

ISSN 1990-553X
e-ISSN 2308-9628

Міністерство освіти і науки України
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Kherson State University

ЧОРНОМОРСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 1
Том 14 • 2018

**Chornomorski
Botanical
Journal**

УДК 58 (447.74)
ББК 28.5 (4 Укр)

ЧОРНОМОРСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ Chornomorski Botanical Journal

Науковий журнал засновано 2005 року. Scientific Journal Founded in 2005

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації –
серія КВ № 10565 – видане 02.11.2005 р.

Включено до **Переліку наукових фахових видань України**, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ Міністерства освіти і науки України 24.10.2017 № 1413)

“Чорноморський ботанічний журнал” (Chornomorski Botanical Journal) публікує статті з усіх питань ботаніки, мікології, фітоєкології, охорони рослинного світу, інтродукції рослин. Статті та короткі повідомлення про результати наукових досліджень, а також матеріали про події наукового життя публікуються у відповідних розділах. – Херсон: ХДУ, 2018. – 101 с.

“Чорноморський ботанічний журнал” індексується в наукометричних базах:
INDEX COPERNICUS, УКРАЇНІКА НАУКОВА, GOOGLE SCHOLAR, ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY, CROSSREF

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ (EDITORIAL BOARD):

О.Є. Ходосовцев, д.б.н., проф., Україна, Херсон – головний редактор	<i>A.Ye. Khodosovtsev, Ukraine – Editor-in-Chief</i>
І.І. Мойсієнко, д.б.н., проф., Україна, Херсон – заступник головного редактора	<i>I.I. Moysiienko, Ukraine – Associate Editor</i>
О.Ю. Акулов, к.б.н., доц., Україна, Харків	<i>O.Yu. Akulov, Ukraine</i>
М.Ф. Бойко, д.б.н., проф., Україна, Херсон	<i>M.F. Boiko, Ukraine</i>
Я. Вондрак, д.ф., Чехія, Прага	<i>J. Vondrák, Czech Republic</i>
В.П. Гелюта, д.б.н., проф., Україна, Київ	<i>V.P. Heluta, Ukraine</i>
Д.В. Дубина, д.б.н., проф., Україна, Київ	<i>D.V. Dubyna, Ukraine</i>
С.Я. Кондратюк, д.б.н., проф., Україна, Київ	<i>S.Ya. Kondratyuk, Ukraine</i>
І.Ю. Костіков, д.б.н., проф., Україна, Київ	<i>I.Yu. Kostikov, Ukraine</i>
А.А. Куземко, д.б.н., пров.н.спів., Україна, Київ	<i>A.A. Kuzemko, Ukraine</i>
Д.В. Леонт'єв, д.б.н., проф., Україна, Харків	<i>D.V. Leontyev, Ukraine</i>
Р.П. Мельник, к.б.н., доц., Україна, Херсон	<i>R.P. Melnik, Ukraine</i>
О.В. Надєїна, д.ф., Швейцарія, Бірменсдорф	<i>O.V. Nadyeina, Switzerland</i>
Б. Суднік-Войціковська, проф., Польща, Варшава	<i>B. Sudnik-Wójcikowska, Poland</i>
В.В. Шаповал, к.б.н., ст.н.спів., Україна, Асканія-Нова	<i>V.V. Shapoval, Ukraine</i>
В.В. Дармостук, Україна, Херсон – відповідальний секретар	<i>V.V. Darmostuk – Editorial Assistant</i>

Засновник: Херсонський державний університет

Адреса редколегії: Херсонський державний університет, вул. Університетська, 27, м. Херсон, 73000, Україна

Address of Editorial Board: Kherson State University, 27, Universytetska Str., Kherson, 73000, Ukraine

Тел. 0552-32-67-17, факс 0552-49-21-14, Е-mail: chornbotjourn@i.ua. Сайт: www.cbj.kspu.edu.

Затверджено до друку Вченою радою Херсонського державного університету

Друкується за постановою редакційної колегії журналу

© Херсонський державний університет, 2017

ХЕРСОН 2017 KHERSON

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ
БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ Том 14 • № 1 • 2018**
CHORNOMORSKI BOTANICAL JOURNAL 2018

Volume 14•№ 1

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ · ЗАСНОВАНО 2005 р. · ХЕРСОН

ЗМІСТ

Теоретичні та прикладні питання

- Мойсієнко І.І., Захарова М.Я., Мельник Р.П., Садова О.Ф.* Анотований список флори урочища Буркутські плавні (Херсонська область, Україна) 6
- Письменна Ю.М., Панюта О.О., Таран Н.Ю.* Вплив передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ріст і водоутримуючу здатність проростків озимої пшениці..... 26
- Цимбалюк З.М., Царенко О.М., Дремлюга Н.Г., Булах О.В., Ніценко Л.М.* Морфологічні особливості генеративних органів *Linnaea borealis*..... 32

Альгологія, бріологія, мікологія і ліхенологія

- Комариста В.П., Білоусова К.М., Рудась О.М.* Кількісне визначення внеску солоності, освітленості та дефіциту біогенів у вихід клітин і накопичення β -каротину в культурі *Dunaliella salina* (Chlorophyta) 43
- Бойко М.Ф.* Урочище Буркутські плавні – оазис північної бріофлори на півдні степової зони України..... 56
- Ходосовцев О.Є., Дармостук В.В., Ходосовцева Ю.А., Наумович Г.О., Малюга Н.Г.* Лишайники та ліхенофільні гриби Чалбаської арени нижньодніпровських пісків (Херсонська область) 69
- Шевченко М.В.* Перша знахідка *Postia ptychogaster* (Polyporales, Gomitopsidaceae) в Україні..... 91

Рецензії

- Коломійчук В.П., Попова О.М.* Нова концепція збереження біоти Республіки Молдова. Червона книга Молдови (2015) 98

СОДЕРЖАНИЕ

Теоретические и прикладные вопросы

- Мойсиенко И.И., Захарова М.Я., Мельник Р.П., Садова Е.Ф. Аннотированный список флоры урочища Буркутские плавни (Херсонская область, Украина) 6
- Письменная Ю.Н., Панюта О.А., Таран Н.Ю. Влияние предпосевной обработки семян наночастицами серебра и меди на рост и водоудерживающую способность проростков озимой пшеницы..... 26
- Цымбалюк З.Н., Царенко О.Н., Дремлюга Н.Г., Булах Е.В., Ниценко Л.Н. Морфологические особенности генеративных органов *Linnaea borealis* 32

Альгология, бриология, микология и лихенология

- Комаристая В.П., Белоусова Е.Н., Рудась А.Н. Количественное определение вклада солености, освещенности и дефицита биогенов в выход клеток и накопление β -каротина в культуре *Dunaliella salina* (Chlorophyta) 43
- Бойко М.Ф. Урочище Буркутские плавни – оазис северной бриофлоры на юге степной зоны Украины 56
- Ходосовцев А.Е., Дармостук В.В. Ходосовцева Ю.А., Наумович А.О., Малюга Н.Г. Лишайники и лихенофильные грибы Чалбасской арены нижнеднепровских песков (Херсонская область) 69
- Шевченко М.В. Первая находка *Postia ptychogaster* (Polyporales, Fomitopsidaceae) в Украине 91

Рецензии

- Коломийчук В.П., Попова Е.Н. Новая концепция в охране биоты Республики Молдова. Красная книга Молдовы (2015) 98

CONTENTS

Theoretical and Applied Problems

- Moysiienko I.I., Zakharova M.Ya., Melnik R.P., Sadova O.F.* An annotated list of the flora of the landmark Burkuty Plavni (Kherson region, Ukraine)..... 6
- Pysmenna Yu.M., Panyuta O.O., Taran N.Yu.* The effect of pre-sowing seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper metal nanoparticles on growth and water-retaining ability of winter wheat seedlings..... 26
- Tsybalyuk Z.M., Tsarenko O.M., Dremluga N.G., Bulakh O.V., Nitsenko L.M.* Morphological peculiarities of generative organs of *Linnaea borealis*..... 32

Algology, bryology, mycology and lichenology

- Komaristaya V.P., Bilousova K.M., Rudas O.M.* Evaluation of contribution of salinity, irradiance, and nutrient deficiency into the yield of cells and β -carotene accumulation in the culture of *Dunaliella salina* (Chlorophyta) 43
- Boiko M.F.* The Burkuty Plavni landmark is an oasis of the northern bryoflora in the southern steppe zone of Ukraine 56
- Khodosovtsev A.Ye., Darmostuk V.V., Khodosovtseva Yu.A., Naumovich A.O., Maluga N.G.* The lichens and lichenicolous fungi of the Chalbasy arena in Lower Dnipro sand dunes (Kherson region) 69
- Shevchenko M.V.* The first record of *Postia ptychogaster* (Polyporales, Fomitopsidaceae) in Ukraine..... 91

Reviews

- Kolomiychuk V.P., Popova O.M.* The new concept of protection of biota in the Republic of Moldova. The Red Data Book of Moldova (2015) 98

Анотований список флори урочища Буркутські плавні (Херсонська область, Україна)

ІВАН ІВАНОВИЧ МОЙСІЄНКО
МАРИНА ЯРОСЛАВІВНА ЗАХАРОВА
РУСЛАНА ПЕТРІВНА МЕЛЬНИК
ОЛЕНА ФЕДОРІВНА САДОВА

МОЙСИЄНКО І.І., ЗАХАРОВА М.Я., МЕЛЬНИК Р.П., САДОВА О.Ф. (2018). **An annotated list of the flora of the landmark Burkuty Plavni (Kherson region, Ukraine).** *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 6–25. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/1

In the article an annotated list of the flora of vascular plants is presented for the forested part of the Burkuty Plavni natural landmark. The landmark occupies an area of 350 ha in the Chalbasska arena of the Nyzhnodniprovski pisky (Lower Dnipro Sands), near the small village Burkuty (Hola Prystan district, Kherson region). The list includes 425 species belonging to 252 genera, 75 families, 5 classes and 4 divisions. Among them, 247 species have been found for the first time in the landmark. However, we did not find 21 species, identified in the landmark earlier. The favored conditions for growth, frequency of occurrence, zoological status, and relevant, earlier references in the literature have been indicated for each species identified in the present study. The flora of the forested part of the landmark is unique in that it has a high degree of species diversity (48.1% of the flora of the Lower Dnipro sand area), though it only occupies 0.22% of the whole territory. There are 25 zoophytes among the flora (5.9 %). Another reason for the high zoological value of the flora of the Burkuty Plavni natural landmark is the mix of endemic plants and the significant share of boreal plants in their composition, i.e. northern species on the southern boundary of their range. At the present moment only a part of the landmark is included in the Oleshkivski Pisky National Nature Park (50 ha, or 14.3%). As a result, 264 species (62.1%) of the landmark flora, including seven zoophytes (*Ceratophyllum tanaiticum*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dryopteris carthusiana*, *Polygonatum odoratum*, *Potamogeton sarmaticus*, *Salvinia natans*, *Stachys officinalis*) are not currently protected. These results convincingly show the inadequate protection of the floristic biodiversity of the landmark at the present stage. It is thus important to include the entire Burkuty Plavni in the Oleshkivski Pisky National Nature Park thereby protecting its important biodiversity.

Keywords: plants, nature preservation, sandy area, wetlands, Oleshkivski Pisky National Nature Park

МОЙСІЄНКО І.І., ЗАХАРОВА М.Я., МЕЛЬНИК Р.П., САДОВА О.Ф. (2018). **Анотований список флори урочища Буркутські плавні (Херсонська область, Україна).** *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 6–25. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/1

В статті наводиться анотований список флори судинних рослин лісної частини урочища Буркутські плавні, що займає площу 350 га на Чалбаській арені Нижньодніпровських пісків (околиці села Буркути Голопристанського району Херсонської області). Він включає 425 видів з 252 родів, 75 родин, 5 класів та 4 відділів, серед яких 247 видів зазначаються нами вперше для флори урочища. Натомість нам не вдалося виявити лише 21 вид, що наводилися раніше. Для кожного виду вказуються літературні посилання, флорокомплексна приуроченість, частота трапляння, а також зоологічний статус. Флора урочища відрізняється надзвичайно високим рівнем видового багатства – 48,1% флори Нижньодніпровських пісків, займаючи при цьому лише 0,22% їх площі. В складі флори урочища налічується 25 созофітів (5,9%). Висока созологічна цінність флори урочища Буркутські плавні

зумовлена також значною участю в її складі гляціальних реліктів, північних видів на південній межі ареалу та ендемічних рослин. На сьогодні лише частина урочища входить до складу Національного природного парку «Олешківські піски» (50 га, або 14,3%). В результаті залишаються не охоплені охороною 264 види (62,1%) флори урочища, в тому числі і 7 созофітів (*Ceratophyllum tanaiticum*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dryopteris carthusiana*, *Polygonatum odoratum*, *Potamogeton sarmaticus*, *Salvinia natans*, *Stachys officinalis*). Наведені показники переконливо доводять недостатність охорони флористичного різноманіття урочища на даному етапі. У зв'язку з цим необхідно взяти урочище Буркутські плавні під охорону в повному обсязі, включивши його до складу Національного природного парку «Олешківські піски».

Ключові слова: рослини, охорона природи, піски, Національний природний парк «Олешківські піски»

МОЙСИЕНКО І.І., ЗАХАРОВА М.Я., МЕЛЬНИК Р.П., САДОВА Е.Ф. (2018). **Аннотированный список флоры урочища Буркутские плавни (Херсонская область, Украина)**. *Черноморск. бот. ж.*, **14** (1): 6–25. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/1

В статті приводиться аннотированный список флоры сосудистых растений лесистой части урочища Буркутские плавни, которое занимает площадь 350 га на Чалбасской арене Нижнеднепровских песков (возле села Буркуты Голопристанского района Херсонской области). Он включает 425 видов из 252 родов, 75 семейств, 5 классов и 4 отделов, среди которых 247 видов указываются нами впервые для флоры урочища. В то же время нам не удалось выявить 21 вид, который приводился раньше. Для каждого вида указываются литературная ссылка, флорокомплексная приуроченность, частота встречаемости, а также созологический статус. Флора урочища отличается чрезвычайно высоким уровнем видового богатства – 48,1% флоры Нижнеднепровских песков, занимая при этом лишь 0,22% их площади. В составе флоры урочища насчитывается 25 созофитов (5,9%). Высокая созологическая ценность флоры урочища Буркутские плавни обусловлена также значительным участием в ее составе северных растений на южной границе ареала, в том числе и гляциальных реликтов, и эндемических растений. На сегодня только часть урочища входит в состав Национального природного парка «Олешковские пески» (50 га, или 14,3%). В итоге остаются не охваченными охраной 264 видов (62,1%) флоры урочища, в том числе и 7 созофитов (*Ceratophyllum tanaiticum*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dryopteris carthusiana*, *Polygonatum odoratum*, *Potamogeton sarmaticus*, *Salvinia natans*, *Stachys officinalis*). Приведенные показатели убедительно доказывают недостаточность охраны флористического разнообразия урочища на данном этапе. В связи с этим необходимо взять урочище Буркутские плавни под охрану в полном составе, включив его в состав Национального природного парка «Олешковские пески».

Ключевые слова: растения, охрана природы, пески, Национальный природный парк «Олешковские пески»

На Чалбаській арені, завдяки специфіці її розташування, особливостей гідрологічних, геоморфологічних і едафічних умов, утворився унікальний плавневий флороценотичний комплекс, що відрізняється значною видовою та ценотичною різноманітністю. Урочище Буркутські плавні відзначається високою концентрацією раритетних видів, угруповань та оселищ, які підлягають охороні. На жаль, під час створення Національного природного парку «Олешківські піски» лише частина урочища була заповідана. Отже, метою нашої роботи є дослідження флористичного багатства, визначення созологічної цінності урочища Буркутські плавні та обґрунтування необхідності заповідання усієї його території.

Питання щодо заповідання урочища Буркутські плавні вперше піднімалось ще у 20-х роках ХХ ст. [VYSOTSKYI et al., 1928] шляхом включення його до складу Державного Піскового заповідника Дніпровського низу, який невдовзі, у 1928 році, було створено. Пізніше ця ж ділянка входила до складу Чорноморського заповідника та

заповідника «Асканія-Нова», але вже у 1956 році вона була виведена зі складу «Асканія-Нова» та передана до Головного управління мисливського господарства Мінлісгоспу УРСР [CHERNIAKOV, 2007; SHAROVAL, 2007]. Заповідність урочища частково було відновлено у 2010 році в результаті створення Національного природного парку «Олешківські піски».

Дослідженню флори урочища Буркутські плавні присвячено небагато робіт. Фактично єдиною спеціальною флористичною працею є робота Є.М. Лавренка та А.С. Порецького [LAWRENKO, PORETSKY, 1928] 90-річної давнини, в якій подано список флори Чалбаського піскового масиву. В цій роботі для Буркутських плавнів наводиться 177 видів судинних рослин, у тому числі такі рідкісні як *Agropyron dasyanthum*, *Centaurea breviceps*, *Fraxinus excelsior*, *Stipa borysthenica* тощо. Коротка характеристика флори урочища наводиться у статті, присвяченій необхідності створення Державного Піскового заповідника Дніпровського низу [VYSOTSKYI et al., 1928], в якій автори називають урочище «Реліктом давньої заплави Дніпра та єдиною своєрідною ділянкою цілини на глинясто-піскових чорноземах». Пізніше урочище відмічається в роботі Д.Я. Афанасьєва, Г.І. Білика, О.Б. Кістяківського і М.І. Котова [AFANASYEV et al., 1952]. В інших роботах, в яких згадуються Буркутські плавні, вказуються лише окремі флористичні дані. Відомості щодо зростання деяких видів в урочищі наводяться у багатотомному виданні «Флора України» [FLORA UKRAINE, 1939–1965], переважно дублюючи дані, цитовані у зазначених вище публікаціях. Крім того, відмічено нові флористичні дані, зокрема за зборами О.В. Свистунової [FLORA UKRAINE, 1939–1965]. Дослідженню урочища в різні роки приділяли увагу фахівці Чорноморського біосферного заповідника С.О. Іллічевський [ILLICHEVSKYI, 1937] та О.Ю. Уманець [UMANETS, 1997]. Вивченням флори урочища займалися також фахівці Херсонського державного університету. У роботі М.Ф. Бойка [BOIKO, 1988] наводяться відомості щодо знахідки в Буркутських плавнях низки видів рослин, включених до Червоної книги України (*Dactylorhiza incarnata*, *Orchis picta*, *O. palustris* тощо). Активізувалася робота з вивчення території урочища у XXI столітті у зв'язку з дослідженнями спрямованими на створення Національного природного парку «Олешківські піски» [MOYSIENKO et al., 2012]. Поглибилась робота з вивчення рослинного покриву Буркутських плавнів в останні роки, вже після створення природоохоронної структури її співробітниками у співпраці з Херсонським державним університетом. Частково результати роботи були опубліковані [MELNYK et al., 2016; ZAKHAROVA, MOYSIENKO, 2016, 2017; SADOVA et al., 2016]. Власне, дана публікація, в якій наводиться повний анотований список судинних рослин урочища Буркутські плавні, також є результатом цієї співпраці.

Територія дослідження

В адміністративному відношенні урочище Буркутські плавні – це територія земель Малокопанівської сільської ради Голопристанського району Херсонської області. Безпосередньо в урочищі розташований невеликий хутір Буркути.

Урочище займає площу понад 700 га і знаходиться на Чалбаській арені Нижньодніпровських пісків. Чалбаська арена площею близько 16 тис. га лежить на південний схід від Олешківської арени, на відстані 15–20 км від заплави Дніпра, на краю лесової тераси, її довжина (зі сходу на захід) 16 км, ширина 7 км. Чалбаська арена складена глибокими шаруватими пісками. В улоговинах представлені дернові піщані ґрунти різного ступеня розвиненості з близьким заляганням ґрунтових вод; лучні піщані ґрунти розповсюджені в Буркутських плавнях і на Чалбаській луці; трапляються поховані пісками дернові глинисто-піщані ґрунти з ортштейновими прошарками, а на південній околиці – поховані чорноземоподібні суглинки [GORDIENKO, 1969].

Територію урочища Буркутські плавні можна розділити на 2 частини: велике безлісе подоподібне зниження на півночі та лісисті плавні навколо численних невеликих прісних озер на півдні. Нами досліджувалася південна лісиста частина Буркутських плавнів. Їх площа складає близько 350 га. Невелика частина (14,3%) цієї території входить до Національного природного парку «Олешківські піски».

За геоботанічним районуванням урочище входить до складу Нижньодніпровського округу піщаних степів, пісків та плавнів [DIDUKH, SHEL'YAG-SOSONKO, 2003]. За фізико-географічним районуванням територія досліджень знаходиться в Голопристансько-Дніпрянському географічному районі Нижньодніпровської терасово-дельтової низовинної області Причорноморсько-Приазовського краю [MARYNYCH et al., 2003].

