. У молекулярно-філогенетичній системі ці роди утворюють окремі триби. Триба Veroniceae в однойменній кладі включає 14 родів, з яких у флорі України поширений лише під *Veronica*, представлений 47 видами, а триба Digitaleae включає два роди: *Digitalis* і *Erinus*. Ці триби разом з Plantaginaceae утворюють сильно споріднені лінії з дуже високою достовірністю – 99%.

Таксономічне положення моногенетичних родин водних рослин Callitrichaceae і Hippuridaceae з дуже спрощеною будовою квітки (редукованою оцвітиною та однією тичинкою і маточкою) та ксерофітної родини Globulariaceae до останнього часу було невизначеним. Останні дослідження підтвердили розміщення цих родин, як окремих триб, у кладі Veronicaceae разом з вітрозапильними видами родини Plantaginaceae. Ці родини мають сильну молекулярно-генетичну спорідненість з кладом Antirrhinum (98%).

Клада Orobanchaceae включає триби Buchnereae, Rhinanthae (родина Scrophulariaceae) та родину Orobanchaceae, які містять паразитичні та непаразитичні види. М.І. КОТОВ (1960) напівпаразитичні та паразитичні види родини Scrophulariaceae об'єднує у трибу Euphrasiae підродини Rhinanthoideae. Концепція паразитичних рослин, що утворюють природну групу була підтверджена молекулярно-філогенетичними дослідженнями (TANK *et al.* 2006). Триби, що містять паразитичні види підтверджуються на 75% в Orobanchaceae (роди *Orobanche* і *Boschniakia*) і є монофілетичними, тоді як дві інші триби – Buchnereae і Rhinanthae, утворені напівпаразитами, не є монофілетичними. На основі найновіших досліджень паразитичні і напівпаразитичні види об'єднують у 16 родин і зовсім відокремлюють від родини Scrophulariaceae (FAY *et al.* 2010).

В молекулярно-філогенетичній системі виділяють ще кілька клад, які не представлені у флорі України. Це клада Calceolariaceae, що лежить в основі філогенетичного дерева; її представники поширені на території Нового світу, від Мексики до Чилі. Це також класи Stilbaceae і Phrymaceae, характерні для флори Африки і Аравії, а також клада Linderniaceae, представлена у тропічній Африці і Південно-Східній Азії.

Висновки

Родина Scrophulariaceae є однією з найчисельніших і водночас поліфілетичною групою у порядку Lamiales. На основі проведених молекулярно-генетичних досліджень (послідовностей ДНК пластидних генів) вона розділена на сім монофілетичних клад: Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae, Calceolariaceae, Stilbaceae, Phrymaceae і Linderniaceae.

Види флори України в молекулярно-філогенетичній системі відносяться до таких клад: Scrophulariaceae, Veronicaceae і Orobanchaceae. Ці класи утворені, в основному, з членів цієї родини. Проте, ряд родів віднесено до інших родин, деякі роди отримали статус самостійних родин або об'єднано з іншими родами у нові класи. До виділених клад також потрапили дрібні родини порядку Lamiales.

Паразитичні та напівпаразитичні види відокремлені від родини і разом з родиною Orobanchaceae об'єднані в окрему групу.

Використані джерела

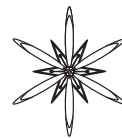
- КОТОВ М.І.** 1960. Ранникові (Scrophulariaceae). У кн.: КОТОВ М.І. (ред.), Флора УРСР. Т. 9: 405-631. Вид-во АН УРСР, Київ.
- ALBACH D.C., MEUDT H.M., OXELMAN B.** 2005. Piecing together the "new" Plantaginaceae. *Am. J. Bot.* **92**: 297-315.
- APG III** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Bot. J. Linn. Soc.* **161**: 105-121.
- Fay M.F., Bennett J.R., Dixon K.W., Christenhusz M.J.M.** 2010. Parasites, their relationships and the disintegration of the Scrophulariaceae *sensu lato*. *Curtis's Bot. Mag.* **26** (4): 286-313.
- ГНЕБРЕНІВЕТ М., BREMER B., THULIN M.** 2000. Phylogeny of the tribe Antirrhineae (Scrophulariaceae) based on morphological and *ndhF* sequence data. *Plant Syst. Evol.* **220**: 223-239.
- JUAN R., PASTOR J., FERNANDES I.** 2000. SEN and light microscope observations on fruit and seed in Scrophulariaceae from Southwest Spain and their systematic signification. *Am. J. Bot.* **86** (8): 323-338.
- LERSTEN N.R., CURTIS J.D.** 1997. Anatomy and distribution of foliar idioblasts in *Scrophularia* and *Verbascum* (Scrophulariaceae). *Am. J. Bot.* **84** (12): 1638-1645.
- OLMSTEAD R.G., REEVES P.A.** 1995. Evidence for the polyphyly of the Scrophulariaceae based on chloroplast *rbcL* and *ndhF* sequences. *Ann. Mo. Bot. Garden.* **82**: 176-193.
- OLMSTEAD R.G., DEPAMPHILIS C.W., WOLFE A.D., YOUNG N.D., ELISONS W.J., REEVES P.A.** 2001. Disintegration of the Scrophulariaceae. *Am. J. Bot.* **88**: 348-361.
- OXELMAN B., KORNHALL P., OLMSSTEAD R.G., BREMER B.** 2005. Further disintegration of the Scrophulariaceae. *Taxon* **54**: 411-425.
- TANK D.C., BEARDSLEY P.M., KELCHNER S.A., OLMSSTEAD R.G.** 2006. Review of the systematics of Scrophulariaceae *s.l.* and their current disposition. *Austral. Syst. Bot.* **19**: 289-307.

POSITION OF THE FAMILY SCROPHULARIACEAE FROM UKRAINIAN FLORA IN APG SYSTEM

MYROSLAVA R. HRYTSYNA

Abstract. In molecular phylogenetic system polyphyletic family Scrophulariaceae R.B.R is disintegrated into seven monophyletic groups: Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae, Calceolariaceae, Stilbaceae, Phrymaceae and Linderniaceae within order Lamiales. They are composed mainly by the members of this family and also by small families of this order. Holoparasitic and hemiparasitic genera re identified as a separate group. The genera of Ukrainian flora belonging to such tribes as Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae.

Key words: Scrophulariaceae, Veronicaceae, Orobanchaceae, APG, Ukrainian flora



АЛЕЛОПАТИЧНА АКТИВНІСТЬ САПОНІНІВ *RHODODENDRON LUTEUM SWEET*

ГРИНА М. ЄЖЕЛЬ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню алелопатичної активності сапонінів, екстрагованих з листя *Rhododendron luteum* Sweet. Досліджені сапоніни виявили неоднозначний вплив на тест-культури. Результати експерименту можуть бути використані при аналізі перспектив застосування рододендрона жовтого у промисловості.

Ключові слова: *Rhododendron luteum*, сапоніни, алелопатична активність

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, вул. Пирогова, 9, Київ, 01601, Україна; yizh@i.ua

Вступ

Поглибленому вивченню хімічної будови, фізико-хімічних та біологічних властивостей сапонінів, визначенню перспектив застосування їх у народному господарстві присвячено увагу багатьох сучасних дослідників. Хоча окремі рослини-сапоніноноси вже сьогодні використовуються з лікувальною та профілактичною метою у традиційній та нетрадиційній медицині як вихідна рослинна сировина для синтезу лікарських засобів (стероїдні гормони, адаптогени тощо) у фармацевтичній промисловості, до цього часу залишаються недостатньо з'ясованими біохімічні властивості сапонінів, механізми їх біологічної активності, роль цих сполук у життєвому циклі рослин (Деканосидзе *и др.* 1982). Роботи останніх десятиліть, присвячені науковій розробці аспектів біологічної дії сапонінів, відкривають нові можливості щодо практичного застосування цих сполук у промисловості (Дзюба та Головка 2000).

З цих позицій актуальним є вивчення біологічної активності сапонінів представника родини Ericaceae Juss., третинного релікта флори України – рододендрона жовтого, *Rhododendron luteum* Sweet (Барбарич 1962), що слугував об'єктом нашого дослідження. Предмет дослідження: біологічна активність суміші сапонінів даної рослини. Гіпотеза

дослідження полягає в припущенні наявності алелопатичної активності у *R. luteum*, що обґрунтовується присутністю біологічно активних сполук, особливо сапонінів стероїдного типу. Мета дослідження: виділити та ідентифікувати біологічно активні сполуки з листя *R. luteum*, вивчити біологічний потенціал його сапонінів та обґрунтувати перспективи їх подальшого застосування.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження проведено в лабораторії Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Під час проведення експерименту було використано обладнання Центрального ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

Дослідження вмісту сапонінів у рослинній сировині здійснювали за методикою Олешка і Блажея з наступним проведенням тонкошарової хроматографії і якісних реакцій на сапоніни (Ахов *и др.* 1999). Вміст сапонінів визначали у листках, зібраних 26.08.2012 у ясну та суху погоду на урочищі Лозиці біля річки Горка неподалік села Млинок в Олевському районі Житомирської області.

У відповідності з методикою досліджувану сировину висушили, зафіксували, подріbili, після чого здійснили екстракцію в апараті Сокслета. Перед проведенням екстракції

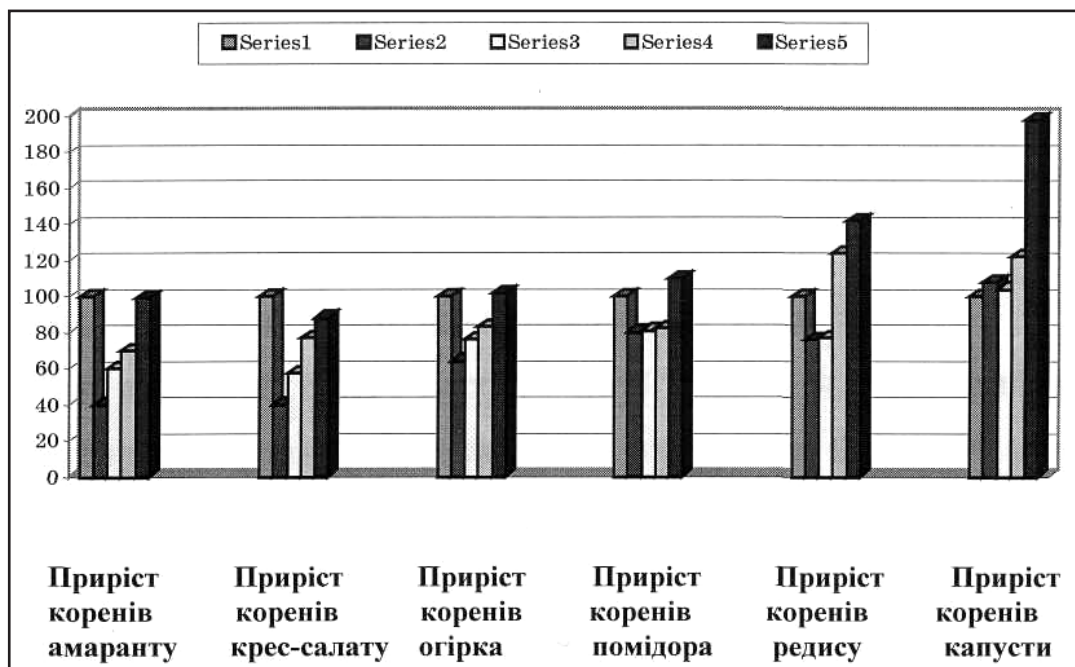


Рис. 1. Вплив різних концентрацій суміші сапонінів *Rhododendron luteum* на приріст коренів тест-об'єктів (% від контролю): **Series 1** – контроль; **Series 2** – 0,1 мг/л; **Series 3** – 0,05 мг/л; **Series 4** – 0,025 мг/л; **Series 5** – 0,006 мг/л.

Fig. 1. Influence of different concentrations of *Rhododendron luteum* saponins mixture on the test-cultures root growth (% from control): **Series 1** – control; **Series 2** – 0,1 mg/l; **Series 3** – 0,05 mg/l; **Series 4** – 0,025 mg/l; **Series 5** – 0,006 mg/l.

досліджуваній матеріал висушили до сталої ваги, наважку матеріалу (200 г) помістили у пакетик з фільтрувального паперу і зважили. Потім пакетик з наважкою помістили в екстрактор, герметично з'єднали всі частини апарату. Колбу апарату помістили у киплячу водяну баню. Через верх холодильника доливали в екстрактор 60%-й розчин метанолу (600 мл). Термін екстрагування становив 48 годин.

Після екстракції пакетик з досліджуваним матеріалом висушили при 20-30°C, потім при 100-150°C, і зважили. За різницею між вагою пакетика з рослинною сировиною до і після екстракції визначили кількість екстракту в наважці. Було отримано 1 г екстракту, який було піддано очищенню толуолом в діаліній лійці. Після очищення отриманий екстракт згустили під вакуумом і осадили сапоніни дистильованим ефіром. Після цього здійснили центрифугування і повторне осадження сапонінів. Отриманий осад висушили і провели ідентифікації сапонінів

та визначенню їх біологічної активності.

З метою попереднього орієнтовного визначення наявності у досліджуваній сировині сполук класу сапонінів було використано метод піноутворення (Зинкевич и Вечерко 1969): при струшуванні у пробірці водного розчину екстракту, отриманого з листя *R. luteum* (pH 7) спостерігали стійке піноутворення. Це дало підстави для попереднього висновку про наявність у досліджуваному розчині хімічних сполук класу сапонінів. З метою остаточної ідентифікації цих сполук було проведено тонкошарову хроматографію (Шершунова и др. 1980). Тонкошарова хроматографія сапонінів *R. luteum* проводилась у системі розчинників: H_2SO_4 (концентрована), метанол (1:10). Для хроматографії використовували пластинки Sulifol Kiselgel – W 254 фірми Kavalier (Чехія) та плитки MERCK Kiselgel 60. Для визначення стероїдних і тритерпенових сапонінів додатково проводили якісні реакції: реакцію

Лібермана-Вурхарда та реакцію з реактивом Саньє.

З метою вивчення аделопатичної активності сапонінів *R. luteum* було використано метод біотестування – один з найпоширеніших методів дослідження аделопатичних властивостей рослинних об'єктів у лабораторних умовах. Метод біотестування відрізняється відносною простотою і швидкістю, відсутністю трудомістких процесів, не потребує великої кількості досліджуваної речовини. Дослідження було здійснено шляхом постановки двох серій дослідів у потрійній повторності.

Тест-об'єктами слугували: крес-салат (*Lepidium sativum* L.), огірок сорту 'Далекосхідний' (*Cucumis sativus* L.), капуста сорту 'Білокачанна' (*Brassica oleracea* L.), редис сорту 'Червона з білим кінчиком' (*Raps sativus* L.), амарант (*Amaranthus paniculatus* L.), помідор (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Відсортоване насіння тест-об'єктів висіяли на фільтрувальному папері, зволоженому дистильованою водою, після чого помістили в темний термостат для пророщування при температурі 27°C. Через добу, коли насіння дослідних культур проросло, відбрали проростки з коренями 3 мм завдовжки, помістили їх в чашки Петрі, зволожили водними розчинами суміші стероїдних і тритерпенових сапонінів різної концентрації (0,1 мг/л; 0,05 мг/л; 0,025 мг/л; 0,006 мг/л, а в контрольних чашках – водою. Приріст тест-об'єктів виражали у відсотках до приросту контрольних проростків, який прийняли за 100%.

Результати та їх обговорення

Проведене дослідження виявило неоднозначний вплив розчинів суміші сапонінів *R. luteum* на різні тест-об'єкти і значну залежність характеру цього ефекту від концентрації (Рис. 1). Більш концентровані розчини сапонінів (0,1 мг/л) гальмують приріст коренів більшості дослідних культур, в т.ч. крес-салату на 58,1%, помідора – на 54,5%, амаранту – на 59,8% відносно контролю. При

зниженні концентрації розчинів сапонінів їх гальмуюча дія помітно зменшувалась, а у окремих тест-об'єктів (помідор та огірок) спостерігалась стимуляція приросту коренів. Разом з тим навіть концентровані розчини сапонінів *R. luteum* виявляють стимулюючу дію на приріст коренів капусти (107,7% відносно контролю). Для насіння редису спостерігалась класична закономірність: концентровані розчини викликали виразну гальмівну дію, що зменшувалась при зниженні концентрації розчинів сапонінів і поступово замінювалася на стимулюючий вплив.

Висновки

R. luteum синтезує сапоніни, як тиригерпенового, так і стероїдного типу. Вони мають виразну аделопатичну активність, сила і характер якої (гальмування або стимуляція) залежать не тільки від біологічних особливостей тест-об'єктів, а й від концентрації розчинів цих сполук.

Використані джерела

- Ахов А.С., Олешек В., Пиценте С. и др. 1999.** Стероидные гликозиды *Rhododendron luteum* Sweet. *Укр. біохім. журн.* 1: 20–23.
- БАРБАРИЧ А.І. 1962.** Рододендрон жовтий – релікт третинної флори на Українському Поліссі. *Укр. бот. журн.* 19 (2): 30–39.
- ДЕКАНОСИДЗЕ Г.Е., ЧИРВА В.Я., СЕРГИЕНКО И.В. и др. 1982.** Исследование тритерпеновых гликозидов. Мецинерета, Тбилиси.
- ДЗЮБА О.І., ГОЛОВКО Е.А. 2000.** Сапоніни рододендрона жовтого та їх біологічна активність. *Фізіологія та біохімія культурних рослин* 32 (6): 469–473.
- ЗИНКЕВИЧ Э.П., ВЕЧЕРКО А.П. 1969.** Тритерпеновые гликозиды (сапонины). *Гир. ВИЛАР* 15: 640–700.
- ШЕРШУНОВА М., ШВАРЦ В., МИХАЛЕЦ Ч. 1980.** Тонкослойная хроматография в фармации и клинической биохимии. Мир, Москва.

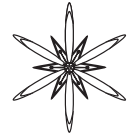
ALLELOPATHIC ACTIVITY OF SAPONINS EXTRACTED FROM *RHODODENDRON LUTEUM* SWEET

IRYNA M. YEZHEL

Abstract. Article deals with allelopathic activity of saponins extracted from *Rhododendron luteum* Sweet leaves. Investigations show nonlinear correlation between saponins concentration and growth of the roots of test-cultures.

Key words: *Rhododendron luteum*, saponins, allelopathy

National Pedagogical University named after N.P. Drahomanov, 9 Pirogova str, Kyiv, 01601, Ukraine; yizh@i.ua



УЛЬТРАСТРУКТУРНІ ЗМІНИ МЕМБРАННОЇ СИСТЕМИ ХЛОРОПЛАСТІВ ШПИНАТУ ПІД ДІЄЮ ІНГІБІТОРІВ КАРБОНАТГІДРАЗИ (АЦЕТАЗОЛАМІДА ТА ЕТОКСИЗОЛАМІДА)

МАРИНА В. ВОДКА *, Н.О. БІЛЯВСЬКА, О.К. ЗОЛОТАРЬОВА

Анотація. Досліджували вплив інгібіторів карбонатгідрازی, а саме ацетозоламідів та етоксизоламідів на мембранну систему ізольованих хлоропластів шпинату. Під дією інгібітору АА товщина тилакоїдів гран достовірно збільшується у порівнянні з контролем на 36%, а розмір міжтилакоїдних проміжків – на 10%. Під дією ЕА виявлено збільшення товщини тилакоїдів гран на 31% і міжтилакоїдних проміжків на 8%. Отримані дані можуть вказувати на зниження активності тилакоїдної КА, інгібування електронного транспорту та процесу фотосинтезу в цілому в присутності інгібіторів карбонатгідрازی.

Ключові слова: *Spinacea oleracea*, шпинат, карбонатгідроза, неорганічний вуглець, інгібітори, ацетазоламід, етоксизоламід, хлоропласти, тилакоїди гран

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна; * marinavodka@yandex.ru

Фундаментальною проблемою сучасної біології рослин є організація первинних процесів асиміляції CO_2 , до якої відноситься поглинання, трансмембранне переміщення та внутрішньоклітинне накопичення неорганічного вуглецю (C_n), а також концентрування CO_2 в зонах карбоксилування. Оскільки провідна роль в первинних процесах асиміляції C_n належить ензиматичним реакціям за участю карбонатгідраз, то названу проблему досліджують, вивчаючи саме цю групу ферментів.

Карбонатгідроза (КА, карбонатгідратаза, ЄС 4.2.1.1) – фермент, який здійснює обернену гідратацію CO_2 ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$); він широко розповсюджений в усіх живих організмах від прокариот до людини, присутній і у рослин. КА відіграє важливу роль в фотосинтетичній діяльності рослин, а також бере участь в полегшенні транспорту CO_2 та зниженні дифузійного опору внутрішньоклітинному переносу CO_2 . Найбільша активність КА вищих рослин тісно пов'язана з комплексом фотосистеми II (ФС II) (Ignatova et al. 2011), яка концентрується в гранах хлоропластів.

Для вивчення функцій карбонатгідрози

завичай використовують специфічні інгібітори КА сульфаніламідної природи – ацетазоламід (АА) та етоксизоламід (ЕА). Інгібітори утворюють комплекси у співвідношенні 1:1 з кожним реакційним центром ферменту. В молекулі КА центр зв'язування сульфонамідів містить іон цинку як однієї з координуючих груп (Алиев і Гулиев 1990).

На сьогоднішній день багато публікацій присвячено біохімічному вивченню карбонатгідрози, але залишається невизначеною її роль в підтриманні структури мембранної системи хлоропластів, тобто фотосинтетичного апарату рослин.

Тому метою нашої роботи було дослідження гранальної системи ізольованих хлоропластів шпинату та вплив на неї інгібіторів КА (АА і ЕА).

Хлоропласти класу «С» виділяли із листків 40-денних рослин шпинату (*Spinacea oleracea* L.) за Подорванов и др. (2005). Для пригнічення активності КА ізольовані хлоропласти інкубували протягом 2-ох годин у присутності 0,5 мМ ацетазоламідів або 0,5 мМ етоксизоламідів. Для вивчення структури гранальної системи хлоропластів та оцінки дії інгібіторів карбонатгідрози на

неї використовували метод трансмісійної електронної мікроскопії.

У контрольному зразку чітко виділяються фрагменти окремих хлоропластів з листків рослин шпинату, що містять грани, тилакоїди строми і пластоглобули. Відзначається щільна упаковка тилакоїдів гран і рівномірний їх розподіл в стопках.

Під дією інгібітору АА відбувається фрагментація гран та відзначається варіювання їх висоти, розпушення загальної структури гран, набухання тилакоїдів гран. Кількісно доведено, що товщина тилакоїдів гран достовірно збільшується у порівнянні з контролем на 36%, а розмір міжтилакоїдних проміжків – на 10%.

Під дією ЕА структура частини гран втрачає інтактність, розчленовуючись на невеликі фрагменти; на деяких ділянках тилакоїди гран відокремлюються від сусідніх, порушується їх зв'язок на термінальних ділянках гран. Виявлено збільшення товщини тилакоїдів гран на 31% і міжтилакоїдних проміжків на 8%.

Зазначені нами порушення гранальної системи хлоропластів, що були викликані дією інгібіторів КА, свідчать про суттєві перебудови в ультраструктурі і, очевидно, про зміни у функціонуванні фотосинтетичного апарату, які можуть бути пов'язані з інактивацією кисеньвиділяючого

центру ФС II і уповільненням електронного транспорту.

Таким чином, представлені нами експериментальні дані стосовно перебудов структури гран хлоропластів, індукованих інгібіторами КА, дозволяють висловити припущення про участь карбоангідрози в організації та збереження інтактності мембранної структури хлоропластів.

Аналіз впливу інгібіторів карбоангідрози на ультраструктуру тилакоїдів гран може представляти значний інтерес, оскільки він несе інформацію про стан гран та хлоропластів в цілому. Отримані дані можуть мати цінність для подальших поглиблених досліджень при вирішенні проблеми спрямованої регуляції фотосинтезу рослин.

Використані джерела

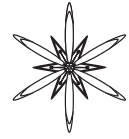
- АЛИЕВ Д.А., ГУЛИЕВ Н.М. 1990. Карбоангидраза растений. Наука, Москва.
- ПОДОРВАНОВ В.В., ЧОРНОШТАН А.А., ЗОЛОТАРЕВА Е.К. 2005. Роль бикарбоната в светозависимом поглощении протонов изолированными хлоропластами. *Физиол. биохим. культ. раст.* 37: 326–332.
- IGNATOVA L. K., RUDENKO N. N. *et. al.* 2011. Carbonic anhydrase activity in Arabidopsis thaliana thylakoid membrane and fragments enriched with PSI or PSII. *Photosynth. Res.* 110: 89–98.

ULTRASTRUCTURAL CHANGES IN THE MEMBRANE SYSTEM OF ISOLATED CHLOROPLASTS OF SPINACH UNDER THE INFLUENCE OF CARBONIC ANHYDRASE INHIBITORS AA AND EA

MARINA V. VODKA *, N.O. BILIAVS'KA, E.K. ZOLOTAREVA

Abstract. The effects of carbonic anhydrase inhibitors (AA and EA) on the membrane system of isolated chloroplasts of spinach were investigated. Under the influence of AA the considerable alterations in granal structure occurred, the thickness of the granal thylakoids increased by 36% and the interspace between thylakoids by 10% comparable with the control. As a result of EA treatment, the thickness of granal thylakoids enhanced by 31% and the interspace between thylakoids increased by 8% in comparison to the control. It was shown that structure of the granal system of the chloroplast was more sensitive to AA than EA. The data obtained can indicate a decrease in the activity of the thylakoid carbonic anhydrase, inhibition of electron transport and photosynthetic process as a whole in the presence of carbonic anhydrase inhibitors (AA and EA).

Key words: *Spinacea oleracea*, spinach, carbonic anhydrase, inhibitor, chloroplasts, granal thylakoids, electron transport



АНАТОМІЧНА БУДОВА ЕПІДЕРМІСУ ЛИСТКІВ КУКУРУДЗИ ПРИ ДІЇ ГЕРБИЦИДУ «МАЙСТЕР» І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ «ЗЕАСТИМУЛІН»

ОЛЕКСАНДР І. ЗАБОЛОТНИЙ

Анотація. Встановлено, що застосування ручного прополювання та оптимальних норм гербициду «МайсТер», особливо у суміші з регулятором росту рослин, сприяє формуванню мезоморфного типу листка, про що свідчить збільшення площі клітин епідермісу за зниження їх кількості на одиницю площі.

Ключові слова: *Zea mays*, кукурудза, гербицид «МайсТер», регулятор росту «Зеастимулін», листки, епідерміс, продиhi, анатомічна структура

Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, Умань, 20305, Україна; aleks.zabolotny@uandex.ua

Вступ

Кукурудза – одна з найбільш цінних сільськогосподарських культур. При дотриманні всіх агротехнічних вимог вирощування вона може формувати високу урожайність зерна (Пащенко і Кордін 2012). Однак нині серед найактуальніших причин низької урожайності і валових зборів зерна кукурудзи в Україні є незначна конкурентна здатність культури до бур'янів та висока забур'яненість ґрунту й посівів найбільш шкідливими бур'янами, оскільки в останні роки протиерозійний обробіток ґрунту, відмова від оранки викликали нову проблему – значне забур'янення полів однорічними та багаторічними бур'янами (Танчик і Мокрієнко 2012; Малухов 2011). Узв'язку з цим та через слабку конкурентоспроможність рослин кукурудзи стосовно бур'янів, недостатню ефективність механічних засобів боротьби з бур'янами, вирощувати кукурудзу без застосування гербицидів, як правило, неможливо (Сергієнко і Горбач 2012). Однак гербициди, будучи речовинами з надзвичайно високою фізіологічною активністю, мають значний вплив і на культурні рослини, зокрема на їх анатомо-морфологічну будову.

Анатомо-морфологічна будова вегетативних органів рослин, зокрема листка,

свідчить про пластичність рослинного організму (Ковалева и Пугачева 2009). Відомо, що анатомо-морфологічна будова надземних органів рослин залежить від зміни екологічних факторів (Недуха 2012). На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва одним із значних факторів впливу на навколишнє природне середовище та рослинний організм є застосування пестицидів, серед яких значна частка припадає на гербициди. Узв'язку з цим показники структури епідерми листків можуть бути важливими характеристиками адаптації рослин до факторів навколишнього середовища (Панюта і Палачега 2009).

Переважаюча більшість сучасних гербицидів має щодо рослин системну дію, яка проявляється вже після потрапляння препарату на листки. З поверхні листків через епітикулярні та кутикулярні утворення діюча речовина гербициду потрапляє до клітин стовпчастої і губчастої паренхіми мезофілу листка, а вже звідти – до інших тканин і органів рослин (Карпенко 2008). Це може викликати зміни у фізіолого-біохімічних реакціях рослинного організму, призвести до порушення фітогормонального статусу рослин і обмінних процесів у них. Через зміну балансу ендогенних фітогормонів можуть виникати порушення перебігу ростових процесів рослинного організму,

що призводить до морфологічних й анатомічних змін у тканинах і органах. Також істотний вплив на анатомічну структуру тканин і органів рослин мають регулятори росту рослин екзогенного походження, зокрема через зростання мітотичної активності меристематичних тканин (Воронцова 1987).

У зв'язку з вище наведеним, завданням досліджень було вивчення впливу гербіциду «МайсТер» та регулятора росту «Зеастимулін», внесених окремо і сумісно, на анатомічну будову епідермісу листків кукурудзи. Адаже анатомічні дослідження рослин допомагають уточнити закономірності формування життєвих форм (Овруцька 2012).

Матеріали і методи досліджень

Досліди проводили в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва в посівах кукурудзи гібриду «Харківський 295 МВ» впродовж 2010-2012 рр. Гербіцид «МайсТер» у нормах 130, 150 і 170 г/га та регулятор росту «Зеастимулін» у нормі 10 мл/га вносили у фазі розвитку рослин кукурудзи 5-7 листків. Повторність досліду – триразова. Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий (вміст гумусу – 3,3%). Препарати вносили обприскувачем ОГН-600 з витратою робочого розчину 300 л/га. Анатомічну будову листків кукурудзи досліджували за методикою Грицаєнко (Грицаєнко *та ін.* 2003).

Результати та їх обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що внесення досліджуваних препаратів впливало на формування анатомічної будови епідермісу листків кукурудзи. Також значний вплив на структуру епідермісу мали погодні умови вегетаційного періоду.

Так, при визначенні кількості клітин епідермісу рослин кукурудзи у 2010 році встановлено, що при застосуванні гербіциду

«МайсТер» у нормі 130 г/га кількість клітин знизилася у порівнянні з контролем I на 19 шт./мм², тоді як при внесенні 150 г/га – на 24 шт./мм² при НІР₀₅ 15 шт./мм². Підвищення норми застосування гербіциду до 170 г/га майже не впливало на зміну кількості клітин епідермісу (Табл. 1).

За сумісного внесення препаратів кількість клітин епідермісу зменшувалася у порівнянні з контролем та застосуванням препаратів поокремо. Так, при дії 130 г/га гербіциду у суміші з «Зеастимуліном» кількість клітин епідермісу зменшилася проти контролю I на 30 шт./мм². Найменша кількість клітин епідермісу серед усіх варіантів досліду формувалася при застосуванні 150 г/га «МайсТру» у суміші з регулятором росту – на 51 шт./мм² менше ніж у контролі I при НІР₀₅ 15 шт./мм². За внесення максимальної норми гербіциду з регулятором росту кількість клітин епідермісу кукурудзи знизилася проти контролю I на 17 шт./мм².

Поряд зі зменшенням клітин епідермісу за дії препаратів закономірно відбувалося збільшення площі однієї клітини. Найбільші розміри клітин були у варіантах досліду з внесенням 150 г/га «МайсТру» у баковій суміші з «Зеастимуліном» – на 91 мкм² більше за контроль I та у разі постійних ручних прополовань – на 77 мкм² більше за контроль I при НІР₀₅ 30 мкм². В інших варіантах досліду площа клітин епідермісу була меншою проти наведених варіантів, однак перевищувала контроль I.

Зменшення клітин епідермісу листків кукурудзи з одночасним зростанням їх площі у варіантах досліду із ручними прополованнями та застосуванням препаратів свідчить про формування мезоморфного типу листкової пластинки, що відбувається за сприятливіших умов вирощування при знищенні переважної частки бур'янів завдяки дії гербіциду та ручних прополовань. Відповідно до цього, найбільша кількість клітин у контролі I та дещо менша їх кількість при дії максимальних норм гербіциду (170 г/га) свідчить про формування ксероморфного типу листка за менш сприятливих умов існування. У контролі I несприятливим фактором є

Табл. 1. Анатомічна структура епідермісу листків кукурудзи у фазі викидання волоті при застосуванні гербіциду «МайсТер» та регулятора росту «Зеастимулін».

Table 1. The anatomical structure of epidermis of *Zea mays* leaves in a phase of panicle formation under the influence of herbicide «MaysTer» and growth regulator «Zeastimulin».

Варіант досліджу	Кількість клітин епідермісу, шт./мм ²			Площа однієї клітини епідермісу, мкм ²			Кількість продихів, шт./мм ²		
	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	152	142	160	315	330	308	51	54	50
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	106	93	115	392	405	380	68	70	67
«Зеастимулін»	116	104	125	382	394	374	61	63	60
«МайсТер» 130 г/га	133	124	140	347	360	340	57	60	55
«МайсТер» 150 г/га	128	115	136	366	380	358	66	68	64
«МайсТер» 170 г/га	149	140	148	324	340	316	61	64	60
«МайсТер» 130 г/га + «Зеастимулін»	122	110	130	373	388	367	60	63	59
«МайсТер» 150 г/га + «Зеастимулін»	101	90	110	406	420	400	70	72	68
«МайсТер» 170 г/га + «Зеастимулін»	135	126	143	351	365	344	66	68	65
НІР ₀₅	15	20	13	30	36	18	3	4	2

висока забур'яненість посівів кукурудзи, а високі норми гербіциду мають фітотоксичну дію на рослини кукурудзи, порушуючи фітогормональний стагус їх клітин, що призводить до збільшення їх кількості за одночасного зменшення їх площі.

При визначенні кількості та площі клітин епідермісу у 2011 і 2012 роках встановлено, що залежність зміни цих показників від норми внесення гербіциду без регулятора росту і у баковій суміші з ним залишалася такою ж, як і у 2010 році. Окрім цього, на формування структури епідермісу листків кукурудзи значний вплив мали погодні умови. Найбільш сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи були умови вегетації 2011 року. У цей рік сформувалася найменша кількість клітин епідермісу за найбільшої їх площі – 142 шт./мм² при 330 мкм² у 2011 році проти 152 шт./мм² при 315 мкм² у 2010 році. Найбільш посушливими були умови вегетаційного періоду 2012 року, про що свідчить найбільша кількість клітин за роки досліджень при найменшій їх площі – 160

шт./мм² при 308 мкм².

Відомо, що кількість, розподіл та морфологія продихів на поверхні листкових пластинок є важливим показником адаптації рослин. Продихи є воротами для газообміну між клітинами мезофілу та навколишнім середовищем, а їх структура значною мірою визначає життєдіяльність рослин. Також зміна щільності розташування продихів може суттєво впливати на ефективність використання води, швидкість фотосинтезу та накопичення біомаси (DRISCOLL *et al.* 2006).

При визначенні кількості продихів у епідермісі листків кукурудзи встановлено, що у роки досліджень найбільша їх кількість була у 2011 році, коли були більш сприятливі умови вегетації. Серед варіантів досліджу найбільша кількість продихів формувалася при постійних ручних прополюваннях – на 16 шт./мм² більше за контроль I та при застосуванні «МайсТру» 150 г/га у суміші з «Зеастимуліном» – на 18 шт./мм² більше за контроль I при НІР₀₅ 4 шт./мм². В інших варіантах досліджу кількість продихів була

меншою проти наведених варіантів.

У 2010 і 2012 роках хоча кількість продихів у епідермісі листків кукурудзи була меншою, ніж у 2011 році, однак залежність зміни їх кількості від норми гербициду, внесеного як окремо, так і сумісно з регулятором росту, залишалася аналогічною 2011 року.

Висновки

Отже, внесення оптимальних норм гербициду «МайсТер», особливо у баковій суміші з «Зеастимуліном», а також проведення ручних прополювань за рахунок створення кращих умов для росту і розвитку рослин кукурудзи при усуненні переважної частки бур'янів у її посівах сприяє формуванню мезоморфного типу листка. Про це свідчить зменшення кількості клітин епідермісу листків кукурудзи за одночасного зростання площі однієї клітини.

Використані джерела

- Воронцова Н.В.** 1987. Влияние гербицидов и ретарданта на урожайность ячменя в условиях Северо-Запада. В: Синякова Л.А. (ред.), Интенсификация кормопроизводства на Северо-Западе РСФСР: 79–83.
- Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П.** 2003. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. ЗАТ «НІЧЛАВА», Київ.
- Карпенко В.П.** 2008. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербицидів. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених (Умань, 2008 р.)* 1: 17–19.
- Ковалева Е.И., Пугачева А.Ю.** 2009. Влияние условий освещения на анатомическую структуру листа *Aster dumosus* L. и *Aster novi-belgii* L. *Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону* 1 (9): 51–56.
- Малухов З.М.** 2011. Опыт использования Раундапа в борьбе с многолетними корневищными сорняками в посевах кукурузы. *Земледелие* 2: 38–39.
- Недуха О.М.** 2012. Гетерофілія у *Trapa natans* L. Морфолого-анатомічна будова листків. *Mod. Phytomorphol.* 2: 29–35.
- Овруцька І.І.** 2012. Анатомічна будова листків *Sium latifolium* L. в різних умовах водозабезпечення. *Mod. Phytomorphol.* 2: 257–261.
- Панюта О., Палагеча Р.** 2009. Анатомічна будова епідерми листків *Magnolia grandiflora* L. залежно від ярусу листка. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка* 25-27: 131–133.
- Пашенко Ю.М., Кордін В.С.** 2012. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербицидами в технології вирощування кукурудзи. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва* 38: 9–12. <http://www.institut-zerna.com/library/bulletin38.htm>
- Сергієнко В., Горбач Т.** 2012. Гербицидний контроль на кукурудзі. *Агробізнес сьогодні* 4 (227): 20–24.
- Танчик С.П., Мокрієнко В.А.** 2012. Як захистити посіви кукурудзи від бур'янів. *Agrobox*. <http://www.agrobox.com.ua/?PAGE=articles&aid=3>
- DRISCOLL S., PRINS A., OLMOS E., KUNERT K., FOYER C.** 2006. Specification of adaxial and abaxial stomata, epidermal structure and photosynthesis to CO₂ enrichment in maize leaves. *J. Exp. Bot.* 57 (2): 381–390.