В урочищі Буркутські плавні представлені різноманітні флористичні комплекси (лісовий, чагарниковий, лучний, болотний, водний, псамофітно-степовий, справжньо-степовий (геміпсамофітний), солончаковий та синатропний) та їх екотони, що, на нашу думку, і зумовлює надзвичайне флористичне багатство цієї території.

Матеріали та методика дослідження

В основу роботи покладені матеріали польових досліджень, проведених авторами протягом 2009–2017 років та матеріали попередніх досліджень [ILYICHEVSKY, 1937; GORDIENKO, 1969; KARNATOVSKA, 2006; MOYSIYENKO et al., 2012; MELNYK et al., 2016; SADOVA et al., 2016; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017], які вивчали флору та рослинність Чалбаської арени. Дослідженнями була охоплена вся територія плавневого комплексу протягом вегетаційного періоду. Гербарні матеріали зібрані під час польових досліджень, зберігаються в гербарії Херсонського державного університету (КНЕР). На основі проведених досліджень складений повний анотований список судинних рослин ліистої частини урочища Буркутські плавні. Назви видів у конспекті флори наведені відповідно до видання “Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist” [MOSYAKIN, FEDORONCHUK, 1999]. Окрім назв таксонів у списку видів вказано синонімічні назви, під якими вид зазначався для даної території, частота трапляння (рідко, досить рідко, нерідко, досить часто, часто) [TZVELEV, 2000] та флорокомплексна приуроченість видів (ліси, чагарники, водойми, болота, остепнені, вологі, засолені луки, псамофітні степи, геміпсамофітні степи, солончаки, забур'янені місця). Для созофітів вказуються приналежність та природоохоронні категорії: види що включені до додатків Бернської (БЕРН) та Вашингтонської (СІТЕС) конвенцій, Світового червоного списку (СЧС), Європейського червоного списку (ЄЧС), Червоної книги України (ЧКУ), Червоного списку Херсонської області (ЧСХО) [MOSYAKIN, 1999; SHERVONYI SPYSOK..., 2013; RED DATA BOOK, 1996, 2009; CONVENTYON CONCERNING, 1972]. Також зазначається зростання виду на території Національного природного парку «Олешківські піски» (ОП).

Результати досліджень

Анотований список

- ACHILLEA euxina** Klokov (= *Achillea millefolium* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить часто; ОП.
- A. inundata** Kondr. – вологі луки; рідко.
- A. micrantha** Willd. (= *Achillea gerberi* M.B.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; досить часто; ОП.
- A. pannonica** Scheele – геміпсамофітні степи; рідко.
- AGROPYRON dasyanthum** Ledeb. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – псамофітні степи; рідко; ОП; СЧС, ЄЧС.



A



B



C



D



E



F



G

Рис. 1. Ландшафти (А – луки, В – ліси, С – сори, D – озера) та раритетні рослини (Е – *Pulsatilla pratensis*, F – *Anacamptis palustris*, G – *Betula borysthena*) урочища Буркютські плавні.

Fig. 1. Landscapes (A – meadow, B – forest, C – sor, D – lake) and rare plants (E – *Pulsatilla pratensis*, F – *Anacamptis palustris*, G – *Betula borysthena*) of the natural landmark Burkutski Plavni.

- A. lavrenkoanum** Prokud. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; досить рідко; ОП.
- A. pectinatum** (M. Bieb.) P. Beauv. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; рідко; ОП.
- AGROSTIS diluta** Kurcz. (= *Agrostis alba* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить рідко.
- A. gigantea** Roth – луки; досить часто; ОП.
- A. sabulicola** Klokov – луки; досить рідко.
- A. stolonifera** L. – вологі луки; досить рідко.
- ALISMA plantago-aquatica** L. (= *Alisma michaletii* Asch. et Gr.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота та водойми; досить рідко.
- ALLIARIA petiolata** (M. Bieb.) Savaraet Grande – ліси; нерідко.
- ALLIUM paniculatum** L. – геміпсамофітні степи; досить рідко; ОП.
- A. savranicum** Besser – псамофітні степи; рідко, ЧКУ; ОП.
- A. sphaerocephalon** L. – луки; рідко; ОП.
- ALNUS glutinosa** (L.) Gaertn. [ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота, рідко, ЧСХО.
- ALOPECURUS aequalis** Sobol. – болота; досить рідко.
- A. arundinaceus** Poir. – вологі луки, болота; нерідко.
- ALSINE media** (L.) Vill. – ліси, чагарники та забур'янені місця; досить часто; ОП.
- A. neglecta** (Weihe) A. Löveet D. Löve – ліси; досить рідко.
- ALTHAEA officinalis** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; досить часто, ОП.
- ALYSSUM hirsutum** M. Bieb. – псамофітні степи, забур'янені місця; досить часто; ОП.
- A. minutum** Schlecht. Ex DC. – псамофітні степи, забур'янені місця; часто; ОП.
- A. savranicum** Andrz. – псамофітні степи; часто; ЧКУ.
- AMARANTHUS retroflexus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; рідко.
- AMBROSIA artemisiifolia** L. – забур'янені місця; рідко; ОП.
- ANACAMPTIS coriophora** (L.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase (= *Orchis coriophora* L.) [BOIKO, 1988; MOYSIYENKO et al., 2012; SADOVA et al., 2016; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016] – луки; часто, ЧКУ, CITES; ОП.
- A. palustris** (Jacq.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase (= *Orchis palustris* Jacq.) [BOIKO, 1988; MOYSIYENKO et al., 2012; SADOVA et al., 2016; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – луки; часто, ЧКУ, CITES; ОП.
- A. picta** (Loisel.) R.M. Bateman (= *Orchis picta* Loisel.) [BOIKO, 1988; MOYSIYENKO et al., 2012] – луки; часто, ЧКУ, CITES; ОП.
- ANCHUSA gmelini** Ledeb. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; досить рідко; ОП.
- A. officinalis** L. – забур'янені місця; рідко; ОП.
- ANISANTHA tectorum** (L.) Nevski – псамофітні та геміпсамофітні степи, остепнені луки, забур'янені місця; часто; ОП.
- ANTHEMIS ruthenica** M. Bieb. – псамофітні степи, забур'янені місця; часто; ОП.
- APERA maritima** Klokov [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні та геміпсамофітні степи, остепнені луки, забур'янені місця; нерідко.
- ARABIDOPSIS thaliana** (L.) Neunh. – псамофітні та геміпсамофітні степи, остепнені луки, забур'янені місця; досить часто; ОП.
- ARCTIUM lappa** L. – ліси, чагарники, забур'янені місця; рідко.
- ARENARIA serpillifolia** L. subsp. **glutinosa** (Mert. et W.D.J. Koch) Argang. – псамофітні та геміпсамофітні степи, остепнені луки, забур'янені місця; часто.
- ARMENIACA vulgaris** Lam. – чагарники; рідко.

- ARTEMISIA austriaca** Jacq. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – геміпсамофітні степи, остепнені луки, забур'янені місця; нерідко.
- A. marschalliana** Spreng. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні та геміпсамофітні степи, остепнені луки; часто; ОП.
- A. santonica** L. – засолені луки, солончаки; досить рідко.
- A. vulgaris** L. – ліси, забур'янені місця; досить рідко.
- Asparagus officinalis** L. – луки, узлісся; рідко.
- A. tenuifolius** Lam. – ліси; рідко.
- A. verticillatus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, узлісся; досить рідко.
- ASPERULA graveolens** M. Bieb. ex Schult. ex Schult. – псамофітні степи; нерідко.
- ASTRAGALUS cicer** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, узлісся; рідко.
- A. varius** S.G. Gmel. (= *Astragalus virgatus* Pall.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні та геміпсамофітні степи; нерідко; ОП.
- ATRIPLEX micrantha** С.А. Меу. – чагарники; рідко.
- A. prostrata** Boucher. – засолені луки, солончаки; рідко, ОП.
- BALLOTA nigra** L. – ліси, узлісся, забур'янені місця; нерідко.
- BERTEROA incana** (L.) DC. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, забур'янені місця; рідко.
- BETULA borysthena** Klokov (= *Betula pubescens* Ehrh.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; MOYSIYENKO, SADOVA, 2013; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017; VYSOTSKYI et al., 1928] – ліси; досить часто, ЧКУ, ОП.
- VIDENS frondosa** L. – береги водойм; рідко; ОП.
- B. tripartita** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – береги водойм; нерідко.
- BLITUM chenopodioides** L. – береги сорів; рідко.
- B. glaucum** (L.) W.D.J. Koch. (= *Chenopodium glaucum* L.) – береги водойм; рідко.
- B. rubrum** (L.) Rchb. (*Chenopodium rubrum* L.) – береги водойм; рідко.
- BOLBOSCHOENUS maritimus** (L.) Palla [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – береги озер; нерідко.
- BROMOPSIS inermis** (Leys.) Holub – луки; нерідко.
- BROMUS mollis** L. – луки; нерідко.
- B. squarrosus** L. – луки; нерідко; ОП.
- BUGLOSSOIDES arvensis** (L.) Johnst. – псамофітні та геміпсамофітні степи, луки, забур'янені місця; досить часто.
- BUTOMUS umbellatus** L. – водойми; рідко.
- CALAMAGROSTIS canescens** (Weber) Roth (= *Calamagrostis lanceolata* Roth) – заплавні ліси; досить рідко.
- C. epigeios** (L.) Roth [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – луки, забур'янені місця; нерідко; ОП.
- CALYSTEGIA sepium** (L.) R.Br. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – вологі луки, болота; досить часто; ОП.
- CAMELINA microcarpa** Andrz. – луки; нерідко.
- CAMPANULA rapunculus** L. – луки; досить рідко.
- CANNABIS sativa** L. subsp. **spontanea** Serebr. (= *Cannabis ruderalis* Janisch.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; досить рідко; ОП.
- CARDUUS hamulosus** Ehrh. – луки, забур'янені місця; рідко.
- CAREX acutiformis** Ehrh. [ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота, водойми; часто; ОП.
- C. colchica** J. Gay [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, остепнені луки; часто; ОП.
- C. diluta** M.Bieb. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; рідко.
- C. distans** L. – засолені луки; часто; ОП.

- C. divulsa** Stokes [VYSOTSKYI et al., 1928] – засолені луки; нерідко.
- C. elata** All. (= *Carex stricta* Lam.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота, водойми; досить рідко.
- C. hirta** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко; ОП.
- C. melanostachya** M. Bieb.ex Willd. (= *Carex nutans* Host.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, узлісся, ліси; нерідко.
- C. otrubae** Podl. – вологі луки; рідко.
- C. ovalis** Good. (*Carex leporina* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; рідко.
- C. pseudocyperus** L. – болота, водойми; рідко.
- C. riparia** Curt. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота, водойми; досить часто; ОП.
- C. spicata** Huds. – ліси; досить рідко.
- Cenchrus longispinus** (Naskol) Fernald. – забур'янені місця; досить рідко; ОП.
- Centaurea adpressa** Ledeb. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко; ОП.
- C. borysthena** Grun. – псамофітні степи, сухі луки; досить рідко; ОП.
- C. breviceps** Iljin [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; досить часто; ОП; ЧКУ.
- C. diffusa** Lam. – забур'янені місця; рідко.
- CENTAURIUM pulchellum** (Sw.) Druce (= *Erythrae pulchella* Fr.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко.
- CERASTIUM bulgaricum** Uechtr. – псамофітні степи; нерідко.
- C. glutinosum** Fries – геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко.
- C. pumilum** Curt. – сухі луки; рідко.
- C. semidecandrum** L. – сухі луки; досить нерідко.
- CERATOPHYLLUM tanaiticum** Sapjeg. [LAWRENKO, POREZKY, 1928А; MOYSIYENKO et al., 2012; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – водойми; рідко.
- СНАМАЕСУТИСУС borysthenicus** (Grun.) Klásková [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; досить рідко; ОП.
- СНЕНОПОДИУМ album** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; досить рідко; ОП. 41
- СНОНДРИЛА juncea** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко; ОП.
- СІСНОРИУМ intybus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить часто; ОП.
- СІРСІУМ alatum** (S.G. Gmel.) Bobrov (*Cirsium elodes* M.B.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; нерідко.
- C. arvense** (L.) Scop. – забур'янені місця; досить рідко.
- C. vulgare** (Savi) Ten. – луки, узлісся, чагарники, забур'янені місця; нерідко.
- СОНВОЛВУЛУС arvensis** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; досить часто; ОП.
- C. lineatus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; рідко.
- СОРІСПЕРМУМ nitidum** Kit. – забур'янені місця; досить часто.
- СОРІНЕФОРУС canescens** (L.) P. Beauv. – псамофітні степи; часто; ОП.
- СРАТАЕГУС leiomonogyna** Клоков [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – чагарники, узлісся, ліси; нерідко.
- СРЕПІС ramosissima** D`Urv. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; досить часто.
- C. rhoeadifolia** M. Bieb. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – сухі луки, забур'янені місця; досить рідко.
- СРІПСІС aculeata** (L.) Aiton – пересихаючі засолені водойми; рідко.
- C. schoenoides** (L.) Lam. – пересихаючі засолені водойми; рідко.
- СУКУБАЛУС baccifer** L. – ліси, чагарники; досить рідко.

- CUSCUTA campestris** Yunck – геміпсамофитні степи; рідко.
- CYNODON dactylon** (L.) Pers. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – сухі луки; часто; ОП.
- CYPERUS fuscus** L. – береги водойм; нерідко.
- DACTYLIS glomerata** L. – ліси, узлісся, сухі луки; досить часто; ОП.
- DACTYLORHIZA incarnata** (L.) Soó [MOYSIYENKO et al., 2012; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – луки; нерідко, ЧКУ, СІТЕS.
- DAUCUS carota** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – луки; часто; ОП.
- DIANTHUS platyodon** Klokov [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофитні степи; досить часто; ОП.
- DIGITARIA sanquinalis** (L.) Scop. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; досить рідко.
- DRABA verna** L. (= *Erophila verna* (L.) DC.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофитні та геміпсамофитні степи, сухі луки, забур'янені місця; часто; ОП.
- DRYOPTERIS carthusiana** (Vill.) H.P. Fuchs [ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – заплавні ліси та чагарники; нерідко, ЧСХО.
- ECHINOCHLOA crusgalli** (L.) P.Beauv. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; досить рідко.
- ECHINOPS ruthenicus** M. Bieb. (= *Echinops ritro* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофитні степи; досить рідко; ОП.
- ECHNIUM vulgare** L. – забур'янені місця; рідко.
- ELAEAGNUS angustifolia** L. – луки, чагарники; досить рідко.
- ELEOCHARIS palustris** (L.) Roem. et Schult. – болота, береги водойм; досить рідко.
- ELYTRIGIA intermedia** (Host) Nevski (= *Agropyron glaucum* Roem.& Schult) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; рідко.
- E. obtusiflora** (DC.) Tzvelev (= *Elytrigia elongata* Host) Nevski [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; часто.
- E. repens** (L.) Nevski – забур'янені місця; досить часто; ОП.
- E. repens** (L.) Nevski subsp. **elongatiformis** (Drob.) Tzvelev (= *Elytrigia maeotica* (Prokud.) Prokud.) – засолені луки; досить рідко.
- EPILOBIUM hirsutum** L. – вологі луки, болота; часто.
- E. palustre** L. – болота; рідко.
- E. tetragonum** L. – вологі луки, болота; нерідко.
- Equisetum ramosissimum** Desf. – луки; досить рідко.
- Eragrostis minor** Host [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; досить рідко.
- E. pilosa** (L.) P. Beauv. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – піски; досить часто.
- E. suaveolens** A. Beck. ex Claus – піски; нерідко.
- ERIGERON canadensis** L. (= *Conyza canadensis* (L.) Cronq.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця, піски; досить часто.
- E. podolicus** Besser (= *Erigeron acris* L.) – луки; досить рідко.
- ERODIUM cicutarium** (L.) L'Her. – псамофитні і геміпсамофитні піски, сухі луки, забур'янені місця; часто.
- ERYNGIUM campestre** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – геміпсамофитні степи; досить рідко.
- E. planum** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить рідко.
- EUONYMUS europaea** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – чагарники, узлісся, ліси; досить рідко.
- EUPATORIUM cannabinum** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота; часто; ОП.
- EUPHORBIA seguierana** Neck (= *Euphorbia gerardiana* Jacq.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – псамофитні та геміпсамофитні степи; досить часто; ОП.

- E. semivillosa** Prokh. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – узлісся, ліси; нерідко; ОП.
- FALCARIA vulgaris** Bernh. – геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко.
- FESTUCA beckeri** (Hack.) Trautv. (= *Festuca laeviuscula* Klokov) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; часто; ОП.
- F. rupicola** Heuff. (= *Festuca sulcata* Hackel.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – геміпсамофітні степи; нерідко.
- FESTUCA valesiaca** Guadin [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; рідко; ОП.
- FILAGO arvensis** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи; досить рідко.
- FILIPENDULA vulgaris** Moench – луки; рідко; ОП.
- FRANGULA alnus** Mill. (= *Rhamnus frangula* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – заплавні ліси та чагарники; досить часто.
- FRAXINUS excelsior** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; MOYSIYENKO et al., 2012; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – заплавні ліси; часто; ОП, ЧСХО.
- GALINSOGA parviflora** Cav. – забур'янені місця; рідко.
- GALIUM aparine** L. – забур'янені місця, ліси, чагарники, луки; досить часто; ОП.
- G. articulatum** Lam. (= *Galium rubioides* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – узлісся, луки, ліси; часто.
- G. humifusum** M. Bieb. – геміпсамофітні степи; нерідко; ОП.
- G. mollugo** L. – луки; досить рідко.
- G. palustre** L. – болота, заплавні ліси; часто.
- G. ruthenicum** Willd. – геміпсамофітні степи; нерідко; ОП.
- G. verum** L. – геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко.
- GENISTHA sibirica** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко; ОП.
- GERANIUM collinum** Stephan [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – узлісся, луки; досить часто; ОП.
- GLECНОМА hederacea** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – луки, узлісся, ліси; часто; ОП.
- GLEDITSIA triacanthos** L. – забур'янені місця; рідко.
- GONIOLIMON graminifolium** (Ait.) Boiss. – псамофітні та геміпсамофітні степи; досить рідко, ЧКУ; ОП.
- GRATIOLA officinalis** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко; ОП.
- GYPSOPHILLA paniculata** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки; досить рідко; ОП.
- G. perfoliata** L. (= *Gypsophila trichotoma* Wender.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; досить рідко.
- HELICHRYSUM corymbiforme** Opperm.ex Katina (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; нерідко; ОП.
- HERACLEUM sibiricum** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, узлісся, заплавні ліси; нерідко; ОП.
- HERNIARIA besseri** Fisch. ex Hornem. (= *Herniaria incana* Lam.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; рідко.
- H. euxina** Klokov – піски; рідко; ОП.
- HERACIUM umbellatum** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – узлісся, ліси; нерідко; ОП.
- HEROCHLOË repens** (Host.) P. Beauv. – сухі луки; рідко.
- HOLOSTEUM umbellatum** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; часто; ОП.
- HOTTONIA palustris** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – водойми; нерідко.
- HYDROCHARIS morsus-ranae** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – водойми; нерідко; ОП.
- HYLOTELEPHIUM stepposum** (Boriss.) Tzvelev – геміпсамофітні степи; досить рідко; ОП.

- HYPERICUM perforatum** L. – геміпсамофітні степи, сухі луки; досить рідко; ОП.
- INULA britannica** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко.
- I. helenium** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ЗАКНАРОВА, МОЙСИЄНКО, 2016, 2017] – геміпсамофітні степи; нерідко; ОП; ЧСХО.
- I. sabuletorum** Czern.ex Lavr. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, сухі луки; нерідко; ОП.
- IRIS pseudacorus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ЗАКНАРОВА, МОЙСИЄНКО, 2016, 2017] – болота, водойми; досить рідко; ОП.
- I. pumila** L. – геміпсамофітні степи; досить рідко; ОП.
- ЯСОВАЕА borysthenica** (DC.) B. Nord. & Greuter (= *Senecio borysthenicus* (DC.) Andrz.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, сухі луки; часто; ОП; ЧСХО.
- J. erucifolia** (L.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb. – геміпсамофітні степи; рідко.
- JASIONE montana** L. – псамофітні степи; досить рідко; ОП.
- JUNCUS articulatus** L. (= *Juncus lamprocarpus* Ehrh. ex Hoffm.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота, береги водойм; нерідко; ОП.
- J. atratus** Krock. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота, береги водойм; досить рідко.
- J. bufonius** L. – береги водойм; нерідко.
- J. conglomeratus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота; нерідко; ОП.
- J. gerardii** Loisel. – засолені луки; досить часто.
- J. ranarius** Songeonet E.P. Perrier – береги водойм; досить рідко.
- JURINEA longifolia** DC. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; досить часто; ОП.
- KALI tragus** (L.) Scop. (= *Salsola tragus* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; рідко.
- КНАУТІА arvensis** (L.) Coult. – луки; нерідко.
- КОСНІА laniflora** (S.G. Gmel.) Borbás [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; досить рідко.
- КОЕЛЕРІА sabuletorum** (Domini) Klokov [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; нерідко.
- ЛАСТУСА serriola** Torner – забур'янені місця; нерідко.
- L. tatarica** (L.) C.A. Mey – засолені луки; нерідко.
- ЛАТНІРУС pratensis** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко.
- L. sylvestris** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, узлісся; досить рідко.
- ЛАВАТЕРА thuringiaca** L. – луки, узлісся; нерідко.
- ЛЕЕРСІА oryzoides** (L.) Sw. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота; нерідко.
- ЛЕМНА gibba** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – водойми; рідко.
- L. minor** L. – водойми; часто.
- L. trisulca** L. – водойми; досить часто.
- ЛЕЙМУС racemosus** (Lam.) Tzvelev subsp. **sabulosus** (M.Bieb.) Tzvelev (= *Leymus sabulosus* (M. Bieb.) Tzvelev) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – піски; рідко.
- LIMONIUM gmelini** (Willd.) O. Kuntze (= *Statice meyeri* Boiss.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – засолені луки, солончаки; нерідко; ОП.
- LINARIA genistifolia** (L.) Mill. – псамофітні та геміпсамофітні степи; рідко; ОП.
- L. odora** (M. Bieb.) Fisch. (*Linaria dulcis* Klokov) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, піски; досить часто; ОП.
- L. sypsiensis** C.Koch – псамофітні степи; рідко.
- L. vulgaris** Mill. – луки; нерідко.
- LINUM perenne** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; часто; ОП.
- LITHOSPERMUM officinale** L. – ліси, чагарники; досить рідко.
- ЛОТУС angustissimus** L. (= *Lotus praetermissus* Kuprian.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, сухі луки; досить рідко.

- L. corniculatus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить часто; ОП.
LUZULA pallescens Sw. – луки, узлісся; досить рідко.
LYCOPUS europaeus L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота; досить часто; ОП.
LYSIMACHIA vulgaris L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота, заплавні ліси; часто.
LYTHRUM salicaria L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; SADOVA et al. 2016А,В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота; часто; ОП.
MACROSELINUM latifolium (M. Bieb.) Schur – луки; досить часто.
MARRUBIUM peregrinum L. – геміпсамофітні степи, піски; нерідко.
M. vulgare L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; рідко.
Medicago falcata L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – геміпсамофітні степи; нерідко; ОП.
M. lupulina L. – геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко.
M. minima (L.) Bartalini – геміпсамофітні степи; досить рідко.
MELAMPYRUM arvense L. – луки; рідко.
MELANDRIUM album (Mill.) Garcke [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – чагарники, ліси. Узлісся, луки; нерідко.
MELILOTUS albus Medik. – луки; досить рідко.
M. officinalis (L.) Pall. – сухі луки, забур'янені місця; рідко.
MENTHA aquatica L. – болота; досить часто; ОП.
M. arvensis L. (= *Mentha austriaca* Jacq.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить рідко.
MILIUM effusum L. – луки; рідко.
M. vernale M. Bieb. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки; часто.
MINUARTIA viscosa (Schred.) Schinz et Thell. – псамофітні та геміпсамофітні степи; нерідко.
MOLLUGO cerviana (L.) Ser. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – піски; рідко.
Morus alba L. – узлісся; рідко.
MYOSOTIS micrantha Pall. ex Lehm. – псамофітні та геміпсамофітні степи, забур'янені місця; часто; ОП.
NEPETA cataria L. – чагарники; рідко.
ODONTITES vulgaris Moench [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить часто.
OENANTHE aquatica (L.) Poir. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – водойми; нерідко; ОП.
ONOBRYCHIS borysthenica (Širj.) Klokov – псамофітні степи; досить рідко.
ONONIS arvensis L. (= *Ononis hircina* Jacq.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко.
OPHYOGLOSSUM vulgatum L. [MOYSIYENKO et al., 2012; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – луки, узлісся, заплавні ліси; нерідко, ЧСХО.
ORNITHOGALUM kochii Parl. – геміпсамофітні степи; рідко.
OSTERICUM palustre (Besser) Besser [SADOVA et al., 2016; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – луки, узлісся, заплавні ліси; часто; ОП; Vern.
OTITES borysthenica (Grun.) Klokov [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; нерідко.
PERSICARIA amphibia (L.) Delarbe (= *Polygonum amphibium* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота, водойми; нерідко; ОП.
P. lapatifolia (L.) Delarbe – береги водойм; рідко.
P. maculata S.F. Gray (= *Polygonum persicaria* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – береги водойм; досить рідко.
P. minor (Huds.) Opiz (= *Polygonum minus* Huds.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – береги водойм; досить рідко.

- PHALAROIDES arundinacea** (L.) Rauschert – болота, береги водойм; нерідко.
- RHELIPANCHE arenaria** (Borkh.) Walp.– псамофітні степи; рідко.
- PHLEUM phleoides** (L.) Karst. – геміпсамофітні степи; досить часто.
- PHRAGMITES australis** (Cav.) Trin.ex Steud. (= *Phragmites communis* Trin.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – вологі та засолені луки, болота, водойми, заплавні ліси та чагарники; часто; ОП.
- PICRIS hieracioides** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; рідко.
- PILOSELLA echioides** (Lumn.) F.Schultz et Sch. Bip.– геміпсамофітні степи; досить рідко.
- P. officinarum** F. Schultz. et Sch. Bip.– псамофітні степи; досить рідко.
- PIMPINELLA lanceolata** L. – луки; рідко.
- PINUS palassiana** D. Don. – ліси; рідко.
- P. sylvestris** L. – ліси; рідко.
- PLANTAGO arenaria** Waldst. Et Kit. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, піски; нерідко; ОП.
- P. lanceolata** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи, сухі та засолені луки; рідко; ОП.
- P. major** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені береги водойм; рідко; ОП.
- P. salsa** Pall. (= *Plantago maritima* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; нерідко.
- PLECONAX subconica** (Friv.) Šourková– псамофітні степи; досить часто; ОП.
- POA angustifolia** L. – луки, геміпсамофітні степи; часто.
- P. bulbosa** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; часто; ОП.
- P. pratensis** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; рідко.
- P. sylvicola** Guss. – ліси; нерідко.
- POLYGONATUM odoratum** (Mill.) Druce – ліси; рідко, ЧСХО.
- POLYGONUM arenarium** Waldst.et Kit. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; нерідко; ОП.
- P. aviculare** L. s.str. – забур'янені місця; нерідко.
- P. neglectum** Besser – забур'янені місця; рідко.
- P. novoascanicum** Клоков – забур'янені місця; рідко.
- P. patulum** M. Vieb. – луки; рідко.
- POPULUS alba** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – ліси; досить рідко.
- P. nigra** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – ліси; досить рідко; ОП.
- P. tremula** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – ліси; нерідко; ОП.
- PORTULACA oleracea** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; нерідко; ОП.
- POTAMOGETON sarmaticus** Maemets – водойми; рідко, ЧСХО; ОП.
- POTENTILLA argentea** L. – геміпсамофітні степи; нерідко.
- P. canescens** Besser – геміпсамофітні степи; рідко.
- P. recta** L. – геміпсамофітні степи; рідко; ОП.
- P. reptans** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко; ОП.
- PRUNUS spinosa** L. subsp. **dasyphylla** (Schur) Domin (= *Prunus stepposa* Kotov) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – чагарники, узлісся; нерідко.
- PSAMMOPHILIELLA muralis** (L.) Ikonn. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні та геміпсамофітні степи, луки, піски; нерідко.
- PSEUDOGNAPHALIUM luteoalbum** (L.) Hilliard et B.L.Burt– луки; рідко.
- PSEUDOLYSIMACHION spicatum** (L.) Opiz subsp. **spicatum** (= *Veronica spicata* L.) – геміпсамофітні степи; досить рідко.

- PTEROTHECA sancta** (L.) C. Koch – геміпсамофітні степи, забур'янені місця; нерідко; ОП.
- PUCCINELLIA fominii** Bilyk – солончаки; рідко.
- P. gigantea** (Grossh.) Grossh. (= *Atropis festucaeformis* Boiss.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки, солончаки; нерідко.
- PULSATILLA pratensis** Mill. subsp. **bohémica** V. Skalický (= *Pulsatilla nigricans* Stöerck) [MOYSIYENKO et al., 2012] – геміпсамофітні степи, сухі луки; досить рідко, ОП; ЧКУ.
- PYCREUS flavescens** (L.) Reinchenb. – береги водойм; рідко; ОП.
- PYRUS communis** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – ліси; нерідко.
- QUERCUS robur** L. (= *Quercus pedunculata* Ehrh.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – ліси; нерідко; ОП; ЧСХО.
- RANUNCULUS calthifolius** (Rchb.) Bluff, Nees et Schauer (= *Ficaria nudicaulis* A.Kern.) – заплавні ліси; досить часто; ОП.
- R. lingua** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота; рідко.
- R. polyanthemus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; часто; ОП.
- R. repens** L. – береги водойм; рідко.
- R. sceleratus** L. – береги водойм; рідко.
- RHAMNUS cathartica** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – чагарники; досить рідко.
- RHINANTHUS songaricus** (Sterneck) V.Fedtsch. – луки; часто; ОП.
- ROBINIA pseudoacacia** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – ліси; рідко.
- RORIPPA amphibia** (L.) Besser – водойми; нерідко; ОП.
- ROSA canina** L. – чагарники; нерідко.
- R. corymbifera** Borkh. – чагарники; рідко.
- RUBUS caesius** L. [ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота, заплавні ліси, вологі луки; досить часто.
- RUMEX acetosella** L. – псамофітні степи; досить часто; ОП.
- R. confertus** Willd. – луки; досить часто.
- R. crispus** L. – луки; досить рідко.
- R. thyrsiflorus** Fingerh. (= *Rumex acetosa* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; часто.
- SALIX acutifolia** Willd. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – піски; рідко.
- S. alba** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – заплавні ліси; нерідко; ОП.
- S. cinerea** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017; VYSOTSKYI et al., 1928] – заплавні ліси та чагарники; часто.
- S. rosmarinifolia** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи, луки, узлісся; часто; ОП.
- S. triandra** L. – заплавні ліси та чагарники; нерідко; ОП.
- SALVIA nemorosa** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; досить часто; ОП.
- SALVINIA natans** (L.) All. [MOYSIYENKO et al., 2012; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – водойми; рідко, берн, ЧКУ.
- SAMBUCUS nigra** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – чагарники; нерідко.
- SAXIFRAGA tridactylites** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи; нерідко.
- SCABIOSA ochroleuca** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить рідко.
- S. ucrainica** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; часто; ОП.
- SCHENODORUS interuptus** (Desf.) Tzvelev (= *Festuca arundinacea* Schreb.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; часто.
- SCHOENOPLECTUS lacustris** (L.) Palla (*Scirpus lacustris* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – водойми, болота; нерідко; ОП.
- S. tabernaemontanii** (C.C. Gmel.) Palla (= *Scirpus tabernaemontani* C.C. Gmel.) – водойми; досить рідко.

- SCIRPOIDES holoschoenus** (L.) Sojak [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні луки; часто; ОП.
- SCLEROCHLOA dura** (L.) P.Beauv. – вздовж доріг; нерідко.
- SCORZONERA ensifolia** M. Bieb. – псамофітні степи; досить рідко.
- S. parviflora** Jacq. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; нерідко.
- SCUTELLARIA galericulata** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, заплавні ліси; нерідко; ОП.
- SECALE sylvestre** Host – піски; досить часто; ОП.
- SECURIGERA varia** (L.) Lassen (= *Coronilla varia* L.) – геміпсамофітні степи; нерідко.
- SENECIO vernalis** Waldst.et Kit. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, піски, забур'янені місця; нерідко; ОП.
- SESELI tortuosum** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко; ОП.
- SETARIA verticillata** (L.) P. Beauv. – забур'янені місця; рідко.
- S. viridis** (L.) P. Beauv. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; рідко.
- SILENE multiflora** (Ehrh.) Pers.– луки; рідко.
- SIUM latifolium** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота; нерідко.
- S. sisarum** L. (= *Sium lancifolium* M.Bieb.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болотисті луки; рідко.
- SOLANUM dulcamara** L. – болота; досить рідко; ОП.
- SOLANUM nigrum** L. – забур'янені місця; рідко.
- SOLIDAGO virgaurea** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, узлісся, ліси; нерідко; ОП.
- SONCHUS arvensis** L. – луки; нерідко; ОП.
- S. asper** (L.) Hill. – забур'янені місця; рідко.
- SPARGANIUM erectum** L. (= *Sparganium ramosum* Huds.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В]– водойми; досить рідко; ОП.
- SPERGULA morisonii** Boreau – псамофітні степи; досить часто; ОП.
- SPERGULARIA media** (L.) C. Presl.) – засолені луки, солончаки; досить рідко.
- SPIRODELA polyrrhiza** (L.) Schleid. – водойми; досить рідко.
- STACHYS officinalis** (L.) Trevis. (= *Betonica perauca* Klokov) [FLORA URSSR, 1960] – луки; рідко, ЧСХО.
- S. palustris** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – болота, вологі луки; нерідко.
- S. recta** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; нерідко.
- STELLARIA graminea** L. – луки; досить рідко; ОП.
- STIPA borysthena** Klokov ex Prokud. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017; VYSOTSKYI et al., 1928] – псамофітні та геміпсамофітні степи; досить часто; ОП; ЧКУ.
- S. capillata** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – псамофітні та геміпсамофітні степи; нерідко; ОП; ЧКУ.
- SUAEDA salsa** (L.) Pall. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – солончаки; досить рідко.
- SYMPHYOTRICHUM ciliatum** (Ledeb.) G.L. Nesom– забур'янені місця; рідко.
- SYMPHYTUM officinale** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – болота, заплавні ліси; досить часто; ОП.
- SYRENIA cana** (Pill. et Mitt.) Neill. (= *Syrenia angustifolia* Rchb.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; нерідко; ОП.
- SISYMBRIUM polymorphum** (Murray) Roth – геміпсамофітні степи; досить рідко; ОП.
- TANACETUM vulgare** L. – узлісся, луки; досить рідко.
- TARAXACUM officinale** Wigg. – луки; досить часто; ОП.
- TEUCRIUM chamaedrys** L. – узлісся, луки; досить рідко.
- T. polium** L. – геміпсамофітні степи; нерідко; ОП.

- T. scordium** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; досить рідко.
THALICTRUM minus L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи; досить рідко; ОП.
T. simplex L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки, узлісся, ліси; нерідко; ОП.
THELYPTERIS palustris Schott. (= *Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017; VYSOTSKYI et al., 1928] – болота; досить часто; ОП.
THLASPI arvense L. – забур'янені місця; рідко.
THYMUS borysthenticus Klokov et Shost. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; часто.
TRAGOPOGON borysthenticus Artemcz. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – псамофітні степи; часто; ОП.
T. dubius Scop. subsp. **dubius** Scop. – забур'янені місця; рідко.
T. podolicus Besser – луки; рідко.
TRAGUS racemosus (L.) All. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; нерідко.
TRIBULUS terrestris L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – забур'янені місця; досить рідко.
TRIFOLIUM arvense L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; нерідко.
T. borysthenticum Grun. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; рідко; ОП.
T. campestre Schreb. (= *Trifolium procumbens* L.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; нерідко.
T. diffusum Ehrh. – геміпсамофітні степи, сухі луки; досить рідко.
T. fragiferum L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – засолені луки; нерідко.
T. hybridum L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; рідко.
T. praretense L. – луки; рідко.
T. repens L. – луки; досить рідко.
TRIGLOCHIN palustre L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – вологі луки; рідко.
TRIGONELLA caerulea (L.) Ser. – луки; нерідко.
TRIPOLIUM vulgare Nees (= *Aster tripolium* L.) – солончаки; досить рідко.
TURRITIS glabra L. – луки; рідко.
ТУРНА angustifolia L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – водойми; нерідко; ОП.
T. latifolia L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – водойми; досить рідко.
URTICA dioica L. – заплавні ліси; рідко.
U. kioviensis Rogow. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; VYSOTSKYI et al., 1928] – заплавні ліси; нерідко; ОП.
U. pubescens Ledeb. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – заплавні ліси; досить рідко.
UTRICULARIA vulgaris L. [MOYSIYENKO et al., 2012] – водойми; нерідко; ОП; ЧСХО.
VALERIANA stolonifera Czern. [ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – луки, узлісся, ліси; нерідко; ОП; ЧСХО
VALERIANELLA carinata Loisel. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; нерідко; ОП.
VERBASCUM banaticum Schrad. – псамофітні степи; нерідко; ОП.
V. blattaria L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; нерідко.
V. chaixii Vill. subsp. **orientale** (L.) Hayek – геміпсамофітні степи; рідко.
V. phlomoides L. – забур'янені місця; рідко.
V. phoeniceum L. – геміпсамофітні степи; нерідко; ОП.
VERONICA ARVENSIS L. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; досить часто; ОП.
V. dillenii Crantz. – псамофітні степи; нерідко; ОП.
V. prostrata L. – геміпсамофітні степи; рідко.

- V. triphyllus** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; нерідко; ОП.
- V. verna** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; досить рідко.
- VIBURNUM opulus** L. [LAWRENKO, POREZKY, 1928В; ZAKHAROVA, MOYSIYENKO, 2016, 2017] – заплавні ліси; рідко.
- VICIA cracca** L. – луки; досить рідко; ОП.
- V. grandiflora** Scop. subsp. **sordida** (Waldst. et Kit.) Dostál (= *Vicia biebersteinii* Besser ex M. Bieb.) [LAWRENKO, POREZKY, 1928В] – луки; досить рідко.
- V. hirsuta** (L.) S.F. Gray – луки; нерідко; ОП.
- V. lathyroides** L. – псамофітні та геміпсамофітні степи, сухі луки; нерідко.
- V. sativa** L. subsp. **nigra** (L.) Ehrh. – луки; досить рідко; ОП.
- V. tenuifolia** Roth – геміпсамофітні степи; рідко.
- V. villosa** Roth – геміпсамофітні степи, сухі луки, забур'янені місця; досить рідко; ОП.
- VINCETOXICUM hirundinaria** Medik. – луки; рідко.
- VIOLA hymettia** Boiss. – луки; нерідко; ОП.
- V. odorata** L. s.l. – ліси, чагарники; нерідко.
- WOLFFIA arrhiza** (L.) Horkel ex Wimm. – водойми; рідко.
- XANTHIUM albinum** (Widd.) H. Scholz – забур'янені місця; рідко; ОП.
- X. ripicola** Holub – забур'янені місця; рідко.
- XERANTEMUM annuum** L. – забур'янені місця; рідко.

Обговорення

Анотований список флори судинних рослин лісистій частини урочища Буркутські плавні включає 425 видів судинних рослин, у тому числі 247 зазначаються нами вперше. Нам не вдалося виявити лише 21 вид, які наводилися раніше (*Carex diluta*, *Juncus atratus*, *Lemna gibba*, *Stachys officinalis* тощо). Натомість серед наведених вперше видів такі цікаві знахідки як *Allium savranicum*, *Alyssum savranicum*, *Ceratophyllum tanaiticum*, *Iris pumila*, *Ophyoglossum vulgatum*, *Potamogeton sarmaticus*, *Salvinia natans* тощо.

Виявлені 425 видів відносяться до 252 родів, 75 родин, 5 класів та 4 відділів. Провідними родинами флори є *Asteraceae* (62 види або 14,6%), *Poaceae* (57 або 13,4%), *Fabaceae* (34 або 8,0%), *Caryophyllaceae* (23 або 5,4%), *Cyperaceae* (20 або 4,7%), *Lamiaceae* (17 або 4,0%), *Polygonaceae* (13 або 3,0%), *Rosaceae* (12 або 2,8%), *Veronicaceae* (11 або 2,6%) та *Chenopodiaceae* (10 або 2,4%). Особливостями спектру родин є його виразний бореальний характер, про що свідчить високе положення родин *Poaceae* та *Cyperaceae* [МОЙСИЄНКО, 2013]. В спектрі провідних родів домінують *Carex* (13 або 3,0%), *Trifolium* (8 або 2,0%), *Galium* (7 або 1,6%), *Vicia* (7 або 1,6%), *Juncus* (6 або 1,4%), *Polygonum* (5 або 1,2%), *Ranunculus* (5 або 1,2%), *Salix* (5 або 1,2%), *Verbascum* (5 або 1,2%), *Veronica* (5 або 1,2%). Він характеризується подібними до родинного спектру особливостями.