ANATOMICAL STRUCTURE OF EPIDERMIS IN MAIZE LEAVES UNDER INFLUENCE OF HERBICIDE «MAYSTER» AND GROWTH REGULATOR «ZEASTIMULIN»

ALEKSANDR I. ZABOLOTNIY

Abstract. It has established that application of the hand weeding and optimal doses of herbicide «MaysTer», especially in mixture with the growth regulator «Zeastimulin», assists forming of mesomorphic type of maize leaves by increasing the area of epidermal cells and decreasing of their number per area.

Key words: *Zea mays*, maize, herbicide «MaysTer», growth regulator «Zeastimulin», leaf, epidermis, stomata, anatomical structure



УДК 581.441:633.111.1

РІСТ МІЖВУЗЛІВ ПШЕНИЦІ ЗА РІЗНИХ УМОВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

ОЛЬГА І. ЖУК

Анотація. Вивчали ріст міжвузлів озимої пшениці за оптимального та недостатнього забезпечення головними елементами мінерального живлення (азотом, фосфором і калієм). Найбільш інтенсивний ріст міжвузлів пшениці відзначено у фазі виходу в трубку, однак він за оптимального живлення продовжувався до фази молочної стиглості зерна. За дефіциту живлення ріст міжвузлів зупинявся у фазі колосіння-цвітіння. Найменші міжвузля формувалися у пшениці сорту 'Фаворитка'. Ріст четвертого і п'ятого міжвузлів починався у фазі виходу в трубку. Найменше впливало забезпечення мінеральним живленням на розміри міжвузлів сорту 'Миронівська 808'. Рослини озимої пшениці сортів 'Миронівська 808', 'Смуглянка' і 'Фаворитка' за дефіциту мінерального живлення формували більші підпрапорцеві листки. Найбільша площа підпрапорцевих листків виявлена у пшениці сортів 'Миронівська 808' і 'Смуглянка'.

Ключові слова: *Triticum aestivum*, озима пшениця, міжвузля, мінеральне живлення

Інститут фізіології рослин та генетики НАН України, вул. Васильківська 31/17, м. Київ, 03022, Україна;
zhuk_bas@voliacable.com

Вступ

Процеси макроморфогенезу відіграють визначну роль у реалізації потенційної продуктивності рослин пшениці. Стебло пшениці виконує важливі для рослин функції транспорту речовин і води на далекі відстані, опори для колоса. Встановлено, що стебло пшениці також слугує альтернативним джерелом вуглеводів для наповнення зерна (VLUM *et al.* 1994; VLUM 1998). Водорозчинні вуглеводи накопичуються у стеблі у період розтягнення і складаються з фруктанів, сахарози, фруктози і глюкози. Крохмаль знайдений у стеблі у невеликих кількостях і не мобілізується у період формування зерна. В умовах дефіциту води і високої температури повітря значення резервів стебла зростає у зв'язку з прискоренням старіння листової пластинки (ASSENG & VAN HERWAARDEN 2007). Вважають, що за умов помірної посухи наливу зерна пшениці значною мірою залежить від запасних цукрів стебла (ENDALE *et al.* 2008). Формування стебла залежить від умов навколишнього середовища, до яких відносять забезпечення елементами

мінерального живлення.

Метою наших досліджень було вивчення впливу забезпечення рослин озимої пшениці основними елементами мінерального живлення на темпи росту міжвузлів стебла пшениці та площу листків.

Матеріали і методи дослідження

Рослини озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сортів 'Миронівська 808', 'Смуглянка' та 'Фаворитка' вирощували в умовах дрібноділянкового дослідження у Київській області за стандартною технологією. Ґрунт сірий лісовий. Мінеральні речовини у вигляді збалансованого добрива нітроаммофоски вносили у період посіву та весною – у період кушіння. У варіантах з оптимальним забезпеченням мінеральним живленням доза азоту, фосфору і калію (NPK) становила 120 кг на гектар за діючою речовиною. Недостатнє забезпечення мінеральним живленням складало 25 кг на гектар.

У фазах виходу рослин в трубку, колосіння-цвітіння, формування зернівок, молочної стиглості зерна відбирали зразки рослин,

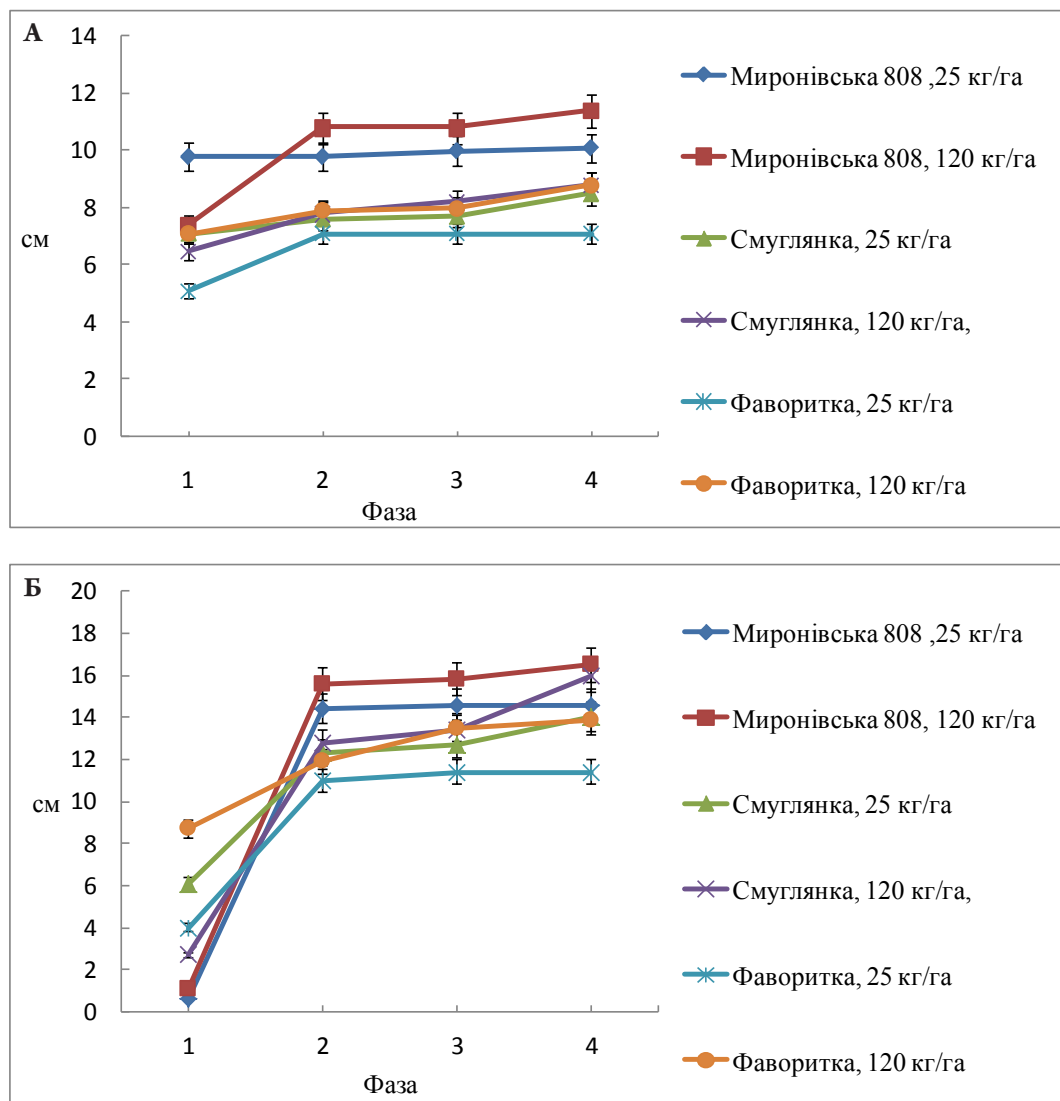


Рис. 1. Вплив забезпечення мінеральним живленням на ріст другого (А) та третього (Б) міжвузлів рослин озимої пшениці: 1 – фаза трубкування; 2 – фаза колосіння-цвітіння; 3 – фаза формування зернівки; 4 – фаза молочної стиглості зерна.

Fig. 1. The influence of mineral nutrition support on growth of second (А) and third (Б) winter wheat internodes: 1 – booting phase; 2 – earing-blooming phase; 3 – corn formation phase; 4 – milky ripeness phase.

для яких вимірювали довжину міжвузлів. У фазі молочної стиглості зерна визначали площу листових пластинок прапорцевого та підпрапорцевого листків. Результати опрацювали статистично.

Результати та їх обговорення

В період виходу рослин в трубку ріст міжвузлів пшениці продовжувався. Дефіцит мінерального живлення спричиняв зупинку росту другого міжвузля пшениці сорту

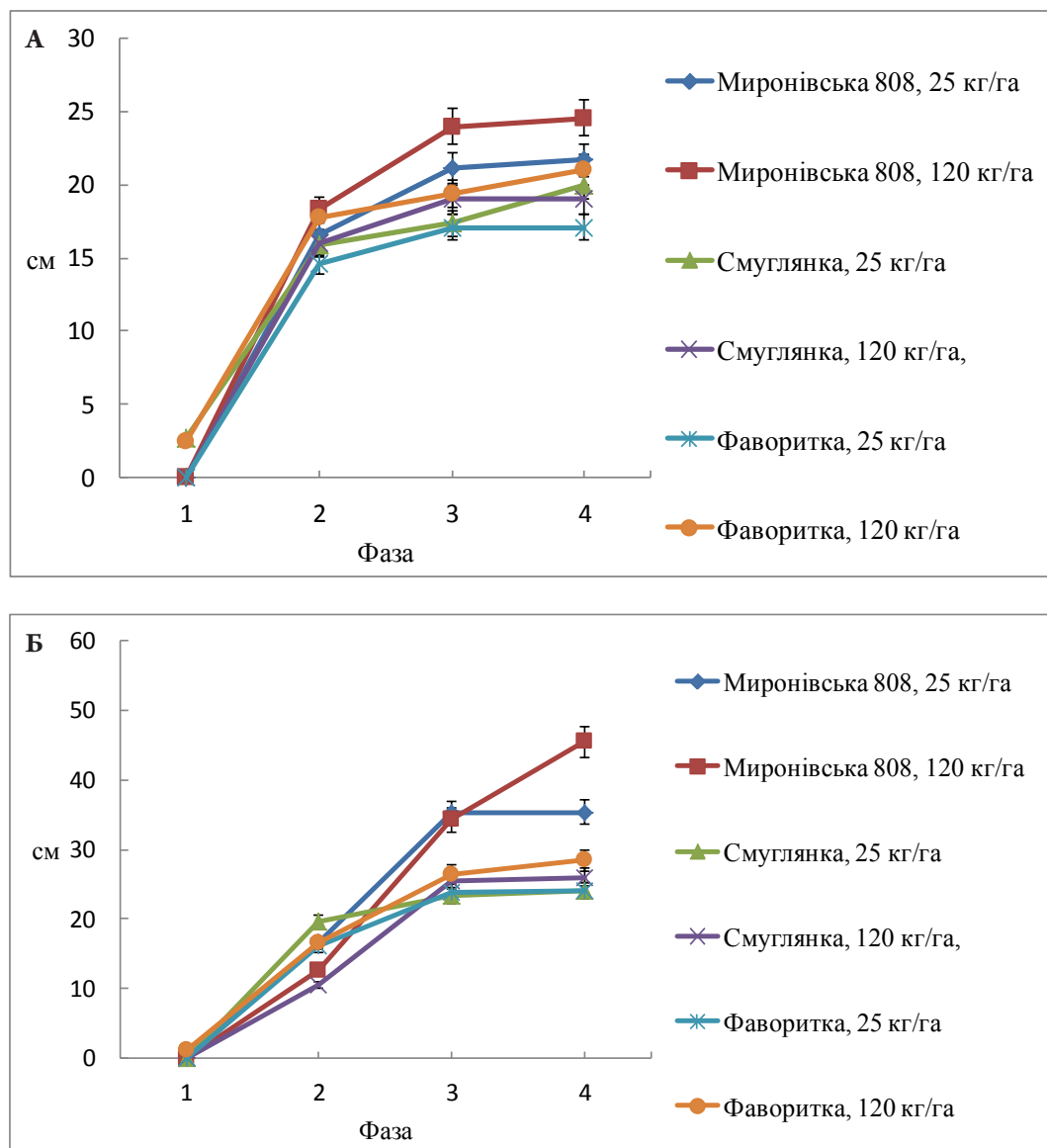


Рис. 2. Вплив забезпечення мінеральним живленням на ріст четвертого (А) та п'ятого (Б) міжвузлів рослин озимої пшениці: 1 – фаза трубкування; 2 – фаза колосіння-цвітіння; 3 – фаза формування зернівки; 4 – фаза молочної стиглості зерна.

Fig. 2. The influence of mineral nutrition support on growth of fourth (A) and fifth (B) winter wheat internodes: 1 – booting phase; 2 – earing-blooming phase; 3 – corn formation phase; 4 – milky ripeness phase.

‘Миронівська 808’ у фазі виходу в трубку (Рис. 1 А). За оптимального забезпечення мінеральним живленням ріст цього міжвузля продовжувався до фази колосіння-цвітіння. У сорту ‘Смуглянка’ вплив забезпечення мінеральним живленням на ріст другого

міжвузля був незначним. У сорту ‘Фаворитка’ дефіцит мінерального живлення затримував ріст другого міжвузля і зупиняв його у фазі колосіння-цвітіння.

Ріст третього міжвузля пшениці найбільш інтенсивним був у фазі трубкування і

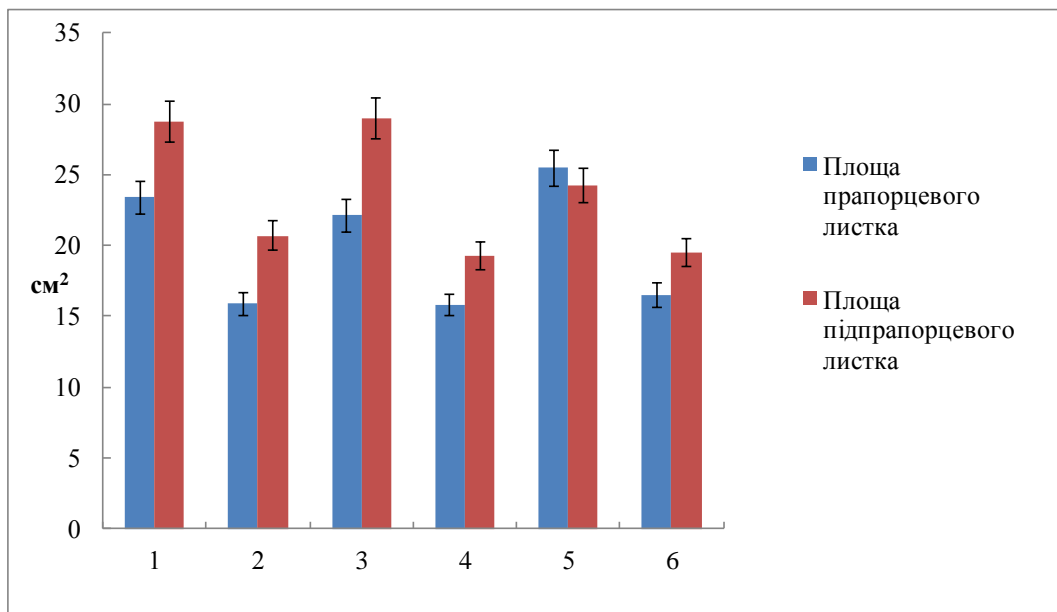


Рис. 3. Вплив рівня мінерального живлення на площу прапорцевого і підпрапорцевого листків рослин озимої пшениці у фазі молочної стиглості зерна: **1** – ‘Миронівська 808’, 120 кг/га; **2** – ‘Миронівська 808’, 25 кг/га; **3** – ‘Смуглянка’, 120 кг/га; **4** – ‘Смуглянка’, 25 кг/га; **5** – ‘Фаворитка’, 120 кг/га; **6** – ‘Фаворитка’, 25 кг/га.

Fig. 3. The influence of mineral nutrition support on the area of last leaves (feather leaves) and subfeather leaves in milky ripeness phase in winter wheat: **1** – cv. ‘Mironivska 808’, 120 kg/ha; **2** – cv. ‘Mironivska 808’, 25 kg/ha; **3** – cv. ‘Smuglyanka’, 120 kg/ha; **4** – cv. ‘Smuglyanka’, 25 kg/ha; **5** – cv. ‘Favoritka’, 120 kg/ha; **6** – cv. ‘Favoritka’, 25 kg/ha).

практично припинявся після початку фази колосіння-цвітіння (Рис. 1 Б). Однак, недостатнє забезпечення мінеральним живлення зменшувало кінцеві розміри цього міжвузля у всіх вивчених сортів пшениці. Найменший розмір третього міжвузля виявлено у сорту ‘Фаворитка’ за недостатнього мінерального живлення. У сорту ‘Смуглянка’ оптимальне живлення продовжувало ріст третього міжвузля до фази молочної стиглості зерна.

Темпи росту четвертого міжвузля були найвищими у фазі виходу в трубку і уповільнювались в подальшому (Рис. 2 А). Дефіцит мінерального живлення зупиняв ріст четвертого міжвузля у всіх сортів пшениці, крім сорту ‘Смуглянка’. Найменше четверте міжвузля за дефіциту живлення формувалося у сорту ‘Фаворитка’.

Ріст п’ятого міжвузля у всіх сортів пшениці починався у фазі виходу в трубку і відзначався високою інтенсивністю до фази колосіння-

цвітіння (Рис. 2 Б). Дефіцит мінерального живлення припиняв ріст п’ятого міжвузля у пшениці сортів ‘Миронівська 808’ і ‘Фаворитка’ після завершення фази колосіння-цвітіння. Найменші розміри п’ятого міжвузля були у пшениці сорту ‘Фаворитка’ за дефіциту мінерального живлення. Найдовше продовжувався ріст п’ятого міжвузля у пшениці сорту ‘Миронівська 808’. Зупинка росту цього міжвузля у пшениці сортів ‘Миронівська 808’, ‘Смуглянка’ та ‘Фаворитка’ за дефіциту мінерального живлення відбувалася у фазі формування зернівки. Оптимальне забезпечення мінеральним живленням незначно впливало на кінцеві розміри п’ятого міжвузля у пшениці сортів ‘Смуглянка’ та ‘Фаворитка’.