Територія урочища Буркутські плавні відзначається надзвичайно високим рівнем флористичного багатства. Його флора складає майже половину (48,1%) видового багатства флори Нижньодніпровських пісків, яка за даними О.Ю. Уманець налічує 883 види судинних рослин [УМАНЕТС, 1997]. При цьому площа урочища складає лише 0,22% території Нижньодніпровського піщаного масиву. Також на високий рівень флористичного багатства урочища вказує порівняння його флори з флорами існуючих на Нижньодніпровських пісках заповідних об'єктів значно більшої площі [МОЙСИЄНКО, 2011; УМАНЕТС, 2012; ЛІТОПИС, 2017]. Наведені показники (Рис. 2) переконливо доводять високий рівень флористичного багатства урочища Буркутські плавні, яке є одним з найбільш цінних «гарячих точок» біорізноманіття півдня України.

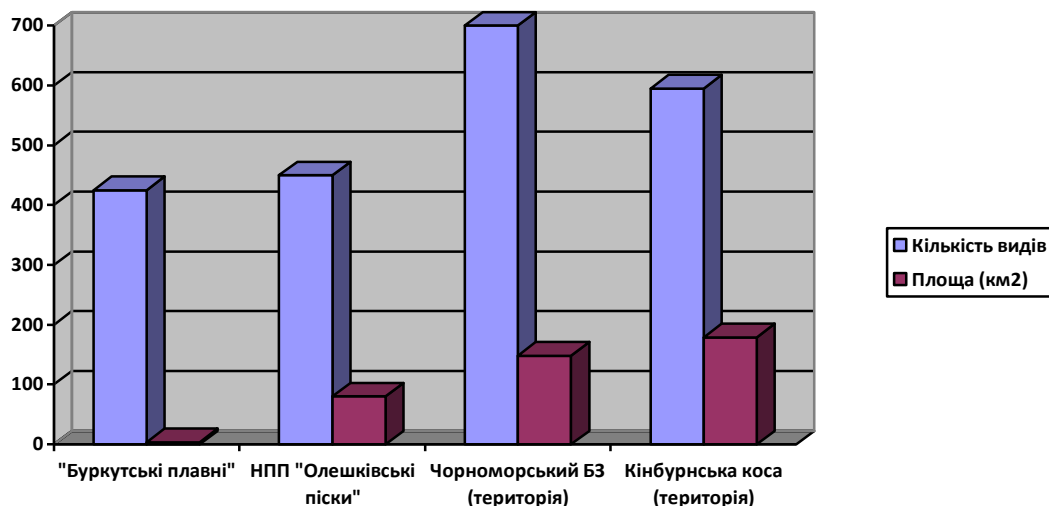


Рис. 2. Співвідношення кількості видів та площі урочища Буркутські Плавні та заповідних об'єктів Нижньодніпровських пісків.

Fig. 2. Comparison of number of species and areas of natural landmark Burkuty Plavni and reserves of Lower Dniپر sands region.

Флора урочища відзначається високим представництвом рослин, що охороняються. На території плавневого комплексу зростає 25 раритетних видів судинних рослин (5,9 % від загальної кількості видів): *Agropyron dasyanthum*, *Allium savranicum*, *Alyssum savranicum*, *Anacamptis coriophora*, *Anacamptis palustris*, *Anacamptis picta*, *Betula borysthénica*, *Centaurea breviceps*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dryopteris carthusiana*, *Fraxinus excelsior*, *Goniolimon graminifolium*, *Inula helenium*, *Ophyoglossum vulgatum*, *Ostericum palustre*, *Polygonatum odoratum*, *Potamogeton sarmaticum*, *Pulsatilla pratensis*, *Quercus robur*, *Salvinia natans*, *Stachys officinalis*, *Stipa borysthénica*, *Stipa cappilata*, *Valeriana stolonifera*, *Utricularia vulgaris*. Висока созологічна цінність флори урочища Буркутські плавні зумовлена також значною участю в її складі багатьох північних видів на південній межі ареалу, в тому числі і гляціальних реліктів у складі плавневого флорокомплексу (*Calamagrostis canescens*, *Carex elata*, *C. otrubae*, *C. pseudocyperus*, *Epilobium palustre*, *Galium articulatum*, *Lathyrus sylvestris*, *Milium effusum* тощо) та ендемічних рослин у складі степових ділянок (*Jacobeя borysthénica*, *Jurinea longifolia*, *Thymus borysthénicus* тощо).

На сьогодні 50 га (14,3%) урочища вже заповідані у складі Національного природного парку «Олешківські піски». На заповідній частині урочища нами відмічено 161 вид (37,8% від загальної кількості видів в урочищі) судинних рослин, в тому числі і 18 созофітів. Натомість 264 види (62,1%) флори урочища, включаючи 7 созофітів (*Ceratophyllum tanaiticum*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dryopteris carthusiana*, *Polygonatum odoratum*, *Potamogeton sarmaticus*, *Salvinia natans*, *Stachys officinalis*) не охоплені охороною. Для більшості раритетних видів, які відмічені на території урочища в складі національного природного парку, охорона не є репрезентативною, оскільки охоплює лише незначну частину їх популяцій в урочищі. Наведені показники та видове багатство флори урочища Буркути дає підставу поставити його на один рівень з іншими національними парками та заповідниками степової зони та є вагомим аргументом щодо включення його у повному складі до національного природного парку «Олешківські піски».

Подяки

Автори висловлюють щирю подяку адміністрації Національного природного парку «Олешківські піски»: директору А.В. Непрокіну, головному природознавцю О.І. Ложкіній та начальнику природоохоронного науково-дослідного відділення «Буркути» І.І. Кравзюку, а також головам Малокопанівської сільради В.М. Зорі та Виноградівської сільської об'єднаної територіальної громади С.В. Шматенку, за підтримку та надану технічну допомогу у дослідженні даної ділянки Нижньодніпровських пісків.

References

- AFANASYEV D.YA., BILYK G.I., KISTYAKOVSKY A.B., KOTOV M.I. (1952). *The Plant and Animal World of the South of the Ukrainian SSR and Northern Crimea*. Kyiv: Academy of Sciences of Ukrainian SSR, 86 p. (in Russian)
- ARTYUSHENKO A.T. (1970). *Rastitelnost lesostepi i stepi Ukrainu v chetvertichnom periode*. Kyiv: Nauk. dumka, 168 p. (in Russian)
- BOIKO M.F. (1988). New discoveries of rare and endangered plant species in Kherson and Mykolaiv regions. *Ukr. Bot. J.*, **45** (5): 84–87. (in Ukrainian)
- CHERVONUI spusok Khersonskoji oblasti (2013). Rishenja XXVI sesiji Khersonskoji oblasnoji radu VI sklukkannja № 893 vid 13.11.2013. Kherson: 13 p. (in Ukrainian)
- CHRISTENHUSZ M., LANSDOWN R.V., BENTO ELIAS R., DYER R., IVANENKO Y., ROUHAN, G., RUMSEY F., VÄRE. H. (2017). *Salvinia natans*. The IUCN Red List of Threatened Species: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.e.T163996A85449648>. [9/3/2018].
- CONVENTION on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (1979): <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list//conventions/treaty/104> [10/3/2018].
- DIDUKH YA.P., SHELYAG-SOSONKO YU.R. (2003). Geobotanical zoning of Ukraine and adjusting territories. *Ukr. Bot. J.*, **60** (1): 6–17. (in Ukrainian)
- FLORA URSS (1960). Zerov D. K. (ed). Kyiv: Academy of Sciences of the USSR. T. IX: 188–191 (in Ukrainian)
- GORDIENKO I.I. (1969). *Oleshkovskie peski i biogeocenticheskie svjazi v processe ih zarostanija*. Kyiv: Naukova dumka, 186 p. (in Russian)
- GORETSKY G.I. (1970). *Alljuvialnaja letopis Velikogo PraDnipra*. Moskva: Nauka, 491 p. (in Russian)
- ILYICHEVSKY S.O. (1937). Materials for the flora of the seaside part of Ukraine. *Ukr. Bot. J.*, **15** (2): 253–255. (in Ukrainian)
- KARNATOVSKAYA M.YU. (2006). *Flora and Vegetation of arens of lower Dniper*. PhD thesis. Kyiv: M.M. Gryshko National Botanical Garden.
- KLOKOV M.V. (1980). *Psamophilnue floristicheskije kompleksu na territorii USSR (Opit analiza psamophytone)*. In: *Novosti sistematuку vushuh i nizchih roslun*. Kyiv: Naukova dumka, 90–151 p. (in Russian)
- KRYTSKA L.I. (1987). *Flora of steppes and limestone outcrops of the Right-bank cereal steppe*. PhD thesis. Kyiv: M.H. Kholodny Institute of Botany. (in Russian)
- LAVRENKO E.M., PORETZKY A.S. (1928). Die Vegetation der Tschelbassy und Iwanowka Sandmassive und der Kinburischen Erdlandzunge in den Grenzen des Unter-Dnjeprs. *Materials of nature protection in Ukraine. Kharkiv, 1928*: 127–177.
- LAVRENKO E.M., PORETZKY A.S. (1928). Sur la flore des sables du das Dniper. *News of the Main Botanical Garden*: 25–29. (in Russian)
- LITOPYS OF THE NATURA NNP "OLESHKI SANDS" (2016).
- LITOPYS OF THE NATURA NNP "OLESHKI SANDS" (2017).
- MARYNYCH O.M., PARHOMENKO G.O., PETRENKO O.M., SHISHHENKO P.G. (2003). An improved scheme of physical-geographical zoning of Ukraine. *Ukr. Bot. J.*, **60** (1): 17–23. (in Ukrainian)
- MELNYK R.P., SADOVA O.F., MOYSIENKO I.I. (2016). Habitats of the Scientific Reserve «Burkuty» National Nature Park «Oleshkovsky Sands». *Ukr. Bot. J.*, **73** (4): 361–366. doi: 10.15407/ukrbotj73.04.361 (in Ukrainian)
- MOSKALENKO YU.O. (2015). *Avifauna and bird communities of the Lower Dnieper Sands*. PhD thesis. Kyiv: I. I. Schmalhauzen Institute of zoology.
- MOSYAKIN S.L., FEDORONCHUK M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kiev, 345 p.
- MOYSIENKO I.I. (2011). An annotated list of the vascular plants recorded on territory of the regional landscape park «Kinburnska kosa» in 2007–2009. *Chornomors'k. bot. z.*, **7** (4): 390–399. (in Ukrainian)
- MOYSIENKO I.I., KHODOSOVTSEV O.YE., ROMAN YE.G., PILIPENKO I.O., BOIKO M.F. (2012). To necessity of «Oleshkivski Pisky» National Park the territory widening. *Nature Reserves in Ukraine*, **18** (1-2): 110–114. (in Ukrainian)
- MOYSIENKO I.I. (2013). Floristic diversity and taxonomic structure of the flora of the Pivnichne Prychornomia (Northern Black Sea Coastal Plain). *Chornomors'k. bot. z.*, **9** (1): 41–56.

- PACHOSKY I.K. (1904). Ocherk rastitelnosti Dneprovskogo yezda Tavricheskoy gubernii. *Zapiski Novorossijskogo obzchestva estestvoisputatelej*, **26**: 9–159. (in Russian)
- RED Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom (2009). Didukh Ya.P. (ed). Kyiv: Globalconsaltyng, 912 p. (in Ukrainian)
- SADOVA O.F., MOYSIENKO I.I., MELNYK R.P., ZAKHAROVA M.YA. (2016). Suchasnyj stan poshyrennja sozophitiv Chervonoji knygy Ukraine na teritoriji NPP «Oleshkivski pisku» (Khersonska oblast). *Nature Reserves in the Steppe zone of Ukraine. Series: «Conservation Biology in Ukraine», Urzuf, 14-15 March*: **2** (2): 144–148 (in Ukrainian)
- SHAPOVAL V.V. (2006). Do vyvchenna syntaksonomii roslynnosti depresii Livoberezhzha Nyzhnoho Dnipra. Clasy Isoeto-Nanojuncetea, Br.-Bl. et R. Tx. ex Westhoff et al. 1946, Molinio-Arrhenatheretea R.Tx. 1937 and Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. 1949. *Visti Biosferneho zapovidnyka «Askania nova»*, **8**: 15–48.
- SMEKALOVA T., MASLOVYK O., MELNYK V. (2011). Agropyron dasyanthum. The IUCN Red List of Threatened Species: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T176502A7254702.en>. [9/3/2018].
- STEVEN CH. (1856). Verzeichnis der auf der taurischen Halbinsel wildwachsenden Phlancen. *Bull. de la Soc. Imperial des Natur. de Moscou*, **11**: 246. (in German)
- TZVELEV T.T. (2000). *Manual of the vascular plants of North-West Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod provinces)*. St.-Petersburg State Chemical-Pharmaceutical Academy Press, 781 p. (in Russian)
- UMANETS O.YU. (1997). *Ecological-coenotic characteristic of the flora of the sand arrays of the Lower Dniester's left bank and its genesis*. PhD thesis. Kyiv: M.H. Kholodny Institute of Botany. (in Ukrainian)
- UMANETS O.YU. (2012). *BZ Chornomorskij*. In: Phytodiversity of nature reserves and national nature parks of Ukraine. P1. Biosphere reserves. Nature reserves. Onishchenko V.A, Andrienko T.L. (ed). Kyiv: 73–94. (in Ukrainian)
- VINNICHENKO T.S. (2006). *Roslynu Ukrainy pid ohoronoiu Bernskoi konvencii*. Kyiv, 176 p. (in Ukrainian)
- VYSOTSKYI G., LAVRENKO E., MAKHOV (1928). Proektovanyi derzhavnyi piskovyi zapovidnyk Dniprovskoho Nyzu Khersonskoho okruhu. *Naturschuts in Ukraine*, **2**: 1–9.
- VYSOTSKYI P.N. (1936). Voprosy osvoenija Nizchnedneprovskih peskov. *Bulletin UAASNL*, **4**: 13–18. (in Russian)
- ZAKHAROVA M.YA., MOYSIYENKO I.I. (2016). Florocoenotic restriction of rare species in natural forest on Nizhnedneprovskiy sands. *Chornomors'k. bot. z.*, **12** (2): 206–213. doi:10.14255/2308-9628/16.122/9 (in Ukrainian)
- ZAKHAROVA M.YA., MOYSIYENKO I.I. (2017). Sozophity Oselyshchnoi Dyrectyvy na Nyzchnodniprovskykh piskakh. *NATURA 2000 network as an innovative system for the protection of rare species and habitats in Ukraine. Materials of the scientific and practical seminar. Series: «Conservation Biology in Ukraine», Kyiv, 15 February, 2015*: 47–51. (in Ukrainian)

Рекомендує до друку
Дубина Д.В.

Отримано 15.03.2018

Адреси авторів:

I.I. Мойсієнко, М.Я. Захарова, Р.П. Мельник
Херсонський державний університет
вул. Університетська 27
Херсон 73000
Україна
e-mail: ivan.moysiienko@gmail.com

Authors' addresses:

I.I. Moysiienko, M.Ya. Zakharova, R.P. Melnyk
Kherson State University
Universitetskaya Str. 27,
Kherson 73000
Ukraine
e-mail: ivan.moysiienko@gmail.com

О.Ф. Садова
Національний природний парк "Олешківські піски"
провул. Ракитний 16
м. Олешки 75100
Олешківський р-н
Херсонська обл.
Україна.
e-mail: sadova.npp@gmail.com

O.F. Sadova
Oleshkivski Pisky National Nature Park
passed. Rakitnyi 16
Oleshky 75100,
Oleshkivskiy district
Kherson region
Ukraine.
e-mail: sadova.npp@gmail.com

Вплив передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ріст і водоутримуючу здатність проростків озимої пшениці

Юлія Миколаївна Письменна
Ольга Олександрівна Панюта
Наталія Юрївна Таран

PYSMENNA YU.M., PANYUTA O.O., TARAN N.YU. (2018). **The effect of pre-sowing seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper metal nanoparticles on growth and water-retaining ability of winter wheat seedlings.** *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2

In connection with the rapid development and implementation of nanotechnology in the agriculture, biology and medicine, investigation of biogenic metal nanoparticles is the topical subject that opens up the opportunities for their practical use. Growth is an integral indicator of the physiological state of plants. Their water-retaining ability is an informative marker of water metabolism and resistance of plants. In this regard, the effect of pre-sowing seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper nanoparticles on growth parameters and water regime in wheat seedlings (*Triticum aestivum*) of two varieties – Myronivska 808 and Renan was investigated. The response of wheat seedlings to the action of nanoparticles treatment was assessed by changing of the organs length and weight. It was expressed as tolerance index. Under nanoparticles action the length and weight of different parts of seedlings in both varieties found to be changed. Investigated nonionic colloidal solutions of biogenic metals nanoparticles act as stimulators of growth processes, in which the effect of silver nanoparticles on these indices was more effective. Pre-sowing seed treatment with metal nanoparticles has also positively influenced to water regime in wheat seedlings. Silver nanoparticles demonstrated a higher efficiency of preventing the water deficiency development in wheat seedlings of both varieties. It has been shown that pre-sowing seed treatment with nanoparticles of silver and copper stimulates growth and increases the water-retaining ability of the plant organism. This is the basis for further research and use of solutions of the most effective nanoparticles in biology and agriculture.

Key words: *Triticum aestivum*, growth parameters, tolerance index, leaf plate area, water deficiency

Письменна Ю.М., Панюта О.О., Таран Н.Ю. (2018). **Вплив передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ріст і водоутримуючу здатність проростків озимої пшениці.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2

Останнім часом, у зв'язку з бурхливим розвитком і впровадженням нанотехнологій у народному господарстві, біології та медицині, дослідження наночасток біогенних металів є актуальною темою, що відкриває перспективи для їх практичного використання. Ріст є інтегральним показником фізіологічного стану рослин, а їх водоутримуюча здатність є інформативним показником водного обміну рослин та стійкості до змін умов навколишнього середовища. У зв'язку з цим, метою роботи було дослідити ростові параметри та показники водного режиму проростків пшениці (*Triticum aestivum*) двох сортів – Миронівська 808 та Renan, отриманих із насіння обробленого колоїдними розчинами наночасток срібла та міді. Реакцію проростків пшениці на дію обробки наночастками оцінювали за зміною приросту довжини і маси органів і виражали як індекс толерантності. За дії наночасток довжина та маса надземної та підземної частин проростків обох сортів змінювалася, що позначалося на індексу толерантності. Досліджувані неіонні колоїдні розчини наночасток

біогенних металів діяли як стимулятори ростових процесів, причому ефект наночасток срібла на ці показники був більше вираженим. Передпосівна обробка насіння наночастками срібла і міді позитивно вплинула і на водоутримуючу здатність проростків. При цьому наночастки срібла продемонстрували вищу ефективність запобігання розвитку водного дефіциту у проростків пшениці обох сортів. Було показано, що передпосівна обробка насіння наночастками срібла та міді стимулює ростові процеси і підвищує водоутримуючу здатність рослинного організму, що є підставою для подальших досліджень та використання розчинів найбільш ефективних наночасток у біологічних та сільськогосподарських цілях.

Ключові слова: Triticum aestivum, ростові параметри, індекс толерантності, площа листової пластинки, водний дефіцит

Письменная Ю.Н., Панюта О.А., Таран Н.Ю. (2018). **Влияние предпосевной обработки семян наночастицами серебра и меди на рост и водоудерживающую способность проростков озимой пшеницы.** *Черноморск. бот. ж.*, **14** (1): 26–31. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/2

В последнее время, в связи с бурным развитием и внедрением нанотехнологий в народном хозяйстве, биологии и медицине, исследование наночастиц биогенных металлов является актуальным, что открывает перспективы для их практического использования. Рост является интегральным показателем физиологического состояния растений, а их водоудерживающая способность является информативным показателем водного обмена растений и устойчивости к изменениям условий окружающей среды. В связи с этим, целью работы было исследовать ростовые параметры и показатели водного режима в проростках пшеницы (*Triticum aestivum*) двух сортов – Мироновская 808 и Renan, полученных из семян обработанных коллоидными растворами наночастиц меди и серебра. Реакцию проростков пшеницы на действие обработки наночастицами оценивали по изменению прироста длины и массы органов и выражали как индекс толерантности. При воздействии наночастиц длина и масса надземной и подземной частей проростков обоих сортов менялась, что сказывалось на ИТ. Исследуемые неионные коллоидные растворы наночастиц биогенных металлов действовали как стимуляторы ростовых процессов, причем эффект наночастиц серебра на эти показатели был более выраженным. Предпосевная обработка семян наночастицами серебра и меди положительно повлияла и на водоудерживающую способность проростков. При этом наночастицы серебра продемонстрировали более высокую эффективность предотвращения развития водного дефицита в проростках пшеницы обоих сортов. Было показано, что предпосевная обработка семян наночастицами серебра и меди стимулирует ростовые процессы и повышает водоудерживающую способность растительного организма, что является основанием для дальнейших исследований и использования растворов наиболее эффективных наночастиц в биологических и сельскохозяйственных целях.

Ключевые слова: Triticum aestivum, ростовые параметры, индекс толерантности, площадь листовой пластинки, водный дефицит

В останні роки стрімко зростає інтерес до вивчення наночасток металів через їх унікальні фізико-хімічні та біологічні властивості. Важливою умовою для практичного застосування наночасток є їхня нетоксичність, седиментаційна та хімічна стійкість. Використання наночасток металів у сільськогосподарському виробництві для передпосівної обробки насіння і для обробки вегетуючих рослин дозволяє покращити якість посівного матеріалу, підвищити стійкість до фітопатогенів, збільшити урожайність та отримати екологічно чисту продукцію [MASAROVÍČOVÁ, KRÁĀOVÁ, 2013]. Стосовно цього існує багато пропозицій, що можуть бути реалізовані на основі властивостей наночасток або внаслідок їх відповідної функціоналізації.

Сьогодні наночастки представляють великий інтерес і широко використовуються в усьому світі. Вони мають ряд переваг порівняно з традиційними розчинами: не розшаровуються під впливом тепла і світла, забезпечують повне змочування поверхні рослин, повністю поглинаються рослинами, не змиваються

дощем, робочий розчин може зберігатися роками, залишаючись активним [PANYUTA et al., 2014].

Різні дослідження показали, що наночастки металів та їх оксиди впливають на ріст, розвиток та урожайність рослин. Наночастки можуть впливати на рослини на біохімічному, фізіологічному та молекулярному рівнях [BELAVA et al., 2017, RIZWAN et al., 2017].

У зв'язку з цим, метою роботи було встановлення особливостей впливу передпосівної обробки насіння наночастками срібла та міді на ростові показники і водоутримуючу здатність проростків пшениці озимої сортів Renan та Миронівська 808.

Матеріали та методи досліджень

У досліджах використовували проростки озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) двох сортів – Миронівська 808 та Renan. Миронівська 808 – високопродуктивний, зимостійкий сорт з високою якістю зерна, який завдяки високій комбінаційній здатності за цінними господарськими ознаками є одним з найбільш широко використовуваних у світовій селекції. Його нащадками є понад 400 сортів пшениці в різних країнах світу, серед яких сорт Renan, що має високу стійкість як до абіотичних, так і до біотичних стресорів.

Проводили передпосівну обробку насіння пшениці колоїдними розчинами наночасток біогенних металів срібла і міді, отриманими диспергуванням гранул відповідних металів імпульсами електричного струму з амплітудою 100–2000 А у воді [LORATKO et al., 2009]. Максимальний розмір наночасток не перевищував 100 нм. Вміст наночасток у колоїдних розчинах: Ag+Ag₂O – 0,75 мг/л, Cu – 0,37 мг/л. Препарати надані кафедрою технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України. Стерилізоване насіння замочували у дослідних розчинах (1 частина колоїдного розчину наночасток : 100 частин води – концентрація рекомендована виробником) на чотири години, відмивали дистильованою водою і поміщали в термостат (25°C) на добу. У контрольному варіанті – насіння замочували у дистильованій воді.

Вирощували рослини у піску в хімічно-нейтральних контейнерах в контрольованих лабораторних умовах. Живильне середовище Хогланда-Арнона додавали в кожний контейнер (по 25–35 мл) та підтримували постійну вологість субстрату (70%) додатковим внесенням живильного середовища.

Вирощували за 16-годинного фотоперіоду, інтенсивності освітлення 15 тис. лк., температури повітря 25/20°C (день/ніч), вологості повітря 60 %.

Площу листової пластини визначали за формулою [ANIKEEV, KUTUZOV, 1981]:

$$S=2/3 \times R \times x, \text{ де}$$

R – ширина листка біля основи, см;

x – довжина листка, см.

Індекс толерантності (ІТ, %) вираховували за ростовою реакцією надземної та підземної частин проростків [WILKINS, 1978].

$$ІТ = \frac{\text{довжина (маса) надземної (підземної) частини досліду}}{\text{довжина (маса) надземної (підземної) частини контролю}} \times 100\%$$

Водний дефіцит визначали методом висічок [FIZIOLOGIYA ROSLYN, 2010].

Усі отримані дані оброблені статистично з використанням критерію Стьюдента ($P \leq 0,05$) за допомогою програмного пакета Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Реакцію проростків пшениці на дію обробки наночастками металів оцінювали за зміною приросту довжини органів і виражали як індекс толерантності (ІТ). За дії наночасток довжина проростків змінювалася, що позначалося на ІТ. Динаміка ІТ за

довжиною надземної та підземної частин проростків озимої пшениці сортів Renan і Миронівська 808 виявилася подібною, але у проростків сорту Миронівська 808 спостерігалися більші коливання цього показника (Рис. 1).

У проростків сорту Renan індекс толерантності за довжиною надземної частини у разі обробки наночастками срібла мав значення 92–108%, у разі обробки наночастками міді – 97–116%; ІТ за довжиною підземної частини за використання наночасток срібла склав – 95–114%, міді – 89–98% (Рис.1). У проростків сорту Миронівська 808 ІТ за довжиною надземної частини у разі обробки наночастками срібла мав значення 92–115%, у разі обробки наночастками міді – 90–109%; цей же показник за довжиною підземної частини у разі обробки наночастками срібла склав – 95–133%, наночастками міді – 87–122%.

Найбільший стимулюючий ефект був зафіксований за впливу наночасток срібла, при чому сильніше відповідь виражена у проростків сорту Миронівська 808. Це можна пояснити тим, що цей сорт характеризується вищою чутливістю до дії різноманітних чинників біотичної та абіотичної природи.

Дослідження морфометричних параметрів проростків пшениці сортів Renan і Миронівська 808 показали, що приріст площі листкової пластинки проростків за обробки наночастками срібла, порівняно з контролем, становив 6% у проростків сорту Renan і 18% – у сорту Миронівська 808. У варіантах з міддю достовірної різниці не виявили (рис. 2).

Водний дефіцит (ВД) є інтегральним показником водного балансу та має великий вплив на ріст, розвиток і продуктивність рослин. У разі порушення водопостачання рослин може виникати водний дефіцит, який спричинює тимчасові або тривалі зміни в інтенсивності біохімічних та фізіологічних процесів. Саме тому цей показник використовують для оцінки рівня водозабезпеченості рослин [ORLOVA, 2011].

Проведене нами дослідження параметрів оводненості тканин проростків пшениці за передпосівної обробки насіння наночастками срібла і міді показало, що проростки, насіння яких було оброблене наночастками цих металів мають більшу водоутримуючу здатність, ніж проростки, насіння яких замочували в дистилляті.

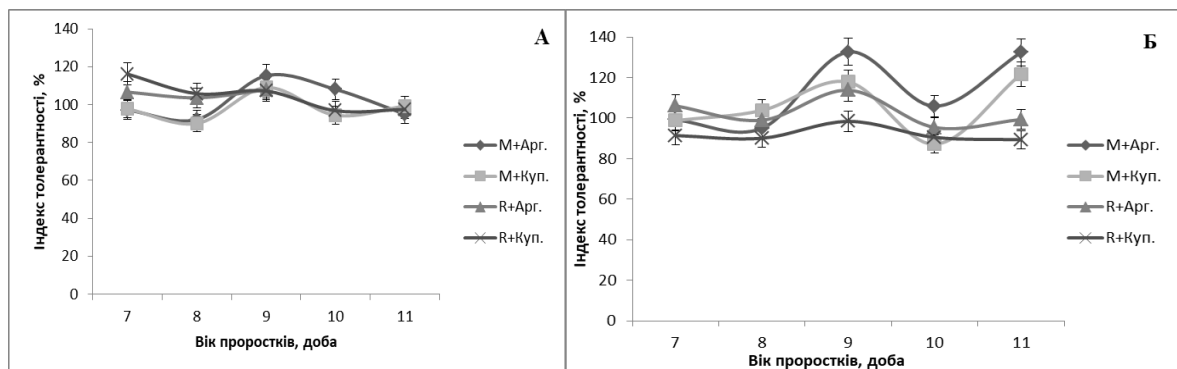


Рис. 1. Індекс толерантності проростків пшениці за дії наночасток Ag та Cu: А – розрахований за довжиною надземної частини; Б – розрахований за довжиною підземної частини.

Fig. 1. Tolerance index of wheat seedlings under action of Ag and Cu metal nanoparticles: A – according to length above-ground parts; B – according to length underground parts.

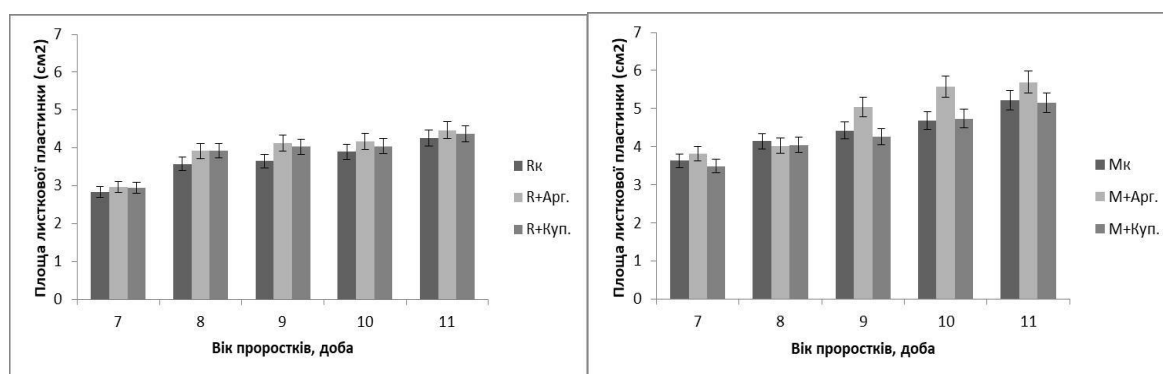


Рис. 2. Площа листкової пластинки проростків пшениці за дії наночасток Ag та Cu: А – сорт Renan; Б – сорт Миронівська 808.

Fig. 2. Leaf plate area of wheat seedlings under action of Ag and Cu metal nanoparticles: A – variety Renan; B – variety Myronivska 808.

Водний дефіцит проростків пшениці сорту Renan становив 14–30% для контролю, 11–24% за обробки наночастками срібла та 14–25% за обробки наночастками міді (Рис. 3). ВД проростків пшениці сорту Миронівська 808 склав 17–26% для контролю, 11–21% для варіантів, оброблених наночастками срібла і 15–21% для варіантів, оброблених наночастками міді (Рис. 3).

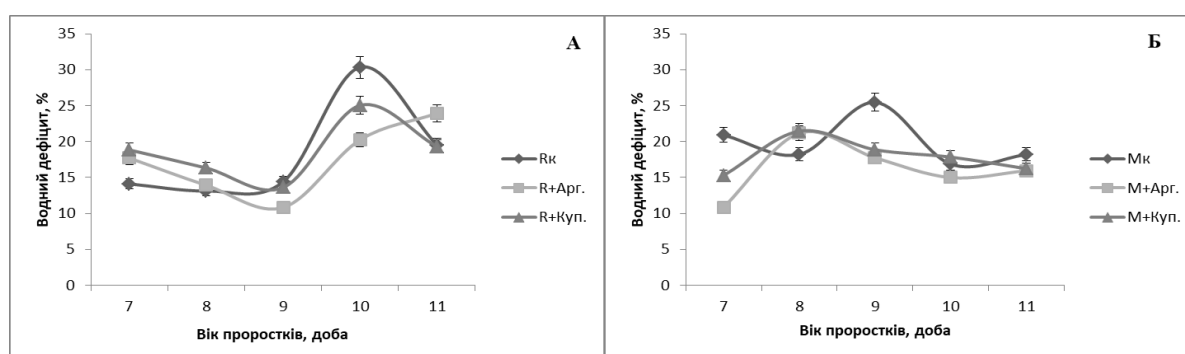


Рис. 3. Водний дефіцит в тканинах проростків пшениці за дії наночасток Ag та Cu: А – сорт Renan, Б – сорт Миронівська 808.

Fig. 3. Water deficiency of seed treatment with nonionic colloidal solutions of silver and copper metal nanoparticles: A – variety Renan; B – variety Myronivska 808.

Отримані результати свідчать, що передпосівна обробка насіння наночастками срібла і міді позитивно впливає на водоутримуючу здатність рослин. При цьому наночастки срібла характеризуються вищою ефективністю запобігання розвитку ВД у проростків пшениці обох сортів, що узгоджується з дією наночасток срібла на морфометричні показники проростків пшениці досліджуваних сортів.

Висновки

На підставі проведених досліджень можна стверджувати, що в лабораторних умовах передпосівна обробка насіння колоїдними розчинами наночасток срібла і міді позитивно впливає на ріст та запобігає розвитку водного дефіциту у проростків озимої пшениці на початкових етапах онтогенезу, при чому більший стимулюючий ефект та водоутримуюча здатність були зафіксовані за впливу наночасток срібла.

Перспективою подальших експериментів є комплексне дослідження морфометричних, фізіологічних та біохімічних параметрів рослинного організму за

передпосівної обробки насіння наночастками різних металів в польових умовах. Це дасть змогу регулювати окремі ланки рослинного метаболізму.

References

- ANIKEEV V.V., KUTUZOV F.F. (1981). Novyyi sposob opredeleniya ploschadi listovoy poverhnosti u zlakov. *Fiziologiya rasteniy.*, **8** (3): 375–377. (in Russian)
- BELAVA V.N., PANYUTA O.O., YAKOVLEVA G. M., PYSMENNA YU.M., VOLKOGON M.V. (2017). The Effect of Silver and Copper Nanoparticles on the Wheat – *Pseudocercospora herpotrichoides* Pathosystem. *Nanoscale Res Letters*, **12** (1): 250. doi: 10.1186/s11671-017-2028-6
- LOPATKO K.H., AFTANDILIANTS E.H., KALENSKA S.M., TONKHA O.L. (2009). Mother colloidal solution of metals. *Patent for invention* 38459 from 12.01.2009.
- ORLOVA L.D. (2011). *Bioekologichni osoblyvosti luchnykh fitosenoziv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny (produktivnist' ta ratsional'ne vykorystannya)*. Poltava: PNPУ imeni V. H. Korolenka. 278 p. (in Ukrainian)
- PANYUTA O.O., BELAVA V.N., FOMAYIDI S.V., KALINICHENKO O.V., TARAN N.YU. (2014). Influence of processing of wheat seeds by metals nanoparticles on defense reactions in wheat seedlings under eyespot causal agent. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv*, **1** (17): 48–51. (in Ukrainian)
- PARSHKOVA T.V. (2010). *Fiziologiya roslyn: praktykum*. Luts'k: Teren, 420 p. (in Ukrainian)
- MASAROVICHOVA E., KRÁĚOVÁ K. (2013). Metal Nanoparticles and Plants. *Ecological Chemistry and Engineering S.*, **20** (1): 9–22. doi:10.2478/eces-2013-0001
- RIZWAN M., ALI S., QAYYUM M.F., OK Y.S., ADREES M., IBRAHIM M., REHMAN Z.U., FARID M., ABBAS F. (2017). Effect of metal and metal oxide nanoparticles on growth and physiology of globally important food crops: A critical review. *Journal of hazardous materials*, **322**: 2–16. doi:10.1016/j.jhazmat.2016.05.061
- WILKINS D.A. (1978). The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth. *New Phytologist*, **80** (3): 623–633. doi:10.1111/j.1469-8137.1978.tb01595.x

Рекомендує до друку
Бойко М.Ф.

Отримано 15.01.2018

Адреси авторів:

Ю.М. Письменна, О.О. Панюта, Н.Ю. Таран
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Володимирська, 64/13
Київ, 01601
Україна
e-mail: pismennaya64@gmail.com

Author's address:

Yu.M. Pysmenna, O.O. Panyuta, N.Yu. Taran
Taras Shevchenko
National University of Kyiv
ESC «Institute of Biology and Medicine»
Volodymyrs'ka st., 64/13
Kyiv, 01601
Ukraine
e-mail: pismennaya64@gmail.com

Морфологічні особливості генеративних органів *Linnaea borealis*

Зоя Миколаївна ЦИМБАЛЮК
Ольга Миколаївна ЦАРЕНКО
Наталія Григорівна ДРЕМЛЮГА
Олена Вікторівна БУЛАХ
Людмила Миколаївна НИЦЕНКО

TSYMBALYUK Z.M., TSARENKO O.M., DREMLIUGA N.G., BULAKH O.V., NITSENKO L.M. (2018). **Morphological peculiarities of generative organs of *Linnaea borealis***. *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 32–42. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/3

The article presents results of a comprehensive study of macro- and micromorphological characters of generative organs of the endangered species *Linnaea borealis*, which is listed in the *Red Data Book of Ukraine*. Morphology of pollen grains, flowers and fruits was studied using light and scanning electron microscopy. Additional characters that can be used for solving controversial issues of taxonomy of *Caprifoliaceae* are revealed. The flower of *L. borealis* is almost zygomorphic; it has five linear-lanceolate sepals connate at base, tubular, bell-shaped corolla pubescent inside with ribbon-like hairs (only on broadly ovate non-connate parts of petals); two of four stamens are longer than the other two, with filiform filaments and narrow-ellipsoidal, crescent-bent, swinging anthers; carpels with a lower, ovoid ovary, a narrow style, and a funnel-shaped stigma. For the first time we observed a flattened egg-shaped outgrowth on the apical part of the connective of stamens. Palynomorphological peculiarities of *L. borealis* are specified in detail: pollen grains are 3(4)-colporate, prolate, spheroidal or oblate-spheroidal in shape, in equatorial view elliptical, oval or circular in outline; in polar view slightly 3-lobate, circular-triangular or circular-rectangular; medium- or large-sized, with spinulose exine sculpture. Additional micromorphological characteristics of the fruit surface have been revealed: tuberculate structure and the presence of pubescence with simple and glandular trichomes. Three morphological groups of simple hairs (long, medium, and short ones) and two groups of glandular hairs (short with small heads and long with large heads) are distinguished. Precise localization of hairs of these groups in certain areas of fruits and peduncles is revealed.

Key words: macromorphology, micromorphology, flower, pollen grains, fruit, pubescence

ЦИМБАЛЮК З.М., ЦАРЕНКО О.М., ДРЕМЛЮГА Н.Г., БУЛАХ О.В., НИЦЕНКО Л.М. (2018). **Морфологічні особливості генеративних органів *Linnaea borealis***. *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 32–42. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/3

У публікації наведено результати комплексного дослідження макро- та мікроморфологічних особливостей генеративних органів зникаючого виду *Linnaea borealis*, занесеного до Червоної книги України. З використанням світлової та сканувальної електронної мікроскопії досліджено особливості будови пилкових зерен, квіток і плодів. Виявлено додаткові ознаки, які можна використовувати для вирішення спірних питань таксономії родини *Caprifoliaceae*. Квітка *L. borealis* майже зигоморфна, має п'ять лінійно-ланцетних, зрослих при основі чашолистків, віночок трубчасто-дзвоникуватий, всередині опушений стрічкоподібними волосками лише на широкоовальних лопатях відгину; чотири тичинки двосильні, з ниткоподібними нитками та вузько-еліпсоїдальними, серпоподібно зігнутими, рухливими пиляками; маточка з нижньою, яйцеподібною зав'язю, вузьким стовпчиком та з лійкоподібною приймочкою. Вперше нами відмічено плаский яйцеподібний виріст на апікальній частині в'язалець тичинок. Уточнено паліноморфологічні особливості *L. borealis*: пилкові зерна 3(4)-борозно-орові, еліпсоїдальні, сфероїдальні або сплющено-сфероїдальні за формою, в обрисі з екватора еліптичні, овальні або округлі, з полюса

слабо 3-лопатеві, округло-трикутні або округло-чотирикутні, середніх та великих розмірів, з шипикуватою скульптурою екзینی. Виявлено мікроморфологічні особливості поверхні плодів – горбкувата структура та наявність опушення, представленого криючими простими та залозистими трихомами. Виділено три морфологічних групи простих волосків (довгі, середні та короткі) та дві групи залозистих волосків (короткі з маленькими головками та довгі з великими головками). Відзначена чітка локалізація волосків вказаних груп на певних ділянках поверхні плоду та плодоніжки.