Вивчення впливу мінерального живлення на площу листків дозволило встановити, що його дефіцит зменшував площу прапорцевого і підпрапорцевого листків (Рис. 3). Площа підпрапорцевого листка у всіх сортів пшениці

була більшою порівняно з прапорцевим листком, крім сорту 'Фаворитка' за оптимального забезпечення елементами мінерального живлення. Найбільші зміни площі листків відзначені у пшениці сортів 'Миронівська 808' та 'Смуглянка'.

Висновки

Дефіцит мінерального живлення спричиняв затримку росту міжвузлів озимої пшениці після фази колосіння-цвітіння. Найменші міжвузля формувались за дефіциту мінеральних елементів у пшениці сорту 'Фаворитка'. Завершення росту міжвузлів відбувалось лише у фазі молочної стиглості зерна. Сорти пшениці інтенсивного типу 'Смуглянка' та 'Фаворитка' відрізнялись за інтенсивністю ростових процесів та реакцією на забезпечення мінеральним живленням.

Сорт пшениці 'Фаворитка' відзначався високою чутливістю ростових процесів у стеблі на забезпечення мінеральним живленням. Найбільш значне пригнічення росту міжвузлів за дефіциту живлення відзначено у сорту 'Фаворитка'.

Використані джерела

- 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** (1): 217–229.
- BLUM A., SINMENA B., MAYER J., GOLAN G., SHIPILER L. 1994. Stem reserve mobilization supports wheat grain filling under heat stress. *Aust. J. Plant Physiol.* **21**: 771–781.
- BLUM A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. *Euphytica* **100**: 77–83.
- ЕНДАЙЕ В., WHITKUS R.W., WAINES J.G. 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. *Field Crops Res.* **106**: 34–43.

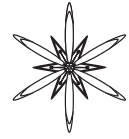
THE GROWTH OF WHEAT INTERNODES UNDER DIFFERENT MINERAL NUTRITION CONDITIONS

OLGA I. ZHUK

Abstract. The growth of winter wheat internodes was studied under optimal and deficit support of mineral nutrition main elements – nitrogen, phosphor and potassium. The most intensive growth of wheat internodes was detected in booting phase but under the optimal nutrition it was continued to milky ripeness phase. Under mineral nutrition deficit internodes growth stopped in earing-flowering phase. The smallest internodes were formed in wheat cv. 'Favoritka'. The growth of fourth and fifth internodes started at booting phase. The minimal influence of mineral nutrition was on internodes sizes of cv. 'Mironivska 808'. Winter wheat plants of cvs. 'Mironivska 808', 'Smuglyanka' and 'Favoritka' under mineral deficit nutrition formed larger leaves under last leaves. The largest area of leaves under last leaves was detected in wheat cvs. 'Mironivska 808' and 'Smuglyanka'.

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

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



ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦИТОКІНІНУ ТА ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ НА СТРУКТУРУ МЕЗОФІЛУ ЛИСТКА ТА МОРФОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ РОСЛИН ПШЕНИЦІ

Владислав В. Жук * та М.М. Мусієнко

Анотація. Проведено дослідження структури мезофілу прапорцевого листка озимої пшениці сорту 'Тронка', який вирощували в умовах польового дослідження, методом конфокальної лазерної скануючої мікроскопії. Дослідні рослини були оброблені БАП та H_2O_2 у фазі виходу в трубку. Встановлено, що обробка рослин не впливала на структуру тканин листка пшениці, але посилювала функціональну здатність пігментних комплексів хлоропластів. Показано, що дія екзогенного БАП посилювала аутофлуоресценцію хлорофілу, особливо у клітинах стовпчастого мезофілу, затримувала старіння пігментного комплексу. Дія екзогенного H_2O_2 переважно посилювала флуоресценцію хлорофілу клітин губчастого мезофілу поблизу продихів, але його вплив був менш значим, ніж БАП. У оброблених БАП та H_2O_2 рослин озимої пшениці збільшувалась висота рослин та довжина прапорцевого листка. Обробка рослин БАП підвищувала продуктивність рослин озимої пшениці сорту 'Тронка' переважно за рахунок збільшення кількості зерен у колосі та їх маси.

Ключові слова: *Triticum aestivum*, пшениця, мезофіл листка, конфокальна мікроскопія, БАП, пероксид водню

ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету ім. Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна; * zhuk_bas@voliacable.com

Вступ

Клітини мезофілу листків пшениці здійснюють фотосинтетичну функцію і виконують роль донора асимілятів для репродуктивних органів. В листку пшениці виділяють стовпчастий та губчастий мезофіл, кожна клітина якого містить понад сотню хлоропластів. Біогенез хлоропластів, синтез пігментів і фотосинтетична активність хлоропластів контролюються цитокінінами (ZUBO *et al.* 2008). Хлоропласти є однією з мішеней дії цитокінінів, а відповідь на цитокініни опосередковується експресією ядерних генів, які кодують хлоропластні білки (FEREIRA & KLEBER 2005). Цитокінінові рецепторні кінази здатні сприймати сигнал від ендегенних та екзогенних цитокінінів і тісно взаємодіють з іншими сигнальними системами в рослинах (MOREY *et al.* 2011). Екзогенні цитокініни затримують деградацію пігментного комплексу та хлоропластів, старіння листка.

Хлоропласти є головними продуцентами

активних форм кисню, серед яких найбільш довго живучим і здатним транспортуватись на значні відстані є пероксид водню H_2O_2 (SUZUKI & MITTLER 2006). ASADA (1999) продемонстрував, що ендегенний рівень H_2O_2 обумовлює його функції і регулюється в циклі вода-вода. H_2O_2 генерується в клітинах у відповідь на різні стимули і виконує сигнальні функції у регуляції руху замикаючих клітин продихів (HUNG *et al.* 2002). Екзогенний H_2O_2 здатен дифундувати через мембрани і впливати на фотосинтетичну систему клітини.

Вивчення структури тканин методом конфокальної скануючої мікроскопії дозволяє характеризувати функціональну здатність клітин і пігментного комплексу *in vivo* (ROSHCHINA *et al.* 2005). Аутофлуоресценція хлорофілу у червоній ділянці спектру виявляє локалізацію хлоропластів у клітині і структуру листових тканин.

Метою наших досліджень було вивчення структури мезофілу живих клітин тканин мезофілу листка пшениці та впливу на них екзогенних БАП і H_2O_2 .

Матеріали і методи дослідження

Рослини озимої м'якої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сорту 'Тронка' вирощували в умовах польового дослідження в Київській області на сірому ґрунті за типовою для зони агротехнікою. Обробку рослин водними розчинами 6-бензиламінопурину (БАП) та перексиду водню (H_2O_2 , ПВ) в концентрації $10^{-4}M$. Вивчення структури мезофілу прапорцевого листка проводили у фазі формування зернівки.

Для дослідження флуоресценції хлорофілу з свіжих листків пшениці за допомогою леза виготовляли зрізи товщиною 40-50 мкм, які монтували на предметне скло в краплині дистильованої води та накривали покривним скельцем. Дослідження проводили за допомогою лазерного скануючого конфокального мікроскопа LSM510 META («Carl Zeiss», Germany) з використанням об'єктиву LD Plan-Neofluor 40x/0,6 Korr (WYMER *et al.* 1999). Для збудження аутофлуоресценції хлорофілу задавали довжину хвилі 543 нм, після чого реєстрували емісії від 560 нм. Результати досліджень препаратів відображались на екрані комп'ютера та зберігались в його пам'яті.

Після дозрівання рослин проводили аналіз структури врожаю. Результати опрацьовували статистично.

Результати та їх обговорення

Встановлено, що в листках рослин контрольного варіанту клітини мезофілу формували правильні ряди (Рис. 1 А). Клітини стовпчастого мезофілу були розташовані більш щільно, порівняно з клітинами губчастого мезофілу. Хлоропласти у клітинах стовпчастого мезофілу локалізувались

◀ **Рис. 1.** Структура мезофілу прапорцевого листка пшениці сорту 'Тронка' та аутофлуоресценція хлоропластів в умовах польового дослідження: А – контроль; Б – БАП; В – H_2O_2 .

◀ **Fig. 1.** Mesophyll structure and chloroplast autofluorescence under field experiment conditions in the last leaf of *Triticum aestivum* cv. 'Tronka': А – control; Б – BAP; В – H_2O_2 .

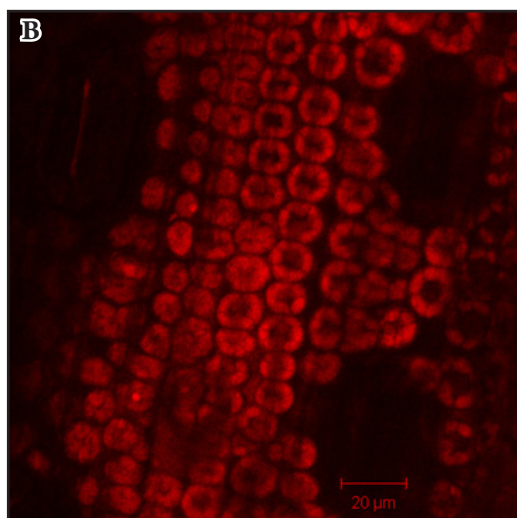
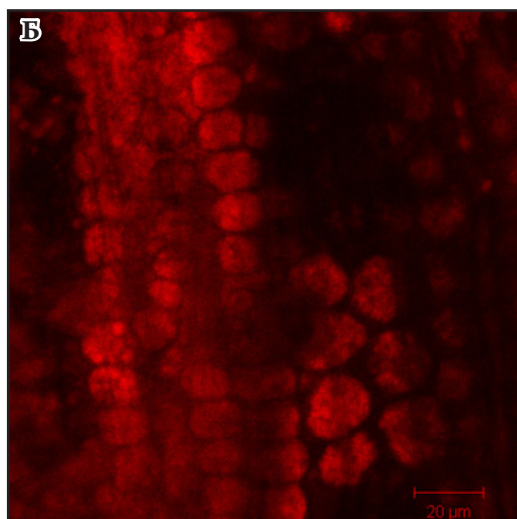
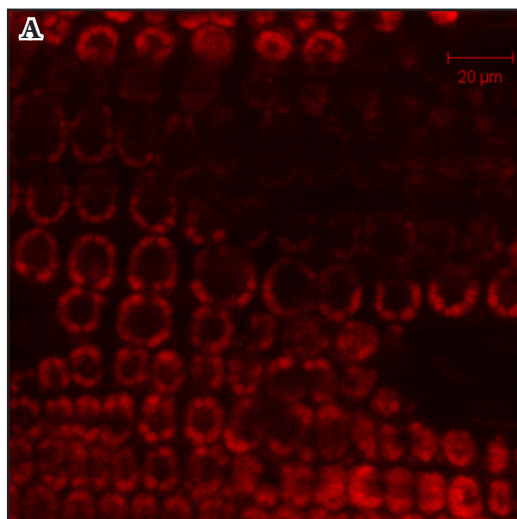


Табл. 1. Вплив БАП та H_2O_2 на морфоструктуру та продуктивність рослин озимої пшениці сорту 'Тронка'.

Table 1. The influence of BAP and H_2O_2 on morphological structure and plant productivity of *Triticum aestivum* cv. 'Tronka'.

Висота рослин, см	Довжина прапорцевого листка, см	Кількість колосків в колосі, шт	Кількість зерен в колосі, шт	Маса 1000 зерен, г	Врожайність, ц/га
80,9±0,5	15,5±0,5	17±1	42±1	40,1±0,1	42,7±0,2
86,8±0,6	20,5±0,6	18±1	45±2	47,5±0,1	48,6±0,3
86,3±0,5	19,5±0,5	18±1	43±1	40,2±0,1	43,7±0,2

по периферії і відзначались значнішою флуоресценцією порівняно з клітинами губчастого мезофілу. Відсутність хлорофілу в клітинах продихів надала їм вигляду темних овальних плям на рисунку. Клітини губчастого мезофілу відзначались слабкою аутофлуоресценцією у червоній ділянці спектру.

В клітинах листків, оброблених БАП рослин пшениці аутофлуоресценція хлорофілу була значно більш інтенсивною, ніж у контролі, що свідчить про посилення функції фотосинтетичного апарату (Рис. 1 Б). Екзогенний цитокінін затримував старіння клітин листової пластинки, особливо стовпчастого мезофілу. Значна кількість хлорофілу спричиняла настільки високу активність флуоресценції, що межі окремих клітин не вирізнялись. Інтенсивність червоної флуоресценції клітин губчастого мезофілу зменшувалась ближче до жилки та продихів, межі яких були недостатньо чіткими через значну флуоресценцію хлорофілу сусідніх з ними клітин.

Після дії екзогенного H_2O_2 інтенсивність флуоресценції клітин листового мезофілу посилювалась порівняно до контролю, але була слабкішою, ніж після дії БАП (Рис. 1 В). Інтенсивність флуоресценції клітин губчастого мезофілу була вищою порівняно до клітин стовпчастого, особливо поблизу продихів, які мали вигляд темних овалів. Найвища інтенсивність флуоресценції хлоропластів відзначена по периферії більшості клітин. Аутофлуоресценція клітин, які знаходились поблизу епідермісу, була найбільш слабкою, що свідчить про втрату функціональної здатності фотосинтетичного апарату.

Вивчення морфоструктури рослин після їх дозрівання дозволило встановити, що екзогенна дія БАП та H_2O_2 сприяла збільшенню довжини прапорцевого листка та висоти рослин (Табл. 1). Достовірне збільшення кількості зерен в колосі, маси 1000 зерен та загальної продуктивності посіву відзначено після обробки рослин пшениці сорту 'Тронка' БАП у фазі виходу у трубку. Дія H_2O_2 на продуктивність рослин була слабкою, що свідчить про короточасність його впливу на рослини пшениці.

Висновки

Дослідження структури клітин мезофілу листків пшениці методом конфокальної мікроскопії дозволило продемонструвати дію екзогенного БАП та H_2O_2 на функціональну здатність пігментного комплексу нативних клітин. Показано, що БАП затримував старіння клітин, значно посилював аутофлуоресценцію хлорофілу у червоній ділянці спектру, що свідчить про високу активність фотосистем. Дія екзогенного H_2O_2 значніше посилювала флуоресценцію клітин губчастого мезофілу, особливо поблизу продихів. Морфологія губчастого та стовпчастого мезофілу за дії БАП та H_2O_2 не змінювалась. Дія екзогенного БАП підвищувала продуктивність рослин озимої пшениці сорту 'Тронка'.

Використані джерела

ASADA K. 1999. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* **50**: 601–639.

- FEREIRA F.J., KIEBER J.J. 2005.** Cytokinin signaling. *Cur. Opin. Plant Biol.* **8**: 518–525.
- HUNG S.-H., YU CH.-W., LIN CH.Y. 2005.** Hydrogen peroxide functions as a stress signal in plants. *Bot. Bull. Acad. Sin.* **46**:1–10.
- MOREY K.J., ANTUNES M. S., ALBRECHT K. D., BOWEN T.A., TROUPE J.F., HAVENS K.L., MEDFORD J.I. 2011.** Developing a synthetic signal transduction system in plants. *Meth. Enzymol.* **497**: 581–602.
- ROSHCHINA V.V., YASHIN V.A., KONONOV A.V. 2004.** Autofluorescence of developing plant vegetative microspores studied by confocal microscopy and microspectrofluorimetry. *J. Fluores.* **14**:745–750.
- SUZUKI N., MITTLER R. 2006.** Reactive oxygen species and temperature stresses: a delicate balance between signaling and destruction. *Plant Physiol.* **126**: 45–51.
- WYMER C.L., BEVEN A.F., BOUDONCK K., LLOYD G.W. 1999.** Confocal microscopy of plant cell. *Methods Mol. Biol.* **122**: 103–130.
- ZUBO Y.O., YAMBURENCO M.V., SELIVANKINA S.Y., SHAKIROVA F.M., AVALBAEV A.M., KUDRYAKOVA N.V., ZUBKOVA N.K., LIERE K., KULAEVA J.N., KUSNETSOV V.V., BORNER T. 2008.** Cytokinin stimulates chloroplast transcription in detached barley leaves. *Plant Physiol.* **148**: 1082–1093.

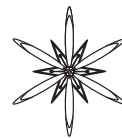
THE RESEARCH OF CYTOKININ AND HYDROGEN PEROXIDE INFLUENCE ON THE LEAF MESOPHYLL STRUCTURE AND MORPHOMETRIC PARAMETERS OF WINTER WHEAT

VLADISLAV V. ZHUK * & M.M. MUSIENKO

Abstract. The last leaf mesophyll structure of *Triticum aestivum* cv. 'Tronka' which was grown in the field experiment conditions was investigated by the method of confocal laser scanning microscopy. The experiment plants were treated by BAP and H₂O₂ in booting phase. It is established that plant treatment didn't effect on structure of leaf tissues but enhanced the functional ability of chloroplast pigment complexes. It has shown that influence of exogenous BAP enhanced chlorophyll autofluorescence, especially in palisade mesophyll cells, delayed aging of pigment complex. The action of exogenous mainly increased chlorophyll fluorescence of spongy mesophyll near stomata, but its influence was less significant than BAP. In winter wheat plants treated by BAP and H₂O₂ plant height and last leaf length enlarged. The plant treatment by BAP increased productivity of *T. aestivum* cv. 'Tronka' mainly by the cost of increasing of corns' quantity in ear and corns' weight.

Key words: *Triticum aestivum*, wheat, mesophyll, confocal microscopy, BAP, hydrogen peroxide

Educational and Scientific Center «Institute of Biology» of Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13 Vladymyrska str., Kyiv, 01601, Ukraine; * zhuk_bas@voliacable.com



ВПЛИВ ОКСИДУ АЗОТУ ТА ЩАВЛЕВОЇ КИСЛОТИ НА УРАЖЕННЯ РОСЛИН ПШЕНИЦІ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) СЕПТОРІОЗОМ

Грина В. Жук^{1*}, Г.М. Лісова², З.М. Довгаль², О.П. Дмитрієв¹

Анотація. Реалізація продуктивності сучасних сортів пшениці обмежується втратами врожаю від грибкових захворювань, які інтенсивно розвиваються в умовах підвищеної вологості та температури повітря. Застосування еліситорів – один з шляхів індукції фітоімунітету зернових та мінімізації пестицидного навантаження на навколишнє середовище. Встановлено, що адитивна дія елісатора (щавлевої кислоти) та сигнальної молекули NO зменшує стрес за дії біотичного чинника – збудника септоріозу у двох сортів ярої м'якої пшениці *Triticum aestivum* – 'Недра' та 'Етюд' в умовах польового досліду. При цьому дія щавлевої кислоти зменшувала втрати врожаю за рахунок зниження ступеню ураження зернівок патогеном. Донор NO виявляв властивості сигнальної молекули та регулятора росту в умовах біотичного стресу, що сприяло реалізації потенційної продуктивності пшениці.

Ключові слова: *Triticum aestivum*, *Septoria tritici*, септоріоз, зернівки, морфометрія, оксид азоту, щавлева кислота

¹ Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, вул. Заболотного, 148, Київ, 03680, Україна;
* iren_zhuk@mail.ru

² Інститут захисту рослин НААН України, вул. Васильківська, 33, Київ, 03022, Україна

Вступ

Реалізація продуктивності сучасних сортів пшениці обмежується втратами врожаю від грибкових захворювань, які інтенсивно розвиваються в умовах підвищеної вологості та температури повітря (Захаренко *и др.* 2003; Шакирова 2001). Гриби вражають всі частини рослини, але особливе значення для врожаю має ушкодження репродуктивних органів грибами роду *Septoria* (Бабаянц *и др.* 1988). Ушкодження зернівок спричиняє втрати врожаю і погіршує його якість.

Використання екологічно безпечних засобів боротьби з захворюваннями та посилення імунітету рослин є актуальною проблемою сучасної біологічної науки. А застосування еліситорів – один з шляхів індукції фітоімунітету зернових та мінімізації пестицидного навантаження на навколишнє середовище (Дмитрієв *и др.* 2005). До найбільш поширених сполук цього класу належать саліцилова кислота та хітозани. Однак пошук нових ефективних еліситорів триває. Останні роки увагу дослідників привернули такі сполуки природного

походження як щавлева кислота та оксид азоту (Beligni & Lamattina 1999; Cessna *et al.* 2000; Дмитрієв 2004). Переважна більшість досліджень присвячена вивченню ураження грибами листків, стебла та кореневої системи (Kashima & Katahama 2002; Lin *et al.* 2012; Xu *et al.* 2005) і майже відсутні роботи по вивченню ураженню грибами репродуктивних органів.

Метою наших досліджень було вивчити вплив патогена на морфоструктуру зернівок пшениці та рослин, і можливості використання щавлевої кислоти та донору оксиду азоту для підвищення стійкості рослин пшениці до септоріозу.

Матеріали і методи дослідження

Об'єктом досліджень були сорти ярої м'якої пшениці *Triticum aestivum* L. – 'Недра' та 'Етюд', які вирощували в умовах дрібноділянкових польових дослідів на сірому лісовому ґрунті в Київській області з використанням типової для зони агротехніки. Обробка рослин водним розчином щавлевої кислоти (10^{-4} М) та 0,5 мМ розчином



Рис. 1. Зернівки ярої пшениці сорту 'Етюд': А – контроль; Б – уражені септоріозом; В – уражені септоріозом при обробці НПН; Г – уражені септоріозом при обробці щавлевою кислотою; Д – уражені септоріозом при обробці НПН і щавлевою кислотою.

Fig. 1. The corns of *Triticum aestivum* cv. 'Etюд': А – control; Б – damaged by *Septoria tritici*; В – damaged by *S. tritici* under SNP treatment; Г – damaged by *S. tritici* under oxalic acid treatment; Д – damaged by *S. tritici* under SNP plus oxalic acid treatment.

донору оксиду – нітропрусида натрія (НПН) проводилась у фазі виходу в трубку з одночасною інокуляцією збудником септоріозу *Septoria tritici* Blotch. Оцінку ураження та ступеня розвитку хвороби проводили у фазі молочно-воскової стиглості зерна, використовуючи дев'ятибальну шкалу Саарі та Прескотта (БАБАЯНЦ *и др.* 1988). У цей же період визначали морфометричні параметри – висоту рослин, довжину колоса та прапорцевого листка. Після дозрівання зерна проводили аналіз структури врожаю.

Результати та їх обговорення

Детальне вивчення розвитку гриба на поверхні зернівок проводили на прикладі сорту 'Етюд' як найбільш чутливого

до ураження *S. tritici*. Показано, що у контрольному варіанті в умовах польового досліду зараження зернівок грибковими захворюваннями не відзначали (Рис. 1 А). Зернівки мали правильну форму, були добре розвиненими і виповненими.

Після штучного зараження рослин у фазі виходу в трубку виявлено значне ураження зернівок (Рис. 1 Б). Найбільше зараження грибом відзначали в ендоспермальній частині зернівки. Розвиток грибкового міцелію руйнував оболонки ендосперму, гіфи гриба проникали в тканини ендосперму на значну глибину і спричиняли утворення некротичних плям. На місці ураження листків утворювались плями різного кольору – світлі, бурі, жовті, світло-бурі, нерідко з темною облямівкою.

Табл. 1. Вплив обробки донором NO та щавлевою кислотою на морфометричні параметри та продуктивність рослин ярої пшениці.

Table 1. The influence of NO donor and oxalic acid treatment on morphometric parameters and productivity of *Triticum aestivum* plants.

Сорт	Висота стебла, см	Довжина листка, см	Довжина колоса, см	Колосків у колосі шт.	Зерен в колосі, шт.
Етюд, контроль	55,7±4,0	17,3±0,3	8,0±0,4	14±2	43±2
Етюд, септоріоз	49,3±4,1	14,2±0,3	7,3±0,4	13±2	34±2
Етюд, НПН+септоріоз	60,6±2,8	16,5±0,4	6,9±0,3	12±2	34±2
Етюд, щавлева к-та +септоріоз	46,3±2,6	18,0±0,4	7,2±0,3	13±1	32±2
Етюд, НПН+щавлева к-та +септоріоз	53,5±3,0	18,7±0,4	6,9±0,3	13±2	45±3
Етюд, НПН	55,5±3,2	18,1±0,3	7,1±0,3	13±2	39±3
Етюд, НПН+щавлева к-та	54,2±2,5	16,6±0,3	6,2±0,3	11±2	36±3
Етюд, щавлева к-та	55,1±3,0	16,7±0,4	7,0±0,3	12±2	31±3
Недра, контроль	96,0±4,0	24,0±0,4	10,9±0,4	17±2	39±3
Недра, септоріоз	93,4±2,6	20,8±0,4	11,4±0,4	16±2	42±2
Недра, НПН+септоріоз	97,8±2,6	22,1±0,4	11,4±0,4	18±2	50±2
Недра, щавлева к-та +септоріоз	98,4±3,0	19,4±0,4	11,4±0,4	18±2	50±2
Недра, НПН+щавлева к-та+септоріоз	94,8±2,6	19,5±0,4	10,0±0,4	17±2	47±2
Недра, щавлева к-та	98,6±2,6	23,2±0,4	11,8±0,4	17±2	68±3
Недра, НПН	98,4±2,6	22,3±0,4	10,6±0,4	17±2	57±2
Недра, НПН+щавлева к-та	96,1±2,6	23,2±0,4	10,3±0,4	16±2	43±2

У рослин, які були заражені грибом у фазу виходу у трубку та одночасно оброблені донором оксиду азоту, виявлено зменшення ураження тканин зернівок патогеном (Рис. 1 В). Вендоспермальній частині зернівки виявлені незначні темні плями, які свідчать про слабкий розвиток грибової мікоризи і підвищення стійкості до проникнення гіф гриба до тканин зернівки.

Обробка рослин ярої пшениці щавлевою кислотою у фазу виходу в трубку спричиняла зменшення ступеня ураження

зернівок пшениці септоріозом (Рис. 1 Г). Грибна мікориза була слабо розвинена, некротичні плями мали невеликі розміри та спостерігались лише у частини зернівок (Рис. 1 Г).

У рослин ярої м'якої пшениці, що були оброблені у фазу виходу в трубку щавлевою кислотою та донором оксиду азоту (НПН) та заражені збудником септоріозу, прояви грибового захворювання у зернівок були незначними. Зернівки були виповненими, добре розвиненими (Рис. 1 Д).

За шкалою Саарі та Прескотта оцінювали ступінь ураження септоріозом листків пшениці. У центрі уражених септоріозом листків пшениці містились пікніди у вигляді дрібних чорних крапок, оточені жовто-бурими хлоротичними плямами. Обробка щавлевою кислотою та донором оксиду азоту (НПН) зменшувала ступінь прояву захворювання, ступінь ураження поверхні листків знижувався на 10-15%.

За дії елісатора (щавлевої кислоти) у більш стійкого сорту ярої пшениці 'Недра' збільшувалась кількість зерен в колосі та висота рослин (Табл. 1). Однак це не вплинуло на довжину колосу та кількість колосків в колосі, що обумовлене тим, що ці ознаки менш чутливі до дії біотичних чинників середовища. У більш чутливого до грибкових захворювань сорту 'Етюд' обробка щавлевою кислотою зменшувала негативний вплив ураження септоріозом на ріст та розвиток прапорцевого листка.

За дії донору оксиду азоту висота інфікованих рослин ярої пшениці сортів 'Етюд' та 'Недра' зростала і навіть перевищувала рівень контрольного варіанту (Табл. 1.). Сумісна обробка донором оксиду азоту стимулювала ріст пагонів лише у стійкого сорту 'Недра' за умов ураження збудником септоріозу.

Також нами показано, що NO стимулював збільшення кількості зерен в колосі (Табл. 1). Достовірної відмінності між довжиною колоса та кількістю колосків у колосі між варіантами не знайдено.

Встановлено, що адитивна дія елісатора (щавлевої кислоти) та сигнальної молекули NO зменшувала дію біотичного чинника (збудника септоріозу) у двох сортів ярої м'якої пшениці *T. aestivum* – 'Недра' та 'Етюд' в умовах польового дослідження. При цьому дія щавлевої кислоти знижувала втрати врожаю за рахунок зниження ступеню ураження зернівок патогеном. Донор NO виявляв властивості сигнальної молекули та регулятора росту в умовах дії біотичного стресу, що сприяло реалізації потенційної продуктивності пшениці.

Висновки

Встановлено, що адитивна дія елісатора (щавлевої кислоти) та сигнальної молекули NO зменшує ураження зернівок ярої пшениці та стресове навантаження в умовах дії біотичного чинника (збудника септоріозу), що підвищує імунітет та сприяє реалізації потенційної продуктивності рослин пшениці.

Використані джерела

- 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. 2004.** Сигнальная роль оксида азота у растений. *Цитология и генетика* **38** (4): 67–75.
- ДМИТРИЕВ А.П., ГРОДЗИНСКИЙ Д.М., ПОЛИЩУК В.П. 2005.** Индуцирование системной устойчивости у растений биогенными индукторами. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер. Біологія* **3**: 24–36.
- ЗАХАРЕНКО В.А., ОВСЯНКИНА А.В., САНИН С.С. 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.
- BELIGNI M.V., LAMATTINA L. 1999.** Nitric oxide counteracts cytotoxic processes mediated by reactive oxygen species in plant tissues. *Planta* **208** (2): 337–344.
- 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.
- KAYASHIMA T., KATAYAMA T. 2002.** Oxalic acid is available as a natural antioxidant in some systems. *Biochim. Biophys. Acta* **1573**: 1–3.
- LIN A., WANG Y., TANG J., XUE P., LI C., LIU L., HU B., YANG F., LOAKE G.J., CHU C. 2012.** Nitric oxide and protein S-nitrosylation are integral to hydrogen peroxide-induced leaf cell death in rice. *Plant Physiol.* **158**: 451–464.
- XU M.-J., DONG J.-F., ZHU M.-Y. 2005.** Nitric oxide mediates the fungal elicitor-induced hypericin production of *Hypericum perforatum* cell suspension cultures through a jasmonic-acid-dependent signal pathway. *Plant Physiol.* **139**: 991–998.

THE INFLUENCE OF NITRIC OXIDE AND OXALIC ACID ON *TRITICUM AESTIVUM* L. INFECTED BY *SEPTORIA TRITICI* BLOTCH.

IRYNA V. ZHUK^{1*}, G.M. LISOVA², Z.M. DOVGAL², O.P. DMITRIEV¹

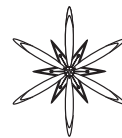
Abstract. The realization of productivity of *Triticum aestivum* L. modern cultivars is limited by yield losses caused by fungus diseases which intensively develop under high level of humidity and air temperatures. The usage of elicitors is the way to induce the plant immunity of cereals and minimize the pesticide pollution of the environment. It is established that the additive effect of elicitor (oxalic acid) and NO signal molecule decrease the stress after the action of biotic factor (*Septoria tritici* Blotch) in two spring wheat cultivars – ‘Nedra’ and ‘Etud’ in the field experiment conditions. The effect of oxalic acid was to decrease the yield losses by the way of decreasing the degree of corns’ infection by pathogen. NO donor manifests the qualities of signal molecule and growth regulator under biotic stress that promoted the realization of wheat potential productivity.

Key words: *Triticum aestivum*, *Septoria tritici*, leaf blotch, corn, morphometry, nitric oxide, oxalic acid

¹ Institute of Cell Biology and Genetic Engineering NAS of Ukraine, 148 Zabolotnogo str., Kiev, 03680, Ukraine;

* iren_zhuk@mail.ru

² Institute of Plant Protection, National Academy of Agrarian Sciences, 33 Vasilkivska str., Kiev, 03022, Ukraine



УДК 615.32

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ *ACER PLATANOIDES* L. У МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ

ОКСАНА ЧЕРПАК

Анотація. Фітохімічним дослідженням листків клену звичайного встановлено вміст дубильних речовин, флавоноїдів, β -каротину, хлорофілу *a*, антоціанів, кумаринів та алкалоїдів.

Ключові слова: *Acer platanoides*, листок, фітохімічні дослідження

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, Львів, 79001, Україна;
alex_pharma@bigmir.net

Пошук перспективних лікарських рослин є важливим завданням сучасної фітотерапії з метою створення нових фітопрепаратів. Однією з таких рослин є клен звичайний – *Acer platanoides* L. листя якого виявляє антисептичну, протизапальну, знеболювальну, ранозагоювальну, сечогінну й жовчогінну дію.

Мета роботи полягала у дослідженні морфологічних особливостей будови лікарської рослинної сировини (ЛРС) листя клену звичайного та її фітохімічному вивченні.

Як об'єкти дослідження використовувалось свіжі і висушені листки клену звичайного, заготовлене у травні-червні на околицях м. Львова. Кількісне визначення вмісту суми оксинюваних фенолів у ЛРС визначали титрометричним методом (Государственная Фармакопея СССР 1990). Кількісне визначення флавоноїдів, каротиноїдів та хлорофілів визначали спектрофотометричним методом (Лобанова *та ін.* 2004; Мусієнко та Ольхович 2004).

Рід Клен (*Acer* L.) належить до родини Кленові (*Aceraceae* Juss.), об'єднує до 157 видів, серед яких близько 47 інтродуковано в Україні, включає 17 секцій. За походженням клен звичайний (*A. platanoides*) – європейський вид, що належить до секції *Platanoides* Рах., єдиний вид у ряді *Platanoides* Rojark. Також це один з 5 видів роду *Acer*, що

природно ростуть на території України і має найбільший ареал поширення. У *A. platanoides* налічується близько 20 декоративних форм, що робить його надзвичайно цікавим об'єктом для використання у лісовому господарстві та ландшафтній архітектурі для створення групових та алейних насаджень. Клен звичайний використовується як ґрунтополіпшуюча, тіньова і підгінна порода (Герц 2009).

Клен звичайний – дерево висотою 20-30 м з колоноподібним стовбуром, вкритим дрібнотріщинуватою темно-сірою корою, з густою розлогою кроною. Цвіте навесні (квітень-травень) до розпускання бруньок. Листки великі (5-15 см завдовжки, 8-15 см завширшки), 5-7-пальчатолопатові, при основі серцеподібні. Листкові пластинки пронизані численними жилками різної товщини. Лопаті листкової пластинки загострені, виїмки між ними тупі, молоді листки по жилках волосисті, по кутках жилок – з борідкою волосків. Квітки правильні, одностатеві або двостатеві, з подвійною оцвіткою, розміщені у багатоквіткових прямостоячих щиткоподібних голих суцвіттях на коротких квітконосах. Плід – блідо-зелена двокрилатка (8-11 см завдовжки), крила її розходяться під тупим кутом. У кожному плодику утворюється одна плоска округла насінина чечевицеподібної форми.

Клен звичайний росте у другому ярусі листяних і мішаних лісів поодинокі або

групами. Це тіньовитривала, досить морозостійка рослина, поширена по всій території України. Культивують її у парках і захисних насадженнях. Райони заготівель – правобережний і лівобережний Лісостеп, Прикарпаття та Карпати (НЕЧИТАЙЛО ТА КУЧЕРЯВА 2000).

Фітохімічним дослідженням листків клену звичайного встановлено вміст дубильних речовин, флавоноїдів, антоціанів, кумаринів та алкалоїдів. Кількісний вміст у листках клену звичайного суми окиснюваних фенолів становить 8,77%, флавоноїдів – 0,88 %, а також, в перерахунку на сухий залишок, β -каротину – 35 мг% та хлорофілу *a* – 245,00 мг%.

Враховуючи поширення клену звичайного на території України, значні сировинні запаси, а також наявність важливих біологічно-активних речовин, вважаємо, що дана

рослина є перспективною для подальшого дослідження та застосування у медичній практиці.

Використані джерела

- Герц Н.В. 2009.** Ембріологічне дослідження клена гостролистого (*Acer platanoides* L.). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія* **25**: 108–112.
- Государственная Фармакопея СССР 1990.** Т. XI. Вып. 2. Медицина, Москва.
- Лобанова А.А., Будаева В.В., Сакович Г.В. 2004.** Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья. *Химия растительного сырья* **1**: 47–52.
- Мусієнко М.М., Ольхович О.П. 2004.** Навчальний посібник до лабораторних занять з фізіології рослин для студентів біологічного факультету. ПЦ «Київський університет», Київ.
- Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. 2000.** Ботаніка. Вищі рослини. Фітосоціоцентр, Київ.

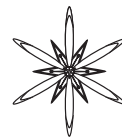
THE PERSPECTIVES OF INVOLVEMENT OF ACER PLATANOIDES L. IN MEDICAL PRACTICE

OKSANA CHERPAK

Abstract. The content of tannins, flavonoids, β -carotene, chlorophyll *a*, anthocyanins, coumarins and alkaloids in leaves of *Acer platanoides* was ascertained on the basis of phytochemical study.

Key words: *Acer platanoides*, leaf, phytochemical research

Danilo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska str., Lviv, 79010, Ukraine; alex_pharma@bigmir.net



УДК 581.8:582.734.4

АНАТОМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ *GEUM ALEPPICUM* JACQ.

Софія А. Козира, Олена В. Радько, Марія А. Кулагіна *, Анатолій Г. Сербін

Анотація. У статті наведено результати анатомічних досліджень стебла, листка, кореневища та кореня *Geum aleppicum* Jacq. Встановлено видоспецифічні діагностичні ознаки їх будови.