Ключові слова: макроморфологія, мікроморфологія, квітка, пилкові зерна, плід, опушення

ЦЫМБАЛЮК З.Н., ЦАРЕНКО О.Н., ДРЕМЛЮГА Н.Г., БУЛАХ Е.В., НИЦЕНКО Л.Н. (2018). **Морфологические особенности генеративных органов *Linnaea borealis***. *Черноморск. бот. ж.*, **14** (1): 32–42. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/3

В статье приводятся результаты комплексного исследования макро- и микроморфологических особенностей генеративных органов исчезающего вида *Linnaea borealis*, занесенного в Красную книгу Украины. С использованием световой и сканирующей электронной микроскопии изучено особенности строения пыльцевых зерен, цветков и плодов. Установлены дополнительные признаки, которые возможно использовать при решении спорных вопросов таксономии семейства *Caprifoliaceae*. Цветок *L. borealis* немного зигоморфный, имеет пять линейно-ланцетных, сросшихся при основании чашелистиков, венчик трубчато-колокольчатый, на внутренней поверхности опушенный лентовидными волосками только на широкоовальных лопастях; четыре двусильные тычинки с нитевидными нитями и узко-эллипсоидальными, серповидно изогнутыми, качающимися пыльниками; пестик с нижней яйцевидной завязью, узким столбиком и воронковидным рыльцем. Впервые нами отмечен плоский яйцевидный вырост на апикальной части связников тычинок. Уточнены палиноморфологические особенности *L. borealis*: пыльцевые зерна 3(4)-бороздно-оровые, эллипсоидальные, сфероидальные или сплющено-сфероидальные по форме, в очертании с экватора эллиптические, овальные или округлые, с полюса слабо 3-лопастные, округло-треугольные или округло-четыреугольные, средних и крупных размеров, с шипиковатой скульптурой экзины. Установлены микроморфологические особенности поверхности плодов – бугорчатая структура и наличие опушения кроющими простыми и железистыми трихомами. Выделено три морфологических группы простых волосков (длинные, средние и короткие) и две группы железистых (короткие с маленькими головками и длинные с большими головками). Отмечена четкая локализация волосков указанных групп на определенных участках поверхности плода и плодоножки.

Ключевые слова: макроморфология, микроморфология, цветок, пыльцевые зерна, плод, опушение

Рід *Linnaea* L. представлений у флорі України одним видом *Linnaea borealis* L. Це гляціальний реліктовий вид, популяції якого поширені в лісах Північної півкулі – Скандинавії, Атлантичній, Східній та Середній Європі, на Кавказі, у Західному Сибіру, на Далекому Сході, Східній Азії та Північній Америці. В Україні місцезростання *L. borealis* відомі з південної межі його ареалу – в Карпатах, Поліссі та Лісостепу [PRIADKO, 2011]. *L. borealis* як реліктовий і рідкісний вид занесений до Червоної книги України I, II, та III видань у статусі зникаючого [ANDRIENKO, 1980, 1996; TSARYK, ANDRIENKO, 2009]. Враховуючи, що вид на території України потребує охорони, накопичення та аналіз відомостей про макро- та мікроморфологічні особливості даного виду є важливими і необхідними для вирішення проблем його збереження.

Останніми роками активно ведеться робота щодо з'ясування напрямків філогенії порядку *Dipsacales* Juss. на підставі молекулярних та морфологічних аналізів [BELL et al., 2001; DONOGHUE et al., 1992, 2003; ZHANG et al., 2003; SMITH, DONOGHUE, 2008; LANDREIN, PRENNER, 2013], але виникає низка питань щодо обсягу родин, номенклатури

і таксономії в межах цього порядку. Зокрема, довгий час рід *Linnaea* розглядався у складі родини *Caprifoliaceae* Juss. [FUKUOKA, 1968; APG II, 2003; ТАКНТАЖАН, 1987, 1997, 2009; ЗАЙТСЕВА, 2006; CHRISTENHUSZ, 2013], яка на сьогодні вважається поліфілетичною, а за останній час її таксономічний склад й зв'язки в межах окремих таксонів неодноразово переглядалися.

За молекулярно-філогенетичними дослідженнями було здійснено перенесення родів *Sambucus* L. і *Viburnum* L. до родини *Adoxaceae* E. Mey. [BACKLUND, DONOGHUE, 1996; BACKLUND, BREMER, 1997; DONOGHUE et al., 1992, 2001; APG III, 2009] та визнано склад родини *Caprifoliaceae* з трьох триб: *Caprifolieae* Dumort., *Diervilleae* Baill. та *Linnaeae* Dumort. З огляду на результати філогенетичних досліджень було запропоновано підняти статус підродин *Diervilloideae* Raf. та *Linnaeoidae* Raf. до рівня родин *Diervillaceae* Руск та *Linnaeaceae* Backlund відповідно, а родину *Caprifoliaceae* прийняти в обсязі *Caprifolieae* [BACKLUND, РУСК, 1998; APG II, 2003]. Таким чином, *L. borealis* можна розглядати в межах однієї з родин – *Linnaeaceae* або *Caprifoliaceae*.

Спірним залишається обсяг та склад самого роду *Linnaea*. Ще у минулому столітті WITTRICK (1907) звернув увагу на поліморфність *L. borealis* та визнав понад 200 форм, ґрунтуючись на характеристиках листків та суцвіть. Була встановлена подібність у будові суцвіть представників роду *Linnaea* та деяких видів роду *Abelia* Brown [GRAEBNER, 1901; GIGER, 1913], на підставі чого було запропоновано об'єднати роди *Linnaea* та *Abelia* в один, приймаючи *Abelia* у ранзі секції роду *Linnaea*.

CHRISTENHUSZ (2013) врахував молекулярно-філогенетичні дані [JACOBS et al., 2010 та ін.], переглянув склад роду *Linnaea*, визнав його монофілетичним та збільшив кількість видів роду до 17 (включивши ще 16) за рахунок представників родів *Abelia* (за виключенням секції *Zabelia* (Rehder) Makino), *Diabelia* Landrein, *Dipelta* Maxim. та *Kolkwitzia* Graebn.

Для вирішення розглянутих вище спірних питань необхідне подальше вивчення морфологічних особливостей *L. borealis*, зокрема, важливо провести детальне дослідження будови генеративних органів рослин (у тому числі на мікоморфологічному рівні) і виявити ознаки, важливі для діагностики таксонів. У літературних джерелах представлені деякі відомості щодо морфологічних особливостей пилкових зерен, квітки, суцвіття та плодів *L. borealis* [BARBARYCH, 1961; КНОКНРИАКОВ, MAZURENKO, 1968; MORRE, 1976; POIARKOVA, 1978; DONOGHUE, 1985; DONOGHUE et al., 2003; ЗАЙТСЕВА, 2006; YANG, LANDREIN, 2011; LANDREIN, PRENNER, 2016; KUPRIYANOVA, ALESHINA, 1972; ARTYUSHENKO, ROMANOVA, 1984; MACIELEWSKA, 1997], проте вони потребують уточнення та більшої деталізації. Отже, метою роботи є уточнення особливості будови квітки, пилкових зерен і плодів на підставі критичного перегляду відомих морфологічних ознак генеративних органів *Linnaea borealis*, надання детальної характеристики та виявлення додаткових ознак для використання їх у вирішенні спірних питань таксономії.

Матеріали і методи досліджень

Для дослідження генеративних органів був використаний матеріал з Національного гербарію Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW) і Гербарію Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (KWH). Пилкові зерна вивчали під світловим мікроскопом (Biolar) за загальноприйнятим ацетолізним методом [ERDTMAN, 1952]. Постійні препарати пилкових зерен зберігаються в палінотеці Національного гербарію України KW-P [BEZUSKO, TSYMBALYUK, 2011].

Під сканувальним електронним мікроскопом (JSM-6060 LA) були досліджені морфологічні особливості пилкових зерен, квіток та плодів. Зразки досліджених генеративних органів напилували шаром золота за стандартною методикою.

Описували пилкові зерна з використанням загальноприйнятої термінології [KUPRIYANOVA, ALESHINA, 1972; PUNT et al., 1994; ТОКАРЕВ, 2002], з певними модифікаціями [TSYMBALYUK, MOSYAKIN, 2013]. Описи будови квіток і плодів проводились з використанням термінології, узагальненої в ряді праць [ARTIUSHENKO, 1951, 1990; FEDOROV, ARTIUSHENKO, 1975; ARTIUSHENKO, FEDOROV, 1986; PLYSKO, 2000; ZYMAN et al., 2004, 2011]. Виміри розмірів елементів квіток і плодів виконано з використанням програми AxioVision Rel.4.8.

Досліджені зразки квіток: 1. Україна. Волинська обл., Любешівський р-н, національний природний парк «Прип'ять–Стохід», Бучинська дача. Сосновий ліс, чорницево-зеленомошний. 07.06.2010, збр. та визн. О.І. Прядко (KW); 2. Росія. Камчатський край, Елизовський р-н, Кронцекий госзапасник, горний узел Кроноцкого п-ва, вершина 1170 м, в стланнике, 02.08.1981, leg. & det. Якубов (KW); 3. Хакасская авт. обл., Усть-Абаканский р-н, верховье р. Иней, темнохвойный лес, 09.07.1969, leg. & det. Нельфильд, Краснов (KW); 4. Wologda distr., prope oppidum. Kuwschinowo, in pineto!, 24.06.1912, leg. G. Schirjaew (KW); 5. Prow. Twer, st. Maxaticha, in pineto!, 30.06.1913, leg. G. Schirjaew (KW); 6. Prow. Peterburg, in decliviis silvosis prope st. Preobraschenskaja distr., 20-27.07.1897, leg. Mazarakij, Baranow (KW); 7. Finland. Turun Yliopiston Kasvimuseo. (Turku University Herbarium). South-Savo (Sa). Taipalsaari. Jauhiala. Dry open hillside in pine forest, 19.06.1961, leg. Reino Alava, 2658 (009471) (KWHА); 8. Turun Yliopiston Kasvimuseo. (Turku University Herbarium). Finland. Ostrobothnia kajanensis. Sotkamo. Spruce forest in the north side of Lauttalampi pond; Lontanniemi district in Korholanmäki village. 17.07.1969. Terttu Hyvärinen, Kaija Laine (KWHА).

Досліджені зразки пилкових зерен: 1. Україна. Волинська обл., Любешівський р-н, національний природний парк «Прип'ять–Стохід». Бучинська дача. Сосновий ліс чорницево-зеленомошний. 7.VI.2010., збр. та визн. О.І. Прядко (KW); 2. Poland. Województwo podkarpackie] Plantae Poloniae Exsiccatae. Leżajsk (palat. Leopoliensis). Las klasztorny. – In silva. – 2.VI.1930, 001764, Ig. M. Nowiński (KW); 3. Росія. Урал, Башкирия. Карасдель. Елово-пихтовый лес – на крутом левом берегу р. Уфы. 14.VI.1942, Д. Зеров (KW); 4. Нижегородский край, бывший Ветлужский у. Окр. д. Ки...во [нерозбірливо]. В елово-пихтовом лесу. 3.VII.1930, А. Смирнова (KW).

Досліджені зразки плодів: 1. Україна. Волинська обл., Любешівський р-н, національний природний парк «Прип'ять–Стохід», Бучинська дача, сосновий ліс, чорницево-зеленомошний. 7.VI.2010. збр. та визн. О.І. Прядко (KW); 2. Росія]. Мурманская обл., окр. Оленегорска, VI.1970. leg. М. Страшенко, det. [А.В.] Шумилова, [Н.С.] Федорончук (KW); 3. Алтай. Койтанский перевал. Лиственный лес. 11.VIII.1972., leg. Я.П. Дидух, det. [А.В.] Шумилова (KW); 4. Урал. Башкирия. Лівий берег р. Уфа в окол. Красного Ключа, темнохвойный лес. 23.VI.1942., leg. Д. Зеров (KW). 5. Ленинградская область. Окрестности Ленинграда, Ольгино. 01.08.1919, leg. Е. Черняковская (KW).

Результати досліджень та обговорення

Суцвіття *Linnaea borealis* – відкрита верхівкова брактеозна китиця, яка складається з двох (або іноді чотирьох) повислих квіток, бокові осі суцвіття відсутні. Суцвіття розміщене в пазухах листків на багаторічному розпростертому пагоні [KUZNETSOVA et al., 1992; LANDREIN, PRENNER, 2013]. Квітки розташовані на верхівках прямостоячих пагонів, довгі верхівкові міжвузля яких мають на верхівці по два дрібних (до 1–2 мм завдовжки) лінійно-ланцетних покривних листки, з пазух яких виходять два квітконоси, 5–10 см завдовжки, густо опушених залозистими волосками. Квітконоси на верхівці з двома дрібними (1–2 мм завдовжки) лінійно-ланцетними приквітниками, з пазух яких виходять дві короткі квітконіжки, 1–2(3) мм завдовжки, густо опушені залозистими волосками. Квітки повислі. При основі квіток розташовані попарно чотири

приквітнички, різні за розмірами і формою – два з них більші, 0,5–0,75(1,0) мм завдовжки, майже округлі, густо опушені на поверхні залозистими волосками, по краях з простими шилоподібними волосками, два інших приквітнички – менші, лише близько 0,3 мм завдовжки, вузько-овальні, опушені лише по краях шилоподібними волосками.

Квітки двостатеві, оцвітина слабо зигоморфна. Чашолистків чашечки п'ять, прикріплених до верхівки зав'язі, зрослих при основі на незначній частині. Чашолистки лінійно-ланцетні за формою, з загостреною верхівкою, $2-3 \times 0,2-0,5$ мм, ззовні на поверхні з поодинокими залозистими волосками, по краях зі значною кількістю простих шилоподібних волосків (Рис. 1 А). Віночок білуватий або блідо-рожевий, дзвоникуватий за формою, звужений при основі та розширений на верхівці, з п'ятьма широкоовальними, тупуватими лопатями, які іноді мають чітку сітку рожевих або жовтих стрічок (так звані маркери нектару, як пристосування для залучення комах-запилувачів), трубка віночка $7-10 \times 5-7$ мм, його лопаті – $2-4 \times 2-3$ мм; ззовні віночок голий, всередині опушений простими стрічкоподібними волосками, 0,7–1,0 (2) мм завдовжки, лише на лопатях (як засіб пристосування квітки до певних комах-запилувачів) (Рис. 1 А, Б, В). Тичинок чотири, прикріплених при основі віночка, двосильні, тобто попарно розташовані проти латеральних та абаксіальних пелюсток, з них дві довші – 4–6 мм завдовжки, дві коротші – 2–5 мм завдовжки; тичинкові нитки ниткоподібні, пиляки – вузько-еліпсоїдальні, серпоподібно зігнуті, близько 0,8–1,0 мм завдовжки, прикріплені до нитки в середній частині, що забезпечує більшу рухливість пиляка і сприяє висипанню пилку (Рис. 1 Д). Нами відмічена особливість будови тичинок, яка полягає у тому, що в'язальця тичинок, які є продовженням тичинкової нитки і до яких прикріплюються пиляки, мають плаский яйцеподібний виріст на апікальній частині, що виступає над пиляками, добре помітний, 0,01–0,03 мм завдовжки (Рис. 1 Е). Зав'язь нижня, яйцеподібна або майже округла, $1,0-1,5 (2) \times 0,5-0,75 (1,0)$ мм, сидяча, на верхівці трохи звужена, з п'ятьма чашолистками, густо опушена залозистими та простими шилоподібними волосками; стовпчик маточки ниткоподібний, (6) 8–10 мм завдовжки, інколи виступає з трубки віночка, на верхівці з лійкоподібною приймочкою, 0,5–0,7 мм у діаметрі (Рис. 1 Г).

Пилкові зерна *Linnaea borealis* 3(4)-борозно-орові, еліпсоїдальні, сфероїдальні або сплющено-сфероїдальні за формою, в обрисі з екватора еліптичні, овальні або округлі (Рис. 2 А; Рис. 3 А, Б), з полюса слабо 3-лопатевої, округло-трикутні або округло-чотирикутні (Рис 2 Б; Рис. 3 В, Г), середніх та великих розмірів. Полярна вісь становить 38,6–67,8 мкм, екваторіальний діаметр – 42,6–70,5 мкм. Ширина мезокольпумів 29,3–59,8 мкм, діаметр апокольпумів 22,6–39,9 мкм. Борозни короткі, або середньої довжини, щілиновидні та закриті, або відкриті, овальні з загостреними кінцями, 1,9–4,0 мкм завширшки, 15,9–26,6 завдовжки, за довжиною дорівнюють або перевищують ори, борозні мембрани гладенькі. Ори з нечіткими або чіткими краями, інколи з потовщеними, 7,9–19,9 мкм завширшки, 13,3–26,6 мкм завдовжки. Екзина 2,4–5,3 мкм завтовшки.

Покрив тонкий, майже утричі тонший за стовпчиковий шар. Стовпчики переважно чіткі, тонкі, зрідка нечіткі. Ендекзина тонша за ектекзину, чітка, рівномірно потовщена. Скульптура екзини під світловим мікроскопом чітка, шипикувата, шипики з гострою верхівкою. Під сканувальним електронним мікроскопом деталізовано елементи скульптури екзини пилкових зерен (Рис. 2 В, Г).

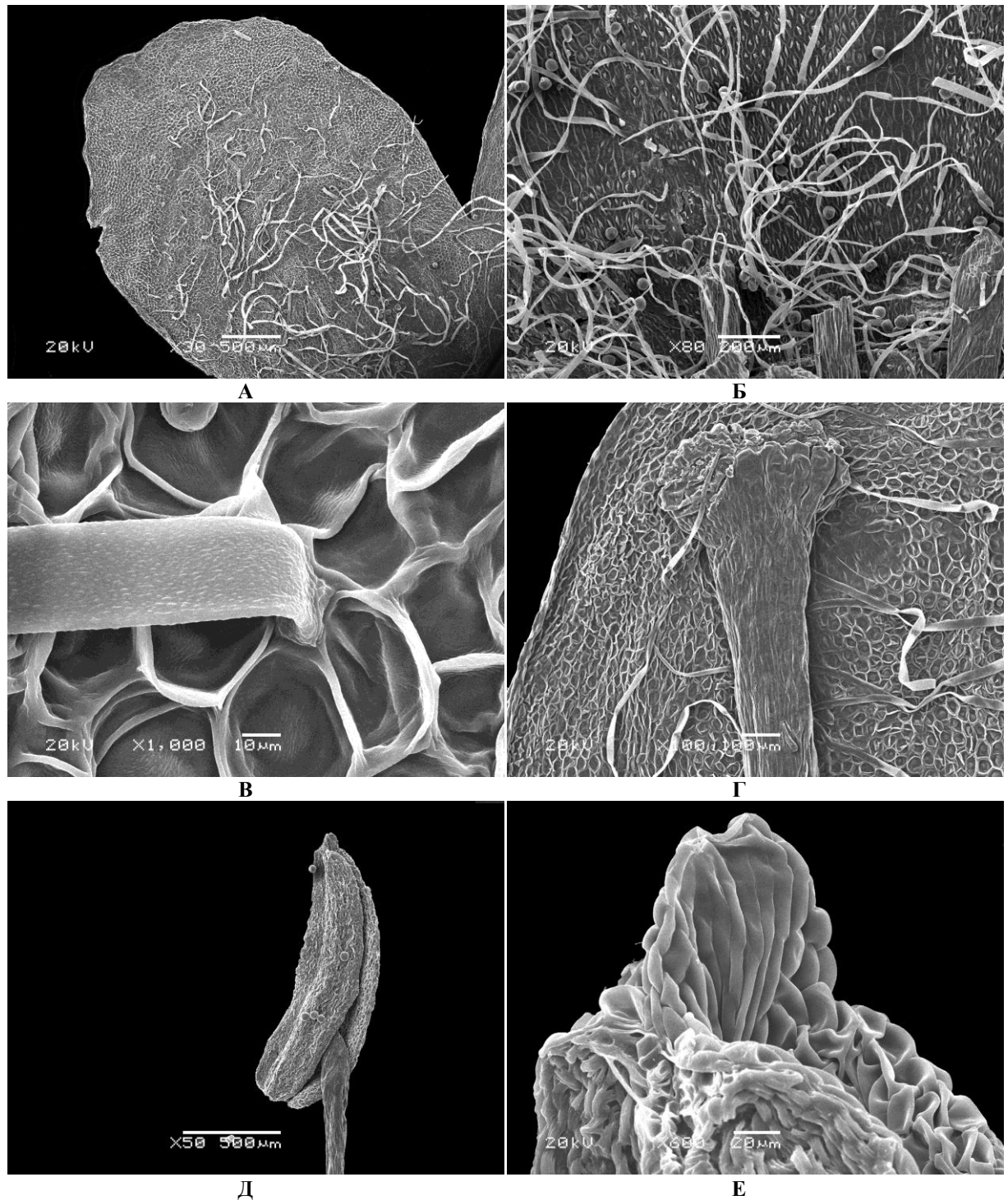


Рис. 1. Елементи квітки *Linnaea borealis* (сканувальний електронний мікроскоп): А – лопать віночка; Б – стрічкоподібні волоски на лопаті віночка; В – основа стрічкоподібного волоска на внутрішній поверхні віночка; Г – приймочка; Д – пиляк; Е – верхівка пиляка з в'язальцем.