Ключові слова: *Geum aleppicum*, стебло, листок, пагін, кореневище, корінь, анатомія

Національний фармацевтичний університет, вул. Пушкінська, 53, 61002, Харків, Україна; * KulaginaMariya@mail.ru

Вступ

Найактуальнішою, з точки зору питання використання відомих лікарських рослин, залишається проблема їх комплексної переробки, а також пошуку додаткових джерел природних біологічно активних речовин з метою розширення списку офіційних лікарських рослин та сировинної бази (Сур и Грищенко 2001). На території України розповсюджений кореневищний багаторічник родини Rosaceae – гравілат алепський (*Geum aleppicum* Jacq.) (Доброчаева и др. 1999). У народній медицині використовують фітозасоби з надземної та підземної частин *G. aleppicum* при кровотечах, хворобах органів черевної порожнини, від проносу, головного болю, безсоння (Козира та ін. 2008).

З метою ідентифікації сировини за макроскопічними ознаками та складання на їх основі проекту МКЯ було проведено анатомічне дослідження надземних пагонів, кореневищ та коренів *G. aleppicum*.

Матеріали і методи досліджень

Для мікроскопічних досліджень використовували вегетативні органи *G. aleppicum* зібрані на території Харківської області у 2010-2011 роках. Досліджували

свіжий, фіксований і сухий матеріал, розмочений у воді і вологій камері. При необхідності матеріал розм'якували і просвітлювали. Для цього фрагменти поміщали у порцелянову чашку і кип'ятили у 3-5% розчині луку 1-2 хвилини. Рідину зливали, сировину промивали водою і залишали у воді, а потім з неї виготовляли мікропрепарати. Дослідження проводили за загально прийнятими методиками (Барькіна и др. 2004). Зрізи виготовляли вручну за допомогою леза. Препарати вивчали за допомогою мікроскопу у воді, гліцерині або хлоралгідраті. Найкращі зрізи відбирали та фіксували у гліцерині.

Результати та їх обговорення

Листок

Листкова пластинка амфістоматична, за типом будови від невиразно дорзовентральної до майже ізолатеральної (Рис. 1). Стовпчастий мезофіл диференційований слабко, губчастий складається з 4-5 шарів паренхімних клітин, які щільно з'єднані з нижньою епідермою. Доволі часто у мезофілі листка зустрічаються великі ромбічні кристали щавлевокислого кальцію, або клітини-ідіобласти з друзами. На нижній поверхні листкової пластинки виразно проступає головна жилка (Рис. 2 А)

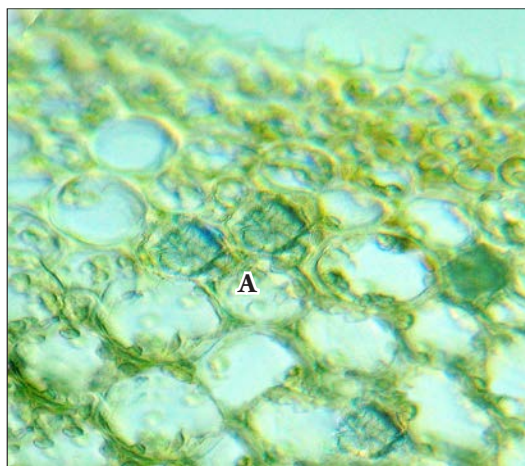


Рис. 1. Фрагмент поперечного зрізу листової пластинки *Geum aleppicum*: А – клітина-ідіобласт з друзами.

Fig. 1. Fragment of cross section through the blade of *Geum aleppicum* leaf: А –idioblast with druses.

з одним підковоподібним провідним пучком. Епідерма над центральною жилкою рясно опушена простими та залозистими трихомами. По краю листової пластинки розташовані великі волоски (Рис. 2 Б).

Епідерма (Рис. 3). Основні клітини верхньої епідерми звивисто-гострокутні, крупніші ніж клітини нижньої епідерми, бічні стінки з тонкими, пористими оболонками, а зовнішня оболонка клітини більш товста. Продихи присутні лише на нижній епідермі, їх замикаючі клітини оточені 4-6 епідермальними клітинами. Тип продихового апарату аномоцитний. Вирости епідерми представлені простими та залозистими трихомами (Рис. 2 Б; Рис. 4 А, Б), які розміщені по краю та над жилками по усій поверхні листової пластинки, але найрясніше – над головною жилкою. Навколо простих волосків розташовані розеткові клітини, які відрізняються від основних розміром та товщиною стінки (Рис. 4 Г).

Прості криючі волоски (Рис. 2 Б; Рис. 4 А; Рис. 6 Б) одноклітинні. Мають кулясто-розширену основу, яка занурена у дещо підведена розетку. Кількість клітин у розетці не постійна, може коливатися від 8 до 10. Прості криючі волоски дуже різноманітні в

залежності від стадії формування та місця розташування на листку.

Рідше за прості зустрічаються залозисті волоски (Рис. 4. Б). Вони мають видовжену ніжку, яка складається з двох, або трьох клітин, розташованих одна над одною, і одноклітинної овальної голівки.

У центрі черешка (Рис. 5) розташований один великий і вздовж ребер – 3-4 менших провідних пучків. Ребра укріплені кутовою коленхімою, яка залягає 3-4 шарами. У паренхімі, що оточує провідні пучки, частіше ніж у віддалених від пучка клітинах, зустрічаються великі друзи. Епідерма черешка представлена прозенхімними, клиновидно-загостреними базисними клітинами і продихами. Криючі і залозисті волоски, типові для усіх надземних частин. У *G. aleppicum* черешок опушений більш рясно ніж у *G. urbanum* L. Прості волоски епідерми здебільшого короткі, залозисті волоски трапляються рідко.

Стебло

Стебло (Рис. 7) від верхівки до основи поступово збільшується у діаметрі від 3 до 6 мм. У верхівковій частині форма міжвузлів на поперечних зрізах округла, у середній частині – виступає 2-3 тяжі листових слідів, а нижче присутні 3-4 слабо виражених реберця та 4-5 розвинутих ребер.

Епідерма стебла складається з прозенхімних основних клітин, продихів та трихом, типових і для інших частин пагону.

Первинна кора нерівномірної товщини (Рис. 7). Включає 4-5-шарову кутову або пластинчасто-кутову коленхіму, паренхіму та ендодерму. У виступах та ребрах, відповідно до розмірів, коленхіма п'яти- або багат шарова. Кільце паренхіми 4-5-шарове, складається з хлоренхіми і запасаючої паренхіми, яка містить крохмальні зерна та деколи друзи. Ендодерма чітко виражена, з зірчастими кристалами оксалату кальцію.

Центральний циліндр. Тип анатомічної будови стебла змінюється від пучкового на верхівці пагонів до перехідного в середній і нижній зоні. Вузли 3-лакунні, провідні пучки відкриті, біколатеральні. Серцевина

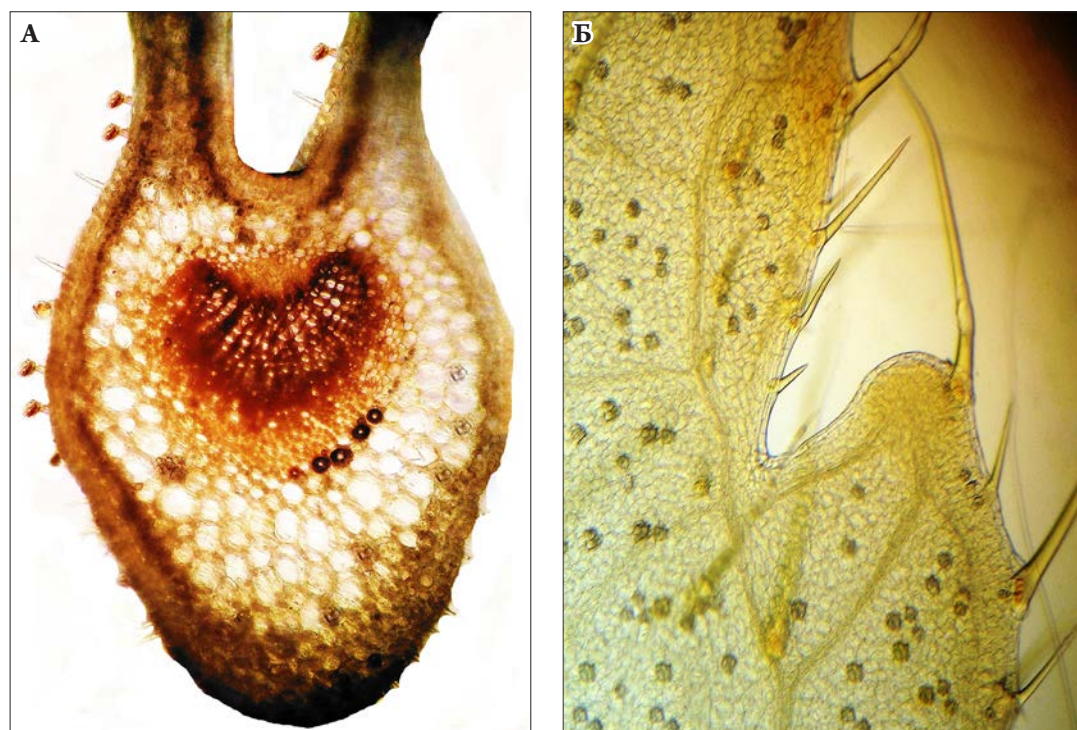


Рис. 2. Поперечний зріз у районі головної жилки (А) та фрагмент з поверхні (Б) листової пластинки *Geum aleppicum*.

Fig. 2. Cross section through the main vein (A) and fragment from the surface (B) of *Geum aleppicum* leaf blade.

займає найбільшу площу стебла. Клітини її пухкі, значно крупніші за інші, кулясті, з тонкими пористими оболонками. У них накопичуються великі друзи або складні крохмальні зерна. У нижній зоні стебла клітини центральної частини серцевини руйнуються і утворюється порожнина (Рис. 7).

Кореневище

Кореневище товсте, повзуче, галузисте, коротке, 5-10 см завдовжки, 2-3 см завширшки, тверде, дерев'янисте, з залишками листків, темно-сірого кольору. Від кореневища відходять додаткові корені 5-10 см завдовжки, 0,5 см завширшки. Колір на зламі від світло-коричневого до червонуватого (Рис. 8). На поперечному зрізі кореневище має пучкову будову.

Кореневище вкрите темно-коричневою перидермою, під якою залягає кора

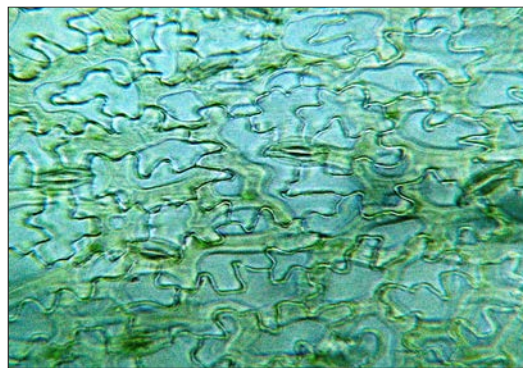


Рис. 3. Епідерма з продихами з нижньої поверхні листової пластинки *Geum aleppicum*.

Fig. 3. Epidermis with stomata from abaxial surface of *Geum aleppicum* leaf blade.

тонкостінна паренхіма. Механічні тканини відсутні. Під слабо вираженою ендодермою розташовані відкриті біколатеральні пучки. Зовнішні і внутрішні флоемні елементи

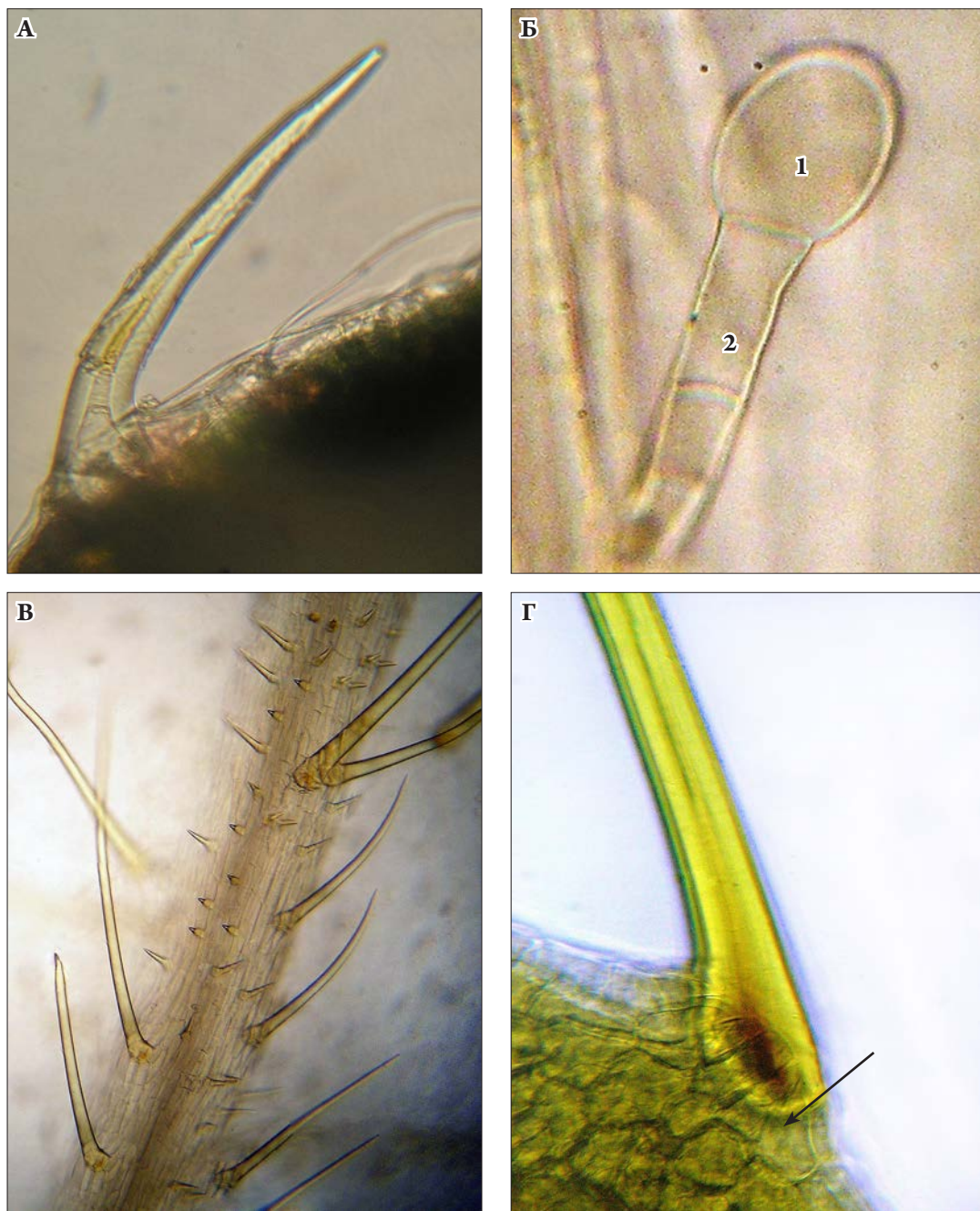


Рис. 4. Вирости епідерми *Geum aleppicum* (10×40): А – простий волосок; Б – залозистий волосок; В – фрагмент центральної жилки листка; Г – розеткові клітини навколо простого волоска; 1 – голівка; 2 – ніжка.

Fig. 4. Epidermal protuberances in *Geum aleppicum* (10×40): А – simple hair; Б – glandular trichome; В – fragment of the leaf main rib; Г – rosetate cells around the base of a simple trichome. 1 – head; 2 – stalk.

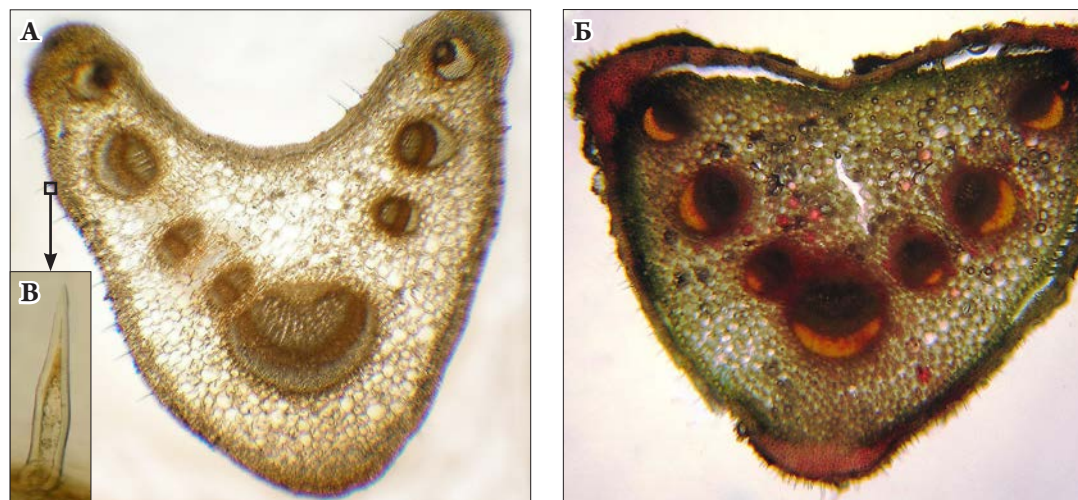


Рис. 5. Поперечний зріз (А, Б) та простий волосок (В) черешка *Geum aleppicum*: 1 – епідерма; 2 – кутова колєнхіма; 3 – провідні пучки. Збільшення: А – 10×10; Б – 7×40; В – 10×40.

Fig. 5. Cross section (А, Б) and simple trichome (В) of *Geum aleppicum* petiole: 1 – epidermis; 2 – angular collenchyme; 3 – vascular bundles. Magnification: А – 10×10; Б – 7×40; В – 10×40.

представлені тонкостінними клітинами, а межа камбію не завжди чітко виражена. Деревина розсіяно судинного типу, представлена широкими, діаметром від 16,0 до 28,0 мкм, у поперечному січєнні округлими, судинами, які зібрані у невеликі радіальні групи по 2-3 (максимум до 6). Переважають спіральні, крапчасті (пористі), сітчасті або драбинчасті. Радіальний транспорт поживних речовин здійснюється завдяки широким серцевинним променям з тонкостінної парєнхіми.

Серцевина складається з крупноклітинної тонкостінної парєнхіми. Клітини-ідіобласти з червоно-коричневим секретом, клітини-ідіобласти з друзами і крохмальні зерна діаметром – від 3,0 до 6,0 мкм, знаходяться у коровій парєнхімі, флоємі, серцевинних променях і серцевині (Рис. 9), але кількість цих включень не постійна.

Корінь

Корені мають вторинну пучкову будову (Рис. 10). Під перидермою розташована широка первинна кора. Ендодерма слабо виражена. Провідні елементи флоєми – великі і рідкі ситовидні трубки, луб’яна парєнхіма. Механічні елементи відсутні. Кільце камбію

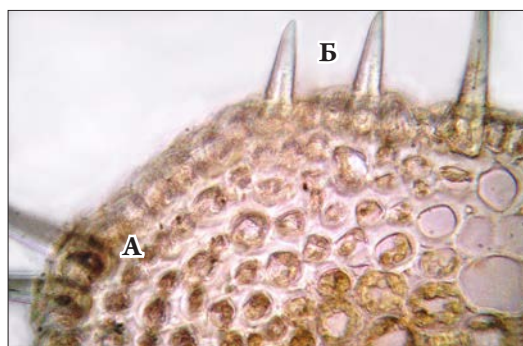


Рис. 6. Фрагмент поперечного зрізу черешка *Geum aleppicum*: А – кутова колєнхіма; Б – прості волоски.

Fig. 6. Fragment of a cross section through the petiole of *Geum aleppicum*: А – angular collenchyma; Б – simple trichomes.

складається з 6-8 шарів клітин. Найбільшу частину кореня становить вторинна ксилема, яка поділена серцевинними променями на три більш-менш однакові частини. У центрі кореня розташована первинна ксилема.

Висновки

Встановлені анатомічні діагностичні

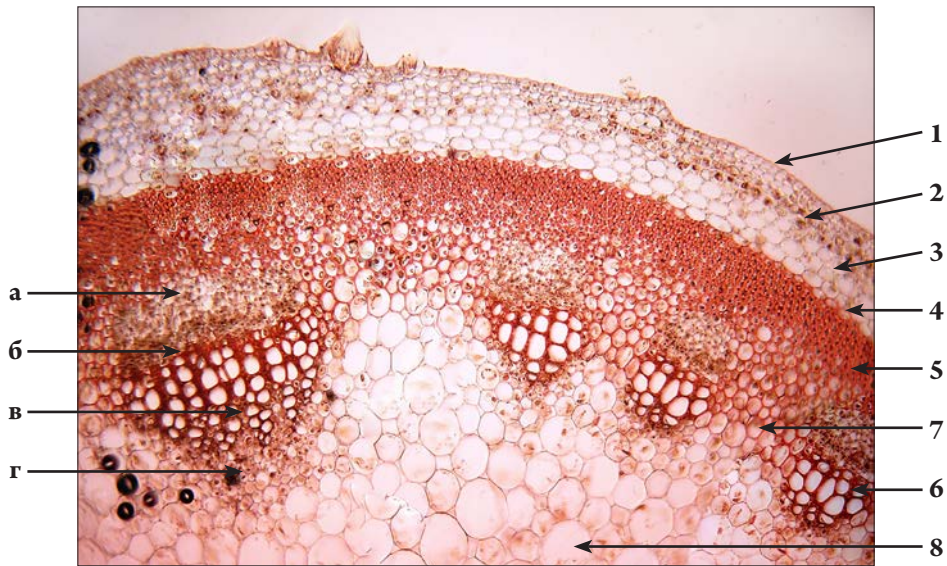


Рис. 7. Фрагмент поперечного зрізу стебла *Geum aleppicum*: 1 – епідерма; 2 – коленхіма; 3 – корова паренхіма; 4 – ендодерма; 5 – склеренхіма; 6 – провідний пучок; 7 – міжпучкова паренхіма; 8 – паренхіма серцевини; а – зовнішня флоема; б – камбій; в – ксилема; г – внутрішня флоема.

Fig. 7. Fragment of cross section through the stem of *Geum aleppicum*: 1 – epidermis; 2 – collenchyma; 3 – cortex parenchyma; 4 – endodermis; 5 – sclerenchyma; 6 – vascular bundle; 7 – interfascicular parenchyma; 8 – core parenchyma; а – external phloem, б – cambium, в – xylem, г – internal phloem.



Рис. 8. Зовнішній вигляд (А) та поперечний зріз (Б) кореневища *Geum aleppicum*.

Fig. 8. Common view (А) and cross section (Б) of *Geum aleppicum* rhizome.

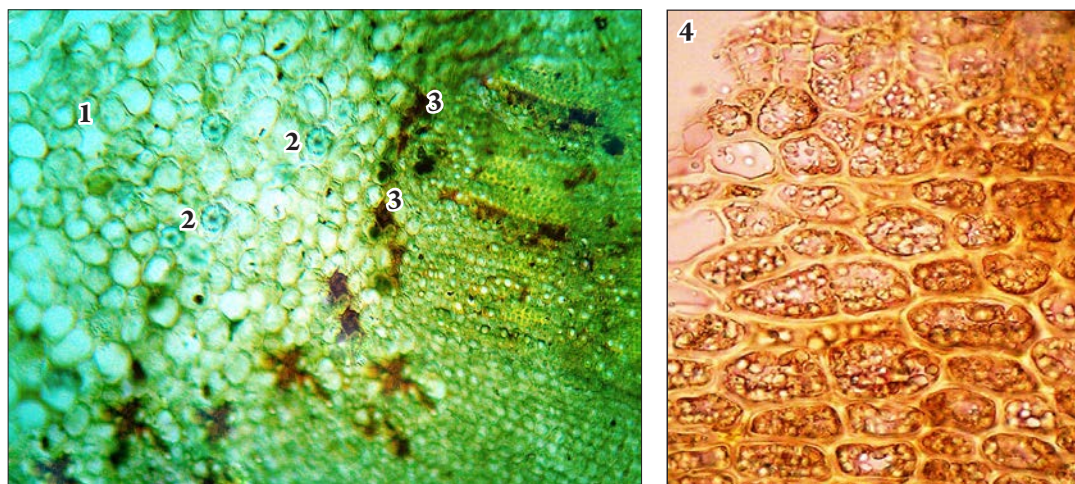


Рис. 9. Фрагменти поперечного зрізу кореневища *Geum aleppicum*: 1 – серцевина; 2 – клітини-ідіобласти з друзами; 3 – секреторні вмістилища; 4 – кора паренхіма з крохмальними зернами.

Fig. 9. Fragments of cross section through the rhizomes of *Geum aleppicum*: 1 – core; 2 – idioblasts with druses, 3 – secretory containers; 4 – cortex parenchyma with starch grains.

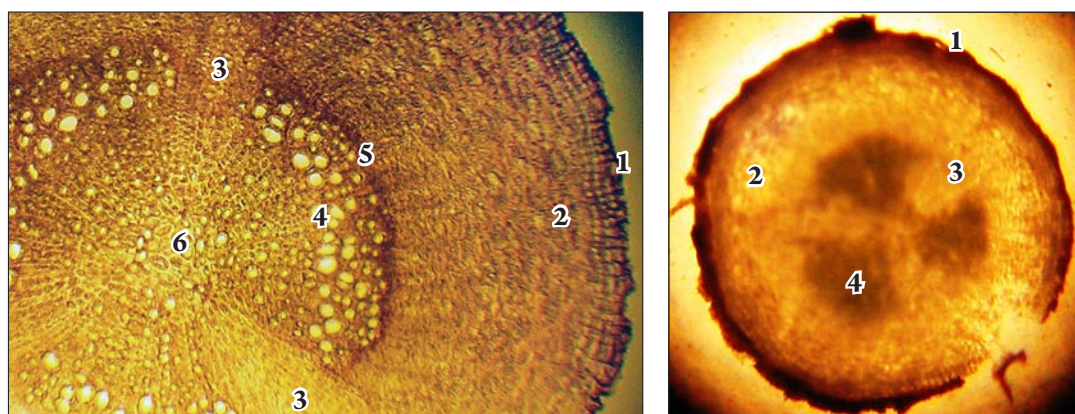


Рис. 10. Поперечний зріз кореня *Geum aleppicum*: 1 – перидерма; 2 – паренхіма; 3 – серцевинні промені; 4 – біколлатеральний провідний пучок; 5 – камбій; 6 – первинна ксилема.

Fig. 10. Cross sections through the root of *Geum aleppicum*: 1 – periderm; 2 – parenchyma; 3 – medullary rays; 4 – bicollateral vascular bundle; 5 – cambium; 6 – primary xylem.

ознаки стебла, листків, кореневища і кореня *G. aleppicum* є важливими і необхідними для ідентифікації лікарської рослинної сировини. Вони можуть бути використані при розробці аналітично-нормативної документації на сировину.

Використані джерела

- БАРЫКИНА Р.П. и др.** 2004. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Изд-во МГУ, Москва.
- ДОБРОЧАЕВА Д.Н., КОТОВ М.И., ПРОКУДИН Ю.Н. и др.** 1999. Определитель высших растений Украины. Фитосоцицентр, Киев.

- КОЗИРА С.А., КУЛАГИНА М.А., СЕРБИН А.Г. 2008. Хімічний склад та використання в медицині рослин роду *Geum* L. *Запорізький мед. журн.* **1**: 130–131.
- СУР С.В., ГРИЦЕНКО Э.Р. 2001. Проблемы и перспективы разработки и внедрения современных лекарственных средств растительного происхождения. *Фарматека* **9-10**: 10–14.

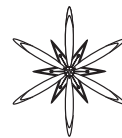
ANATOMICAL STUDY OF VEGETATIVE ORGANS OF *GEUM ALEPPICUM* JACQ.

SOFIA A. KOZYRA, ELENA V. RADKO, MARIYA A. KULAGINA *, ANATOLY G. SERBIN

Abstract. The article presents results of anatomical study on stem, leaf, rhizome and root of *Geum aleppicum*. Specific diagnostic features of their structure are determined.

Key words: *Geum aleppicum*, stem, leaf, shoot, rhizome, root, anatomy

National Pharmaceutical University, 53 Pushkinskaya str, Kharkov, 61002, Ukraine; *KulaginaMariya@mail.ru



АНАТОМО-МОРФОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СУПЛІДЬ *DUSCHEKIA VIRIDIS* (CHAIX.) ORIZ

МАРІЯ А. КУЛАГІНА *, ОЛЕНА В. РАДЬКО, СОФІЯ А. КОЗИРА, АНАТОЛІЙ Г. СЕРБІН

Анотація. Досліджено супліддя *Duschekia viridis*, на підставі анатомічного вивчення визначені видоспецифічні діагностичні ознаки їх будови.

Ключові слова: *Duschekia viridis*, супліддя, морфологія, анатомія

Національний фармацевтичний університет, вул. Пушкінська, 53, 61002, Харків, Україна; * KulaginaMariya@mail.ru

Вступ

Необхідність комплексного використання лікарських рослин у фармації і наявність достатньої сировинної бази пояснюють інтерес до вивчення цінного представника флори України *Duschekia viridis* (Chaix.) Oriz (душекія зелена) (Доброчаєва *и др.* 1999). Душекія зелена розповсюджена у Західній Україні, де займає від 4% до 6% загальної площі високогір'я Українських Карпат (Малиновський і Крїчфалушій 2002). Супліддя *D. viridis* застосовують у народній медицині і рекомендують при застудах, кашлі, гострому ревматизмі, артритах, подагрі як протизапальний, в'язучий та кровоспинний засоби (Кулагіна *и др.* 2003). Метою цієї роботи було вивчити морфолого-анатомічну будову суплідь з метою ідентифікації лікарської рослинної сировини.

Матеріали та методи дослідження

Для анатомічних досліджень були використані стиглі супліддя, які збирали у ботанічному саду ХНУ ім. В.Н. Каразіна та в Українських Карпатах у 2010-2011 роках. Анатомічну будову вивчали на поперечних зрізах, які для тимчасових препаратів були виготовлені небезпечною бритвою від руки за загально прийнятими методиками (Вехов *и др.* 1980). Дослідження проводили за допомогою мікроскопів МБР-1, МБУ-6 та

ВВ-2610, при збільшенні $\times 800$, $\times 400$ та $\times 200$. Мікропрепарати фотографували цифровими камерами Canon Digital IXUS 700 і Canon LH-DC50.

Результати та їх обговорення

Складні супліддя (Рис. 1 А, В) складаються із загальної головної осі довжиною 12-50 мм, і кількох (3-5) бічних осей, які несуть шишкоподібні супліддя – здерев'янілі колосовидні тирси дихазіїв. «Шишки» еліптичні або яйцеподібні завдовжки 13-18 мм, товщиною 7-10, мають потовщену здерев'янілу вісь суцвіття, на якій по спіралі розміщені численні щільно прилеглі одна до одної здерев'янілі віялоподібні луски.

Головна вісь (Рис. 2) тирсу вкрита перидермою із 6-7-шаровим корком, інколи із залишками епідерми, яка має прості одноклітинні загострені волоски. Під покривною тканиною розташовуються від трьох до п'яти шарів пластинчастої коленхіми. Корова паренхіма багатшарова, товстостінна, ідіобласти з включенням друз. Ендодерма добре виражена. На периферії центрального циліндра перидермічна склеренхіма утворює широке переривчасте кільце. Клітини щільно зімкнені, із потовщеними, частково або повністю здерев'янілими стінками та вузькими порожнинами. Кільце вторинної флоєми відносно широке, клітини дрібні,

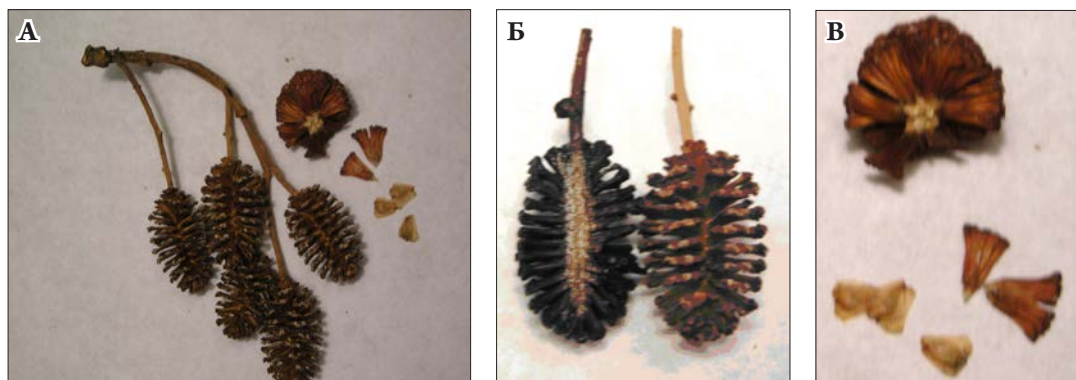


Рис. 1. Лікарська рослинна сировина – суцільдія *Duschekia viridis*: А – зовнішній вигляд; Б – поздовжній розріз; В – «шишки» на зламі, видно лусочки та плоди.

Fig. 1. Crude drug – infructescences of *Duschekia viridis*: А – common view; Б – longitudinal section; В – broken “cones”, seeds and fruits are seen.

тонкостінні. Камбій одношаровий. Кільце вторинної ксилеми рясно пронизане однорядними серцевинними променями. У ксилемі превалюють трахеальні елементи, судини поодинокі, вузькі, із драбинчастою або простою перфорацією. Серцевина добре розвинена, в обрисі кулясто-лопатева, міжклетинники крапчасті. Клітини з прямими, потовщеними, пористими стінками (Рис. 2 Д).

Бічні осі вкриті епідермою з трихомами. Коленхіма 1-2-шарова. Кільця корової паренхіми, перициклічної склеренхіми і вторинної флоєми вузькі; кільце вторинної ксилеми досить широке; серцевина мала.

Вісь шишки (Рис. 3, 4) вкрита епідермою. Клітини первинної кори багатокутні, щільно зімкнені, з нерівномірно потовщеними, пористими оболонками. Подекуди у паренхімі присутні порожнини. Кільце склеренхіми вузьке, з поодинокими склерейдами. Елементи флоєми дрібні, у зрілих шишках найчастіше деформовані. Кільце вторинної ксилеми широке, репрезентоване переважно механічними елементами, та кільчастими, спіральними, драбинчастими судинами. Первинна ксилема перимедулярної зони дрібноклетинна. Серцевину складає здерев'яніла пориста паренхіма, яка переходить у ліycopодібні серцевинні промені, що переходять у луски (Рис. 6 В). Дія на зрізи 1% розчину залізо-

амонійних квасців викликає синє забарвлення паренхіми (реакція на дубильні речовини).

Луски (Рис. 1 В) віялоподібної форми. Кожна з них складається зі здерев'янілого покривного листка дихазія, зрослого з приквіткою верхівкової стерильної квітки, та двох приквіточок бічних фертильних квіток. Зовнішній край потовщений, хвилясто-горбчастий завдяки розростанню паренхіми. На стадії стиглих шишок епідерма не розпізнається, але на верхній стороні лусочок зрідка зустрічаються великі, сплюснені багатоклетинні залозки (Рис. 5). Прорив, який входить у лусочку від вісі шишки, розгалужується на п'ять провідних пучків – три центральних та два бічних (Рис. 6 А). З адаксіальної та абаксіальної сторін лусочки під залишками епідерми спостерігаються тяжі 2-4-шарової склеренхіми (Рис. 6 Б). Основна ж тканина лусок – пухка, тонкостінна, сплюснена паренхіма (Рис. 6 А). Провідні пучки від основи до верхівки лусочки трохи збільшуються у розмірах, не галузяться. Ксилема розміщена переважно у вигляді кільця, середину якого виповнює паренхіма та ідіобласти з друзами. Напівкільце флоєми супроводжує підковоподібна склеренхімна обкладка.

Плід (Рис. 7) – крилатий горіх, або крилатка (*puх alata*), що утворюється із двогніздового гінцею однієї квітки цимоїдного суцвіття та лускатих приквіточок, які перетворюються

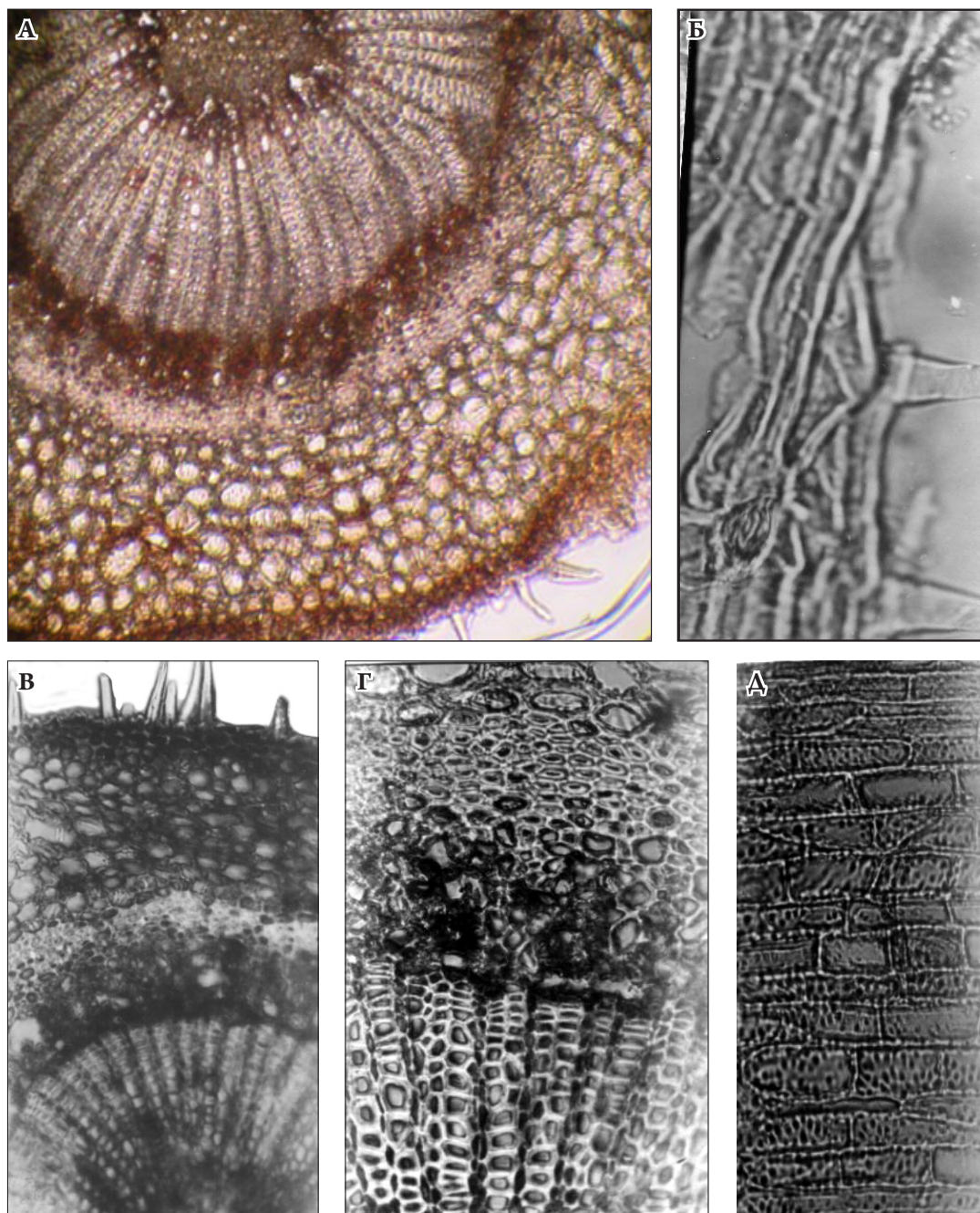


Рис. 2. Мікропрепарати поперечних (А, В, Г) і поздовжніх (Б, Д) зрізів головної осі шишкоподібних суплідь *Duschekia viridis*.