Fig. 1. Flower parts of *Linnaea borealis* (scanning electron microscopy): А – lobe of corolla; Б – band-like hairs on corolla lobe; В – base of a band-like hair on the inner surface of corolla; Г – stigma; Д – anther; Е – top of anther connective.

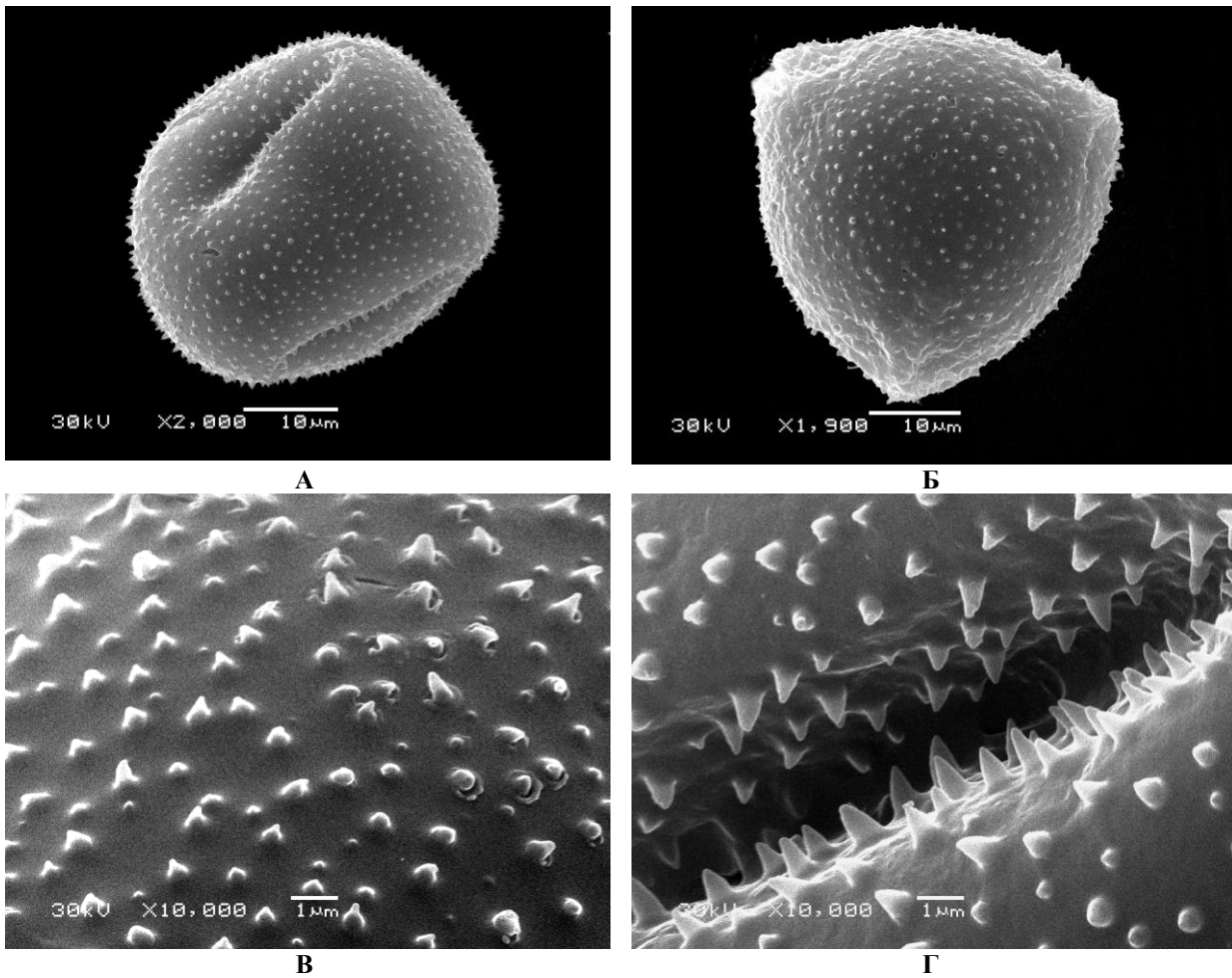


Рис. 2. Пилкові зерна *Linnaea borealis* (сканувальний електронний мікроскоп): А – вигляд з екватора; Б – вигляд з полюса; В, Г – шипикувата скульптура.

Fig. 2. Pollen grains of *Linnaea borealis* (scanning electron microscopy): А – equatorial view; Б – polar view; В, Г – spinulose sculpture.

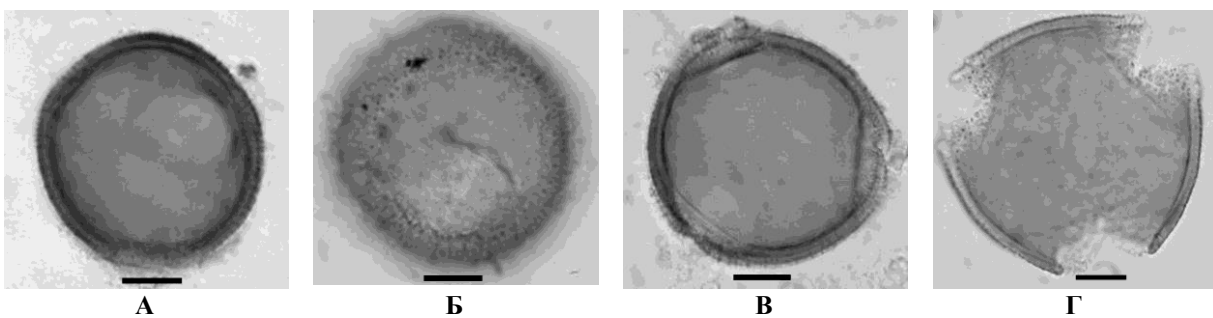


Рис. 3. Пилкові зерна *Linnaea borealis* (світловий мікроскоп): А, Б – вигляд з екватора; В, Г – вигляд з полюса. Масштабна лінійка: 10 мкм.

Fig. 3. Pollen grains of *Linnaea borealis* (light microscopy): А, Б – equatorial view; В, Г – polar view. Scale bars: 10 μm .

Шипики переважно дрібні, конусоподібні, з гострою верхівкою, інколи із загнутою; зрідка між дрібними шипиками розташовані ультрадрібні; інколи на поверхні виявлено поодинокі перфорації. Краї борозен шипикуваті (Рис. 2 Г), мембрани гладенькі [TSYMBALYUK, BEZUSKO, 2017].

За результатами карпологічного дослідження встановлено, що для даного виду властиві плоди – піренарії (ценокарпні сухі шкірясті кістянки), 2,8–3,0 мм завдовжки, 1,7–1,9 мм завширшки, еліптичної форми, з однією еліптичною жовтою кісточкою до 2 мм завдовжки та 1,2–1,3 мм завширшки. З плодом зростаються м'ясисті внутрішні приквітнички (майже до половини) та формують схожий на плюску утвір, клітини якого до дозрівання плодів стають частково здерев'янілими, тому, ймовірно, він виконує захисну функцію [GLADKOVA, 1981; PLYSKO, 2000].

Мікроструктура поверхні кістянки горбкувата, що обумовлено наявністю опуклості зовнішніх периклінальних стінок клітин екзокарпію. Ці клітини різні за формою та розмірами. Вони полігональні, в обрисі видовжено-округлі або видовжені, 23×15 мкм, 36×14 мкм. Антиклінальні стінки непотовщені, межі між клітинами чіткі. Поверхня екзокарпію має поодинокі продихи та щільне опушення. Трихомами вкрита не лише сама кістянка, а й плодоніжка та приквітнички, що зрослися з плодом.

Нами виявлено опушення волосками двох типів – криючими та залозистими (Рис. 4). Криючі волоски прості, шилоподібні, трубчасті, поступово звужені від розширеної округлої основи до тупої або трохи загостреної верхівки, часто сплюснуті. Ми об'єднали прості волоски у три групи за довжиною: довгі – 400–500 мкм, середні – 180–260 мкм та короткі – 50–90 мкм (порівняно з іншими їх набагато більше). Залозисті волоски досить клейкі, мають кулясті голівки; ми об'єднали їх у дві групи за довжиною: короткі (100–130 мкм завдовжки) з маленькими голівками (від 32–35 мкм) та довгі (180–220 мкм завдовжки) з великими голівками (60–75 мкм у діаметрі). Ніжки цих волосків зазвичай сплюснені та стрічкоподібні, часто у верхній частині гачкоподібно зігнуті, округлі при основі й поступово звужені до голівки, що надає їм форму видовженого трикутника. При дослідженні плодів нами виявлено, що довгі залозисті волоски з великими голівками щільно вкривають переважно поверхню приквітничків, по краю яких розміщені довгі прості волоски. На поверхні кістянок за межами прирослих приквітничків переважають прості короткі та середні за довжиною волоски і зрідка трапляються короткі залозисті. На плодоніжках – лише короткі залозисті (досить щільно) та короткі прості. Крім того, на всій поверхні плодів наявні поодинокі довгі прості волоски (Рис. 4).

Важливим для розуміння можливих шляхів поширення рослин цього реліктового виду є відзначена нами особливість трихом – гачкоподібно зігнуті ніжки у більшості залозистих волосків та клейкі голівки, що може сприяти кращому розповсюдженню плодів шляхом епізоохорії.

Висновки

За результатами критичного опрацювання літературних джерел та аналізу власних даних порівняльно-морфологічних досліджень генеративних органів *L. borealis* складені детальні характеристики квіток, пилкових зерен і плодів та виявлені їхні морфологічні особливості. Нами відзначено таку особливість квітки, як добре помітний плаский яйцеподібний виріст на апікальній частині в'язальця тичинок. Уточнено паліноморфологічні особливості *L. borealis*. У результаті карпологічного дослідження плодів виявлено мікоморфологічні особливості поверхні – горбкувата структура та наявність опушення, представленого криючими простими та залозистими трихомами. Виділено три групи простих волосків (довгі, середні та короткі) та дві групи залозистих волосків (короткі з маленькими та довгі з великими голівками). Відзначена чітка локалізація волосків вказаних груп на певних ділянках поверхні плоду та плодоніжки. Отримані результати комплексного морфологічного дослідження *L. borealis* будуть використані для подальшого їхнього порівняння з такими представниками близькоспоріднених родів родини *Caprifoliaceae*.

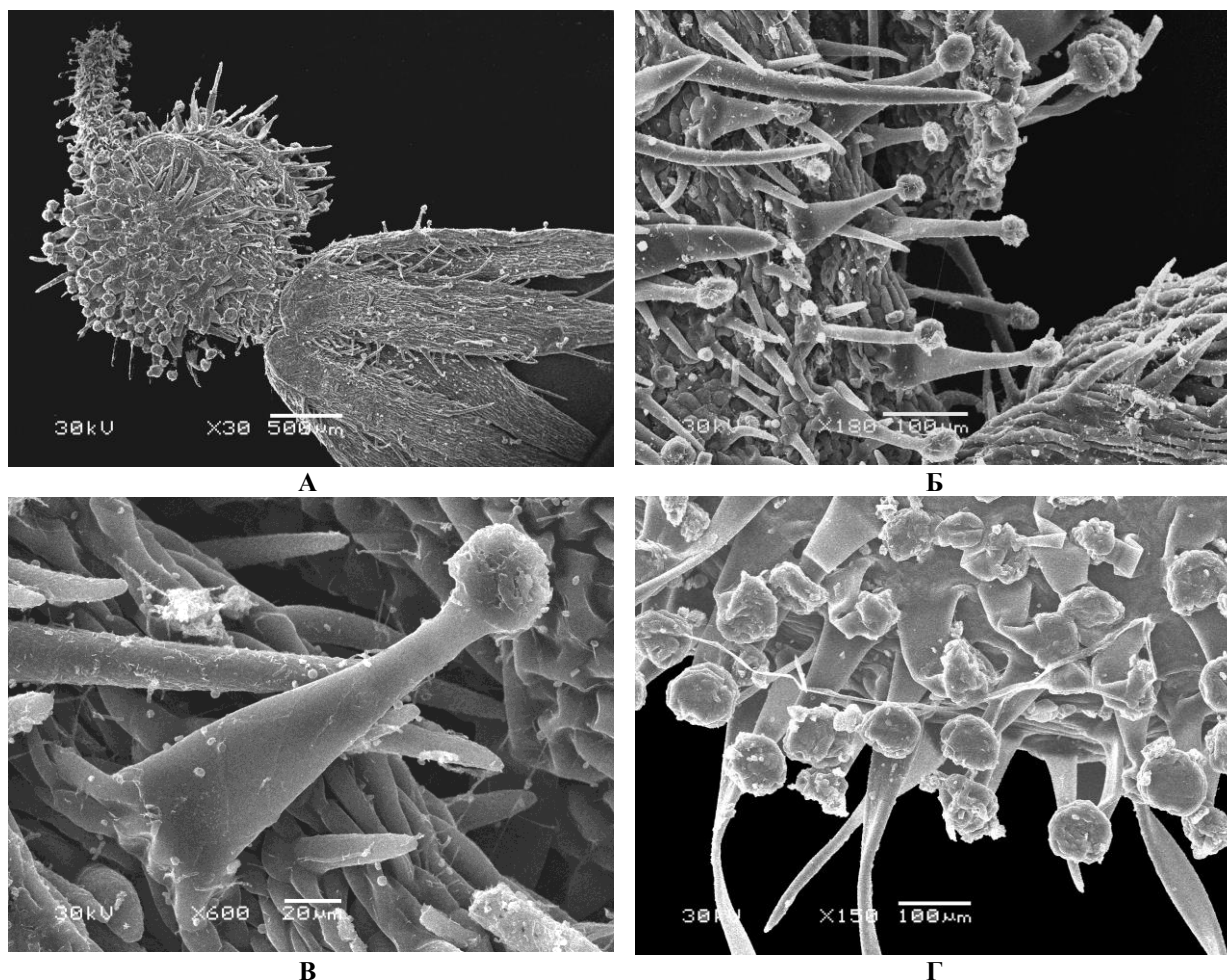


Рис. 4. Плід *Linnaea borealis* (сканувальний електронний мікроскоп): А – загальний вигляд плоду з прирослими приквітничками та залишками чашолистків; Б – Г – прості та залозисті волоски на поверхні плоду.

Fig. 4. Fruit of *Linnaea borealis* (scanning electron microscopy): А – general view of fruit with adnate bracts and remnants of sepals; Б – Г – simple and glandular hairs on the fruit surface.

References

- ANDRIIENKO T.L. (1980). *Linneia pivnichna (Linnaea borealis L.)*. In: Red Data Book of Ukrainian SSR. Vegetable Kingdom: 346–347. Kyiv: Nauk. dumka. (in Ukrainian)
- ANDRIIENKO T.L. (1996). *Linneia pivnichna (Linnaea borealis L.)*. In: Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom: 195. Kyiv: Ukrainska entsyklopediia im. M.P. Bazhana. (in Ukrainian)
- ANGIOSPERM Phylogeny Group II (APG II). (2003). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* **141**: 399–436.
- ANGIOSPERM Phylogeny Group III (APG III). (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* **161**: 105–121.
- ARTIUSHENKO Z.T. (1951). Razvitie tsvetka i ploda zhimolostnykh. *Trudy Bot. un-ta AN SSSR*, **7** (2): 131–169. (in Russian)
- ARTIUSHENKO Z.T. (1990). *Atlas po opisatelnoi morfologii vysshykh rastenyi. Semia*. Leningrad: Nauka. 205 p. (in Russian)
- ARTIUSHENKO A.T., ROMANOVA L.S. (1984). *Morfologiya pyltsy reliktovykh, endemichnykh i redkikh vidov flory Ukrainy*. Kiev: Naukova Dumka. 48 p. (in Russian)
- ARTIUSHENKO Z.T., FEDOROV AL.A. (1986). *Atlas po opisatelnoi morfologii vysshykh rastenyi. Plod*. Leningrad: Nauka. 393 p. (in Russian)
- BACKLUND A., BREMER K. (1997). Phylogeny of the *Asteridae* s. str. based on *rbcL* sequences, with particular reference to the *Dipsacales*. *Plant Syst. Evol.*, **207**: 225–254.

- BACKLUND A., DONOGHUE M. (1996). Morphology and phylogeny of the order *Dipsacales*. In: Backlund A. (ed.). *Phylogeny of the Dipsacales*: 1–55. Uppsala (Sweden): Department of Systematic Botany, Uppsala University.
- BACKLUND A., PYCK N. (1998). *Diervillaceae* and *Linnaeaceae*, two new families of Caprifolioids. *Taxon*, **47**: 657–661.
- BARBARYCH A.I. (1961). *Linnaea Gronov.* In: Flora URSS, 10: 270–272. Kotov M.I. (ed.). Kyiv: Vyd-vo Akademiyi Nauk USSR. (in Ukrainian)
- BELL C.D., EDWARDS E.J., KIM S.-T., DONOGHUE M.J. (2001). *Dipsacales* phylogeny based on chloroplast DNA sequences. *Harvard Papers Bot.*, **6** (2): 481–499.
- BEZUSKO L., TSYMBALYUK Z. (2011). *Palinoteka of the M.H. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine*. In: Herbaria of Ukraine. Index Herbariorum Ucrainicum: 138–141. Shiyani N.M. (ed.). Kyiv: Alterpress (in Ukrainian)
- CHRISENHUSZ M.J.M. (2013). Twins are not alone: a recircumscription of *Linnaea* (*Caprifoliaceae*). *Phytotaxa*, **125** (1): 25–32.
- DONOGHUE M.J. (1985). Pollen diversity and exine evolution in *Viburnum* and the *Caprifoliaceae* sensu lato. *Jour. Arnold Arb.*, **66**: 421–469.
- DONOGHUE M.J., BELL C.D., WINKWORTH R.C. (2003). The evolution of reproductive characters in *Dipsacales*. *Int. J. Pl. Sci.*, **164** (5): 453–464.
- DONOGHUE M.J., ERIKSSON T., REEVES P.A., OLMSTEAD R.G. (2001). Phylogeny and phylogenetic taxonomy of *Dipsacales*, with special reference to *Sinadoxa* and *Tetradoxa* (*Adoxaceae*). *Harvard Papers Bot.*, **6**: 459–479.
- DONOGHUE M.J., OLMSTEAD R.G., SMITH J.F., PALMER J.D. (1992). Phylogenetic relationships of *Dipsacales* based on *rbcL* sequences. *Ann. Miss. Bot. Gard.* **79**: 333–345.
- ERDTMAN G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy*. Angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksell. 539 p.
- FEDOROV AL.A., ARTIUSHENKO Z.T. (1975). *Atlas po opisatelnoi morfologii vysshikh rastenyi. Tsvetok*. Leningrad: Nauka. 350 p. (in Russian)
- FUKUOKA N. (1968). Phylogeny of the tribe *Linnaeae*. *Acta Phytotax. Geobot.*, **23**: 82–94.
- GIGER E. (1913). *Linnaea borealis* L., eine monographische Studie. *Beih. Bot. Centralbl.* **30** (2): 1–78.
- GLADKOVA V.N. (1981). Semeistvo zhymolostnye (*Caprifoliaceae*). *Zhizn rastenyi*, **5** (2): 375–378. (in Russian).
- GRAEBNER P. (1901). Die Gattung *Linnaea* (einschließlich *Abelia*). *Bot. Jb.*, **29**: 120–145.
- JACOBS B., PYCK N., SMETS E. (2010). Phylogeny of the *Linnaea* clade: are *Abelia* and *Zabelia* closely related? *Mol. Phylog. Evol.*, **57**: 741–752.
- KHOKHRIAKOV A.P., MAZURENKO M.T. (1968). Evolyutsyya tipov pobehov u zhymolostnykh. *Byull. GBS*, **70**: 64–69. (in Russian)
- KUPRIYANOVA L.A., ALESHINA L.A. (1972). *Pyltsa i spory rastenyi flory evropeyskoy chasti SSSR*, Vol. 1. Leningrad: Nauka. 170 p. (in Russian)
- KUZNETSOVA T.V., PRIAKHYNA N.Y., YAKOVLEV H.P. (1992). *Sotsvetia: morfologicheskaya klassifikatsiya*. S.-Peterburg. 128 p. (in Russian)
- LANDREIN S., PRENNER G. (2013). Unequal twins? Inflorescence evolution in the twinflower tribe *Linnaeae* (*Caprifoliaceae* s. l.). *In. J. Pl. Sci.*, **174**: 200–233.
- LANDREIN S., PRENNER G. (2016). Structure, ultrastructure and evolution of floral nectaries in the twinflower tribe *Linnaeae* and related taxa (*Caprifoliaceae*). *Bot. J. Lin. Soc.*, **181**: 37–69.
- MACIEJEWSKA I. (1997). Pollen morphology of the polish species of the family *Caprifoliaceae*. Pt 2. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, **66** (2): 143–151.
- MORRE D.M. (1976). *Linnaea* L. In: Tutin T.G., Heywood V.H et al. (eds). *Flora Europae*: 45. Cambridge: Cambridge University Press.
- PLYSKO M.A. (2000). *Semeistvo Caprifoliaceae*. In: Sravnitel'naya anatomia semian. Dvudolnye. *Rosidae* II, 6: 367–383. S.-Peterburg: Nauka. (in Russian)
- POIARKOVA A.Y. (1978). *Linnaea Gronov. ex L.* In: Flora Evropeiskoi chasti SSSR, 3: 15. Leningrad: Nauka. (in Russian)
- PRIADKO O.I. (2011). *Linnaea borealis* L. in Ukraine. *Ukr. Bot. J.*, **68** (5): 733–738. (in Ukrainian)
- PUNT W., BLACKMORE S., NILSSON S., THOMAS A.L. (1994). *Glossary of pollen and spore terminology*. Utrecht: LPP Foundation. 71 p.
- SMITH S.A., DONOGHUE M.J. (2008). Rates of molecular evolution are linked to life history in flowering plants. *Science*, **322**: 86–89.
- TAKHTAJAN A.L. (1987). *Sistema magnoliifitov*. Leningrad: Nauka. 439 p. (in Russian)
- TAKHTAJAN A. (1997). *Diversity and classification of flowering plants*. New York: Colum. Univ. Press. 643 p.
- TAKHTAJAN A. (2009). *Flowering Plants*. Ed. 2. New York: Springer-Verlag. 871 p.
- TOKAREV P.I. (2002). *Morfologiya i ultrastruktura pyltsevykh zeren*. Moscow: T-vo nauchn. izd. KMK. 51 p. (in Russian).