Fig. 2. Microslides of cross (A, B, Г) and longitudinal (Б, Д) sections through the main axis of *Duschekia viridis* infructescence.

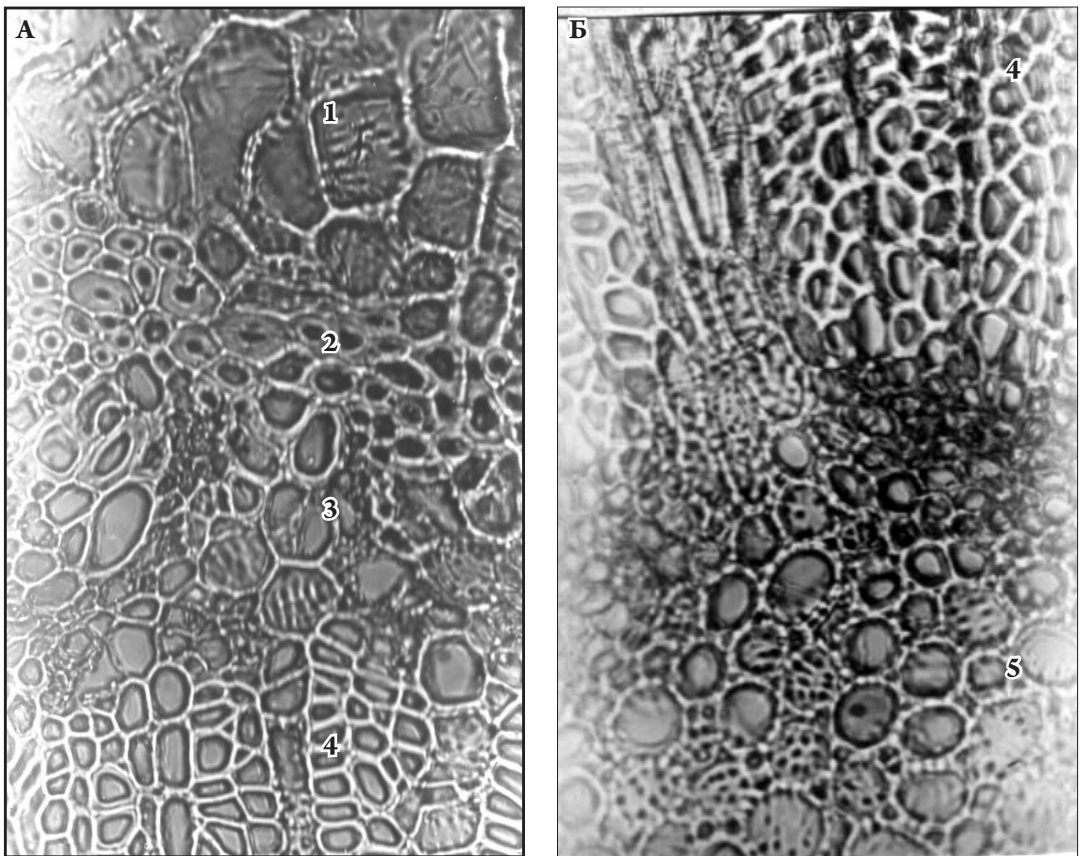


Рис. 3. Фрагменти поперечних зрізів (А, Б) осі «шишки» *Duschekia viridis*: 1 – паренхіма кори; 2 – склеренхіма; 3 – флоема; 4 – ксилема; 5 – серцевина.

Fig. 3. Fragments of cross sections through the “cone” axis (А, Б) of *Duschekia viridis*: 1 – cortex parenchyma; 2 – sclerenchyma; 3 – phloem; 4 – xylem; 5 – core.

у півчасте крило. Горіхи округло-еліптичні, діаметром 4-6 мм, жовтувато-бурі чи коричневі, по краю крилато-півчасті, на верхівці із залишком сухих приймочок, при основі дещо косо зрізані. Насінина еліптична, плоска, насінева шкірка світло-коричнева.

Висновки

Таким чином, встановлено морфологічні і анатомічні діагностичні ознаки зрілих суплідь *D. viridis*, що пропонуються до застосування у якості лікарської рослинної сировини.

Використані джерела

- Вехов В.Н., Лотова А.М., Филін В.Р. 1980.** Практикум по анатомии и морфологии высших растений. Изд-во МГУ, Москва.
- Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. и др. 1999.** Определитель высших растений Украины. Фитосоциоцентр, Киев.
- Кулагина М.А., Сербин А.Г., Радько Е.В. 2003.** *Duschekia viridis* (Chaix) Opiz – перспективный источник биологически активных веществ. *Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики* 16: 65–66.
- Малиновський К.А., Кричфалушій В.В. 2002.** Рослинні угруповання високогір'я Українських Карпат. Ужгород.

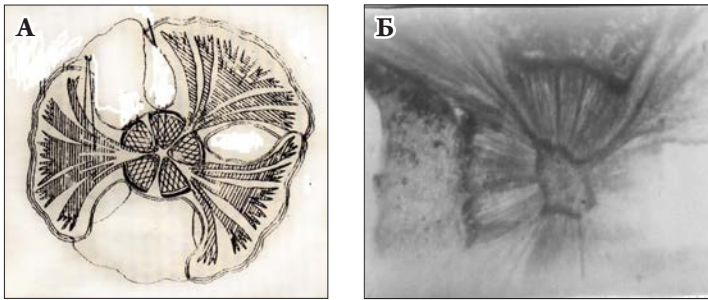


Рис. 4. Схема будови осі та лусок (А) та фрагмент (Б, 10×20) поперечного зрізу «шишки» *Duschekia viridis*.

Fig. 4. Scheme of structure (А) and fragment (Б, 10×20) of cross section through the “cone” of *Duschekia viridis*.



Рис. 5. Фрагменти лусок (А, Б) та залозка на лусці (В) *Duschekia viridis*.

Fig. 5. Fragments of scales (А, Б) and glandule (В) of *Duschekia viridis*.

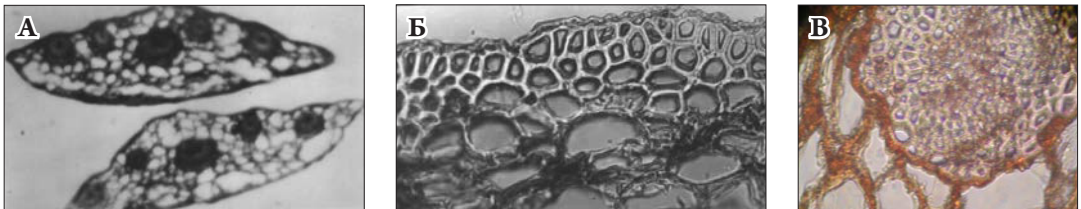


Рис. 6. Поперечні зрізи лусок *Duschekia viridis*: А – загальний вигляд (10×8); Б – фрагмент периферійної частини зі склеренхімою і паренхімою; В – аеренхіма і провідний пучок (10×20).

Fig. 6. Cross sections through the scales of *Duschekia viridis*: А – common view (10×8); Б – peripheral fragment with sclerenchyma and parenchyma; В – aerenchyma and vascular bundle (10×20).



Рис. 7. Зовнішній вигляд (А) і фрагменти поперечних зрізів плодів (Б, В, 10×20) *Duschekia viridis*.

Fig. 7. Common view (А) and fragments of cross sections (Б, В, 10×20) through the fruits of *Duschekia viridis*.

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL STUDIES ON INFRUCTESCENCES OF
DUSCHEKIA VIRIDIS (CHAIX.) OPIZ

MARIYA A. KULAGINA *, ELENA V. RADKO, SOPHIA A. KOZYRA, ANATOLY G. SERBIN

Abstract. The collective fruits of *Duschekia viridis* are investigated. Using the anatomical studies we determined specific diagnostic features of these structures.

Key words: *Duschekia viridis*, infructescence, morphology, anatomy

National Pharmaceutical University, 53 Pushkinskaya str., Kharkov, 61002, Ukraine; *KulaginaMariya@mail.ru

AUTHOR INDEX

- A**
- Abdullayev A..... 235
Adamovičs A.....61
Akhmetova A. 223
Andrik E..... 307
Artiushenko T.A.....75
Aschenbrenner Š. 13
Astashenkov A.Yu. 127
Ayukaev P..... 219
Azizov I..... 235
- B**
- Babenko L..... 349
Babytskiy A.I..... 277
Badanina V.A..... 335
Baglay K. 273
Berezkina V.I. 299
Berko Yo. 261
Bezsmertna O.O. 359
Bidyukova G.F. 173
Biliavs'ka N.O..... 371
Biruliova E. 109
Bohdanowicz J..... 37
Bondar Yu.V..... 213
Bothe H..... 37
- C**
- Calalb T..... 65, 165, 185, 189
Cherpak O. 393
Cheryomushkina V.A..... 123
Chiru T..... 65
Chudzik B..... 29
Chyhman O..... 281
Ciobanu C.C. 165
Codreanu V.S. 199
Czaplicki A. 17
- D**
- Diug E.M. 165
Dmitriev O.P. 387
Dobanda E..... 189
Domaciuk M. 25, 27
Dovgal Z.M..... 387
Dremliuga N.G..... 321
Dyduch J. 87
Dyka O.O. 319
Dziadczyk E..... 27
- Dzuba O. 303
- E**
- Ezhkin A.K. 115
- F**
- Fedotova A..... 109
Futorna O. 341
- G**
- Gaidarzhly M. 289, 335
Gontovaya T..... 69
Grevtsova G..... 325
Gruszecki R. 87
Gryshko V.M..... 75
Guseva A.A. 123
- H**
- Heitman A..... 91
Hrynova T.R. 151
Hrytsyna M.R. 363
- J**
- Jakeli J. 131
Jędrzejczyk-Korycińska M... 35
- K**
- Kacorzyk P..... 47, 79
Kasperczyk M. 47, 79
Kasprzyk A. 25
Kichimasova Y..... 69
Kolegova E..... 125
Komarevtseva E.K. 119
Konarska A..... 59
Konstantinov A.V. 241
Kontselidze N. 131
Kotyuk L.A..... 293
Kowalik B.A. 99
Kozdój J..... 17
Kozyra S.A..... 395,
Krohmal I..... 193
Król E.D. 99, 101, 105
Kruglova A.E..... 233
Kruglova N.N..... 181
Kulagina M.A..... 395, 403
Kumari B. 117
Kurkin V.A..... 249
- Kurkina A.V. 245
Kuta E..... 35, 37, 45
Kytaev O.I..... 277
- L**
- Leonova N.A..... 31
Leonova T.V..... 143
Leszczuk A..... 25, 27, 29
Lipa T..... 51, 55
Lisova G.M..... 387
Lobachevska O. 253
- M**
- Machowicz-Stefaniak Z.
..... 99, 101, 105
Makowska K..... 17
Malec P..... 45
Maliarenko V.M..... 335
Markelov I.N. 151
Matusikova I..... 75
Migdałek G..... 35
Mironova L.N. 147
Mukhitdinov N..... 223
Musatenko L. 355
Musienko M.M..... 383
Mustafaeva S..... 235
Myagkih E.F. 169
- N**
- Netsvetov M..... 193
Nevidomova E.V..... 159
Nikitina V..... 289
Nistreanu A. 65
- O**
- Odintsova A. 317
Oleszczuk S..... 17
Oleynikova E.M. 139
Olshanskiy I. 341
Omelchuk O..... 91
Onica E..... 209
Oroian S. 185
Oświęcińska A. 27
- P**
- Panina Z. 325
Patkowska E. 97

Podgajna E.....	83	Stakhiv M.....	355	Voytenko L.	355
Prosiannykova I.	109	Stupacova N.S.	229		
Prots B.	91	Sulborska A.	23	Y	
Pudelska K.....	83	Sydorenko O.	281	Ydyrys A.....	223
		Szczuka E.	25, 27, 29	Yezhel I.M.....	367
		Szcutnik J.	47, 79		
R		Szot I.	51, 55	Z	
Radko E.V.....	395, 403	Szymczak G.	39	Zabolotniy A.I.	373
Reut A.A.	147	Syshchykov D.V.....	75	Zalewska E.D.	99, 101, 105
Rostański A.	35			Zawiślak G.	93
Rudik G.O.....	257			Zerkal S.V.	213
Rysiak K.	39	Ś		Zeynalova S.	235
		Ślżzak B.	45	Zhaldak S.N.....	157
S				Zhuk I.V.....	387
Salata A.....	87	Š		Zhuk O.I.....	377
Samirghitan M.	185	Štrba T.	13	Zhuk V.V.....	383
Schepilova O.	219			Zhurakivska S.P.	269
Serbin A.G.	395	T		Zimny A.	17
Shamilov E.....	235	Tchaidze F.....	131	Zimny J.	17
Sharma V.....	117	Tomaszewska P.	21	Zimowska B.....	101, 105
Shcherbatuik M.	355	Trofymenko N.M.....	277	Zolotareva E.K.....	371
Shegeda I.....	281	Trusov N.A.....	177		
Shelepova O.V.	173	Tskhoidze T.	131	Ż	
Shkuratova N.V.	217	Tsutsupa T.A.	229	Żuraw B.	39
Shuka L.....	37	Tuleja M.	45	Żabicki P.....	45
Siromeatnicova I.....	189	Turisová I.	13		
Sivicka I.....	61			Ž	
Skolova O.....	69	V		Žukauska I.	61
Skrypchenko N.....	303	Vakulenko T.....	325		
Słomka A.....	35, 37	Vodka M.V.....	371		
Sowa S.....	17	Voronkova T.V.....	173		

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЗЧИК
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А	Ж	Н
Абдуллаев А. 235	Жалдак С.Н. 157	Невидомова Е.В. 159
Азизов И. 235	Жук В.В. 383	Нецветов М. 193
Андрик Є. 307	Жук І.В. 387	Нікітіна В. 289
Асташенков А.Ю. 127	Жук О.І. 377	
Ахметова А.Б. 223	Жураківська С.П. 269	
Аюкаев П.А. 219		
	З	О
	Заболотний О.І. 373	Одінцова А.В. 317
	Зейналова С. 235	Олейникова Е.М. 139
	Зеркаль С.В. 213	Ольшанський І.Г. 341
	Золотарьова О.К. 371	Оника Е. 209
		Ороян С. 185
	К	П
	Калалб Т.И. ... 65, 165, 185, 189	Паніна З. 325
	Китаев О.І. 277	
	Кодряну В.С. 199	
	Козира С.А. 395, 403	
	Колегова Е. 125	
	Комаревцева Е.К. 119	
	Константинов А.В. 241	
	Концелидзе Н. 131	
	Котюк Л.А. 293	
	Крохмаль И. 193	
	Круглова А.Е. 233	
	Круглова Н.Н. 181	
	Кулагіна М.А. 395, 403	
	Куркин В.А. 249	
	Куркина А.В. 245	
	Л	С
	Леонова Т.В. 143	Самьргіцан М. 185
	Лісова Г.М. 387	Сербін А.Г. 395, 403
	Лобачевська О. 253	Сидоренко О. 281
		Скрипченко Н. 303
		Стахів М. 355
		Ступакова Н.С. 229
		Сьромятнікова Ю. 189
	М	Т
	Малярєнко В.М. 335	Трофименко Н.М. 277
	Маркелов И.Н. 151	Трусов Н.А. 177
	Миронова Л.Н. 147	
	Мусатенко Л. 355	
	Мусієнко М.М. 383	
	Мустафаєва С. 235	
	Мухитдинов Н.М. 223	
	Мягких Е.Ф. 169	
		Ф
		Футорна О.А. 341
		Х
		Хрынова Т.Р. 151
		Ц
		Цуцупа Т.А. 229
		Цхоїдзе Т. 131
		Ч
		Чаїдзе Ф. 131
Б		
Бабенко Л. 349		
Бабицький А.І. 277		
Баглай К. 273		
Баданіна В.А. 335		
Безсмертна О.О. 359		
Березкіна В.І. 299		
Берко Й. 261		
Бидюкова Г.Ф. 173		
Білявська Н.О. 371		
Бондарь Ю.В. 213		
В		
Вакуленко Т. 325		
Водка М.В. 371		
Войтенко Л. 355		
Воронкова Т.В. 173		
Г		
Гайдаржи М. 289, 335		
Гревцова Г. 325		
Грицина М.Р. 363		
Гусева А.А. 123		
Д		
Джакели Дж. 131		
Дзюба О. 303		
Дика О.О. 319		
Диюг Е.М. 165		
Дмитрієв О.П. 387		
Добында Е. 189		
Довгаль З.М. 387		
Дремлюга Н.Г. 321		
Є		
Єжель І.М. 367		

Черемушкина В.А.....	123	Шегеда I.....	281	Ы	
Черпак О.	393	Шелепова О.В.....	173	Ыдырыс А.....	223
Чихман О.	281	Шкурагова Н.В.	217		
Чобану К.К.....	165				

Щ

Ш		Щепилова О.Н.....	219
Шамилов Э.	235	Щербатюк М.....	355

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). 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*). 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). 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.



Although still controversial, the holographic paradigm is at least of heuristic value because it allows us to see relations that are obscured in the common hierarchical view of nature. According to the hierarchical view, parts compose the whole, but the latter is not within the parts; whereas from the holographic viewpoint, the whole is in the parts to a limited extent.

Rolf Sattler, 2001

ISSN 2226-3063
e-ISSN 2227-9555