- TSARYK I.V., ANDRIENKO T.L. (2009). *Linnaea pivnichna (Linnaea borealis L.)*. In: Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom: 384. Didukh Ia.P. (ed.). Kyiv: Globalconsulting. (in Ukrainian)
- TSYMBALYUK Z.M., BEZUSKO L.G. (2017). *Linnaea borealis (Caprifoliaceae) in Ukraine: palynomorphological and paleofloristic aspects*. *Ukr. Bot. J.*, **74** (6): 539–547. (in Ukrainian)
- TSYMBALYUK Z.M., MOSYAKIN S.L. (2013). *Atlas pylkovykh zeren predstavnykiv rodyn Plantaginaceae ta Scrophulariaceae*. Kyiv: Nash format, 276 p. (in Ukrainian)
- WITTRICK V.B. (1907). *Linnaea borealis L. species polymorpha et polychroma. Linnaea borealis L. en mangformig art*. *Acta Horti Bergiani*, **4** (7): 5–178.
- YANG Q., LANDREIN S. (2011). *Linnaeaceae* Backlund. In: Wu Z.Y., Raven P.H., Hong D.Y. (eds). *Flora of China*. Vol. **19**: 642–648.
- ZAITSEVA E.S. (2006). *Sravnitelnaia karpolohyia poriadka Dipsacales v sviazy s voprosami ego systematyki*: PhD thesis. Moscow. (in Russian)
- ZHANG W.-H., CHEN Z.-D., LI J., CHEN H.-B., TANG Y.-C. (2003). Phylogeny of the *Dipsacales* s. l. based on chloroplast *trnL-F* and *ndhF* sequences. *Mol. Phylog. Evol.* **26**: 176–189.
- ZYMAN S.M., HRODZYNSKYI D.M., BULAKH O.V. (2011). *Latynsko-anhlo-rosiisko-ukrainskyi slovnyk terminiv z morfolohii ta systematyky sudynnykh roslyn*. Kyiv: Nauk. Dumka. 284 p. (in Ukrainian)
- ZYMAN S.M., MOSYAKIN S.L., BULAKH O.V., TSARENKO O.M. (2004). *Iliustrovanyi dovidnyk z morfolohii kvitkovykh roslyn*. Uzhhorod: Medium. 156 p. (in Ukrainian)

Рекомендує до друку
Шаповал В.В.

Отримано 14.02.2018

Адреси авторів:

З.М. Цимбалюк, О.М. Царенко, Н.Г. Дремлюга,
О.В. Булах, Л.М. Ниценко
Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН
України
вул. Терещенківська, 2
Київ, 01601
Україна
e-mail: polynology@ukr.net

Authors addres:

Z.M. Tsybalyuk, O.M. Tsarenko, N.G. Dremluga,
O.V. Bulakh, L.M. Nitsenko
M.G. Kholodny Institute of Botany
National Academy of Sciences of Ukraine
Tereschenkivska str., 2
Kyiv, 01601
Ukraine
e-mail: polynology@ukr.net

Evaluation of contribution of salinity, irradiance, and nutrient deficiency into the yield of cells and β -carotene accumulation in the culture of *Dunaliella salina* (Chlorophyta)

VICTORIA PAVLIVNA KOMARISTAYA
KATERYNA MYKOLAIVNA BILOUSOVA
OLEKSANDR MYKOLAIOVYCH RUDAS

KOMARISTAYA V.P., BILOUSOVA K.M., RUDAS O.M. (2018). **Evaluation of contribution of salinity, irradiance, and nutrient deficiency into the yield of cells and β -carotene accumulation in the culture of *Dunaliella salina* (Chlorophyta).** *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 43–55. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/4

The purpose of the study was to evaluate the contribution of salinity, irradiance, nitrate and phosphate, and their interactions into the yield of cell number and β -carotene accumulation in *Dunaliella salina*. To avoid confounding of the effects of factors-conditions by the depletion of factors-resources, the alga was grown in fed-batch culture. In the level ranges of the experimental factors (irradiance 2–8 klx, salinity 1–4 M NaCl, KNO₃ 0–80 mg L⁻¹, K₂HPO₄ 0–10 mg L⁻¹), nitrate and phosphate influenced the productivity of culture by cell number and β -carotene accumulation more strongly than salinity and irradiance. Effects of salinity and irradiance depended on nutrients and their pre-supply to the inoculum. Total effect size η^2 of nutrients on cell yield comprised 0,59 for non-starved and 0,43 for starved inoculum, whereas total effect size of factors-conditions – 0,10 and 0,12 correspondingly. As to cellular β -carotene content, total effect size of nutrients on the cells grown from non-starved and starved inoculum was 0,71 and 0,58, and of factors conditions – 0,8 and 0,5 correspondingly. Remained variances of cell yield and β -carotene content were attributed to the interactions of salinity and irradiance with the nutrients. The combination of high values of salinity and irradiance exerted its own, unconfounded by depletion of nutrients, but lower influence on β -carotene accumulation. The highest β -carotene content of 53 pg per cell was observed in the culture grown from the starved inoculum at the deficiency of phosphorus. Combination of high salinity and irradiance values yielded 17 pg of β -carotene per cell compared to about 5 pg under the optimal culture conditions. Controll nutrient supply would be the most powerful tool for biosynthesis control in *D. salina* culture.

Key words: nitrate, phosphate, microalga, cultivation methodology

КОМАРИСТА В.П., БІЛУСОВА К.М., РУДАСЬ О.М. (2018). **Кількісне визначення внеску солоності, освітленості та дефіциту біогенів у вихід клітин і накопичення β -каротину в культурі *Dunaliella salina* (Chlorophyta).** *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 43–55. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/4

Метою дослідження було кількісне визначення внеску солоності, освітленості, нітрату, фосфату та їхньої взаємодії до врожаю *Dunaliella salina* за кількістю клітин та накопиченням β -каротину. Щоб запобігти змішенню ефектів факторів-умов з вичерпанням факторів-ресурсів, водорість вирощували в періодичній культурі з підживленням. В дослідженому діапазоні факторів (освітленість 2–8 клк, солоність 1–4 М NaCl, KNO₃ 0–80 мг/л, K₂HPO₄ 0–10 мг/л), нітрат і фосфат сильніше впливали на продуктивність культури за кількістю клітин та накопиченням β -каротину, ніж солоність та освітленість. Вплив солоності та освітленості залежав від біогенів та

попередньої забезпеченості інокуляту ними. Загальна сила впливу η^2 біогенів на врожай клітин складала 0,59 для неголодуючого за біогенами інокуляту та 0,43 для голодуючого інокуляту, тоді як загальна сила впливу факторів-умов – 0,10 та 0,12 відповідно. Щодо вмісту β -каротину в клітинах, загальна сила впливу біогенів на клітини, вирощені з неголодуючого та голодуючого інокулятів дорівнювали 0,71 та 0,58, і факторів умов – 0,8 та 0,5 відповідно. Залишкова дисперсія врожаю клітин і вмісту β -каротину в клітинах була віднесена до взаємодії солоності та освітленості з біогенами. Поєднання високих значень солоності та освітленості мало свій власний, не змішаний з вичерпанням поживних елементів, але менший індукуючий вплив на накопичення β -каротину. Найбільший вміст β -каротину 53 пг на клітину спостерігався в культурі, вирощеній з голодуючого інокуляту за дефіциту фосфору. Поєднання високих значень солоності та освітленості давало 17 пг β -каротину на клітину порівняно з близько 5 пг за оптимальних умов культивування. Дозування біогенів має бути найпотужнішим інструментом управління біосинтезом в культурі *D. salina*.

Ключові слова: нітрат, фосфат, мікродосрості, методологія культивування

КОМАРИСТАЯ В.П., БЕЛОУСОВА Е.Н., РУДАСЬ А.Н. (2018). **Количественное определение вклада солёности, освещённости и дефицита биогенов в выход клеток и накопление β -каротина в культуре *Dunaliella salina* Teodor. (Chlorophyta).** *Черноморск. бот. ж.*, **14** (1): 43–55. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/4

Целью исследования было количественное определение вклада солёности, освещённости, нитрата, фосфата и их взаимодействия в урожай *Dunaliella salina* по количеству клеток и накоплению β -каротина. Чтобы предотвратить смешение эффектов факторов-условий с исчерпанием факторов-ресурсов, водоросль выращивали в периодической культуре с подпиткой. В исследованном диапазоне факторов (освещённость 2–8 клк, солёность 1–4 М NaCl, KNO₃ 0–80 мг/л, K₂HPO₄ 0–10 мг/л), нитрат и фосфат сильнее влияли на продуктивность культуры по количеству клеток и накоплению β -каротина, чем солёность и освещённость. Влияние солёности о освещённости зависело от биогенов и предшествовавшей обеспеченности инокулята ними. Суммарная сила действия η^2 биогенов на урожай клеток составляла 0,59 для неголодающего по биогенам инокулята и 0,43 для голодающего инокулята, тогда как суммарная сила действия факторов-условий – 0,10 и 0,12 соответственно. По содержанию β -каротина в клетках, суммарная сила действия биогенов на клетки, выращенные из неголодающего и голодающего инокулятов составила 0,71 и 0,58, а факторов условий – 0,8 и 0,5 соответственно. Остаточная дисперсия урожая клеток и содержания β -каротина в клетках была отнесена к взаимодействию солёности и освещённости с биогенами. Сочетание высоких значений солёности и освещённости имело свое собственное, не смешанное с исчерпанием питательных элементов, но меньшее индуцирующее влияние на накопление β -каротина. Наибольшее содержание β -каротина 53 пг на клетку наблюдалось в культуре, выращенной из голодающего инокулята при дефиците фосфора. Сочетание высоких значений солёности и освещённости давало 17 пг β -каротина на клетку по сравнению с около 5 пг при оптимальных условиях культивирования. Дозирование биогенов должно быть самым мощным инструментом управления биосинтезом в культуре *D. salina*.

Ключевые слова: нитрат, фосфат, микроводоросли, методология культивирования

Microalga *Dunaliella salina* Teodor. lives in hyperhaline waters (continental salt lakes, coastal lagoons, solar saltern ponds). Its massive development and intracellular β -carotene accumulation often causes red “bloom” of these habitats [OREN, 2014].

The microalga is of great practical importance as a source of β -carotene. Food industry uses the biomass as a functional ingredient (provitamin A, antioxidant), and extracted mixed carotenoids (mainly β -carotene) – as the food colorant E 160 a (i) [EFSA..., 2012]. World market demand for these products is steadily growing [MÄRZ, 2008].

Open pond culture remains the only cost-effective way to manufacture algal biomass [BEN-AMOTZ, 2009]. Currently *D. salina* is manufactured mostly in Australia – extensively, in

natural lagoons separated into large ponds (100–250 ha), under wind mixing [SCHLIPALIUS, 1991; CURTAIN, 2000], and in Israel – intensively, in open artificial raceways (up to 3000 m²), under forced mixing and CO₂ supply in relatively controlled environment [BEN-AMOTZ, 2004; DEL CAMPO et al., 2007]. The larger the pond area, the lower the control [BEN-AMOTZ, AVRON, 1990; DEL CAMPO et al., 2007].

In Mediterranean and Black Sea basins many solar salterns have persisted, partially or fully abandoned, that could be restored for cultivating *D. salina* [LÓPEZ et al., 2010; RODRIGUES et al., 2011; KOMARISTAYA et al., 2014]. The further to the North and the shorter warm and sunny season, the more culture feasibility dependent on optimization and control of culture conditions [BOROWITZKA, 1999].

Theory and practice proved the two step technology of *D. salina* cultivation, because of mismatch between the optima for biomass growth and β -carotene accumulation. At the first step the biomass is grown, and at the second step β -carotene accumulation is induced by elevated salinity, high irradiance and nutrient depletion [MASSJUK, 1973; BEN-AMOTZ, 1995].

Concentration of nutrients in natural brines is very low [OREN, 2009]. In the open pond culture one could easier control nutrient supply than salinity and irradiance. Brine evaporation rate and light intensity depend on climate, and are subject to seasonal and diurnal variations and weather fluctuations. To some extent, irradiance could be adjusted by changing pond depth [BHUMIBHAMON et al., 2003], and salinity – by pumping in fresh water [KOMARISTAYA et al., 2014] or bittern; but large pond area makes this technically difficult.

Salinity, irradiance, nitrate and phosphate supply might contribute unequally to biomass growth at the first step of cultivation, and to β -carotene accumulation at the second one. Coming from a fundamental principle of living systems organization as the scale-free networks [WOLF et al., 2002], *D. salina* cells must react significantly to some small number of environmental factors, moderately – to some intermediate number of them, and minimally – to many the other that could be considered as noise. In biological systems factor effects very often interact, i.e. the response to one factor depends on the levels of the other factors [JONGMAN et al., 1995]. For economically feasible biosynthesis control in the open pond culture of *D. salina*, factors and their combinations must be chosen that are the most powerful and easily adjustable.

The literature disagrees on contribution of different factors into β -carotene biosynthesis in *D. salina*. Some researchers attach much importance to the impact of salinity and irradiance [LOEBLICH, 1982; BOROWITZKA, 2013], some other – to nutrient depletion [LERCHE, 1936/1937; COESEL et al., 2008]. Not all experiments confirm the effect of phosphorus deficiency [BEN-AMOTZ et al., 1982]. The literature data are fragmentary: some different combinations of some different factor level ranges were explored, sometimes on the natural, sometimes on the cultural material. As a rule, the alga was grown in the batch culture, that inevitably led to the confounding of the effects of factors-conditions (salinity and irradiance) with the effects of depleting factors-resources (nitrate and phosphate).

The purpose of this study was to quantify the contribution of salinity, irradiance, nitrate and phosphate and these factors interactions into the yield of cell number and β -carotene accumulation in *D. salina* culture.

Effect size η^2 – factor contribution into overall variance of a variable – was proposed as a statistical index [COHEN, 1973]. To investigate all possible combinations of factors and evaluate their main effects and interactions, the full factorial experimental design was used. To cover maximal factor level ranges, the two contrast levels of each factor were chosen: favorable for culture growth and for β -carotene accumulation. To avoid confounding of the effects of factors-conditions with the depletion of factors-resources, the alga was grown in fed-batch culture; nitrate and phosphate periodically supplied according to the known dynamics of their absorption [KOMARISTAYA et al., 2010]. To account for potential influence of inoculum nutrient status, the experiments were carried out in the two variants: on non-

starved inoculum, pre-grown in standard nutrient supplied laboratory medium, and on starved inoculum, supported in nutrient deficient medium close to natural brine in composition.

Materials and methods

Dunaliella salina, strain IBSS1 received from the collection of Institute of Biology of Southern Seas (Sevastopol, Ukraine) in 2005 and cultured in our laboratory, was the object of study. Non-starved inoculum was grown in Artari medium in the modification of N.P. Massjuk [1973] containing 116 g L⁻¹ NaCl, 50 g L⁻¹ MgSO₄·7H₂O, 2,5 g L⁻¹ KNO₃, 0,2 g L⁻¹ K₂HPO₄. Starved inoculum was grown in the solution of natural sea salt with the density 1,15 g cm⁻³. The inocula were cultivated under 5 klx irradiance, photoperiod of 16 hours, and the temperature 27 °C.

The culture media for the experiments were prepared using NaCl and MgSO₄·7H₂O. Nitrogen and phosphorus were supplied as KNO₃ and K₂HPO₄, respectively.

When inoculating, trace elements were added to the following final concentrations: 3,1 mg L⁻¹ H₃BO₄, 1,94 mg L⁻¹ MnSO₄·5H₂O, 0,287 mg L⁻¹ ZnSO₄·7H₂O, 0,088 mg L⁻¹ (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O, 0,146 mg L⁻¹ Co(NO₃)₂·4H₂O, 0,119 mg L⁻¹ KBr, 0,083 mg L⁻¹ KI, 0,048 mg L⁻¹ NiSO₄·7H₂O, 0,08 mg L⁻¹ CuSO₄·5H₂O.

The experiments were carried out according to the full factorial experimental design, 16 variants total. The design envisaged all possible combinations of 4 factors taken at 2 levels each: K₂HPO₄ - not added (0 mg L⁻¹) and 10 mg L⁻¹; KNO₃ - not added (0 mg L⁻¹) and 80 mg L⁻¹; salinity - 1 M NaCl (0.1 M MgSO₄·7H₂O correspondingly) and 4 M NaCl (0,4 M MgSO₄·7H₂O correspondingly); irradiance - 2 klx and 8 klx. Experimental design is shown in the legend to Fig. 1-4.

The cultures were periodically (every 3 days) fed by half initial doses of the nutrients according to previously studied dynamics of their absorption [KOMARISTAYA et al., 2010].

The light sources were "Maxus" lamps with the color temperature 2700 K: two 32 W lamps for 2 klx and four 50 W lamps for 8 klx.

The cultures were inoculated to the initial cell count of about 25 thousand per 1 mL and cultivated in 25 mL Erlenmeyer flasks, 15 mL of culture in each, at 16 hours photoperiod and the temperature 27 °C.

Cell yields were registered on the 42nd day of cultivation by counting the cells in Goryaev hemocytometer. Cell concentrations were calculated using the formula for the hemocytometer and expressed in millions per 1 mL.

The rapid method of total carotenoids quantification was used, because it is fast, low-cost and can be easily applied in the field and at outdoor cultivation. The results obtained were interpreted as β-carotene content, because *D. salina* is known to accumulate mainly β-carotene [JIMENEZ, PICK, 1994]. Extraction was performed on the 42nd day of cultivation by vigorous shaking culture aliquot (1 mL) with 2 mL of ethyl acetate. β-carotene content was quantified by absorbance of the extracts at 440 nm, calculated using the reference extinction value E_{1cm}^{1%} = 2500 [IARC, 1998] and expressed in pg per cell.

The experiments were carried out in triplicate. According to Shapiro-Wilk test the distribution of data differs insignificantly from the normal. The parametric statistic tests were used: multivariate analysis of variance and F value - to assess the significance of the effects of individual factors and their interactions, effect sizes η² (rounded to 2 decimals) - to assess their input into overall variance of the variables. The plots show mean values and Fisher's least significance differences (LSD), which were used to compare means. Discussed differences are significant at 95% level.

Results

Dunaliella salina cells survived and remained in the vegetative phase during 42 days in all the experimental variants, including even starved inoculum in the nutrient deficient media. Starved and non-starved inocula had similarities and differences in the patterns of effect sizes of the factors and their interactions (tabl. 1).

Table 1
Effect sizes η^2 of KNO_3 , K_2HPO_4 , salinity, irradiance and their interactions onto concentration of cells and cellular β -carotene content in 42-day *D. salina* culture inoculated by non-starved and starved inocula

Variable Factor	Concentration of cells				Cellular β -carotene content			
	Non-starved inoculum		Starved inoculum		Non-starved inoculum		Starved inoculum	
	η^2	F	η^2	F	η^2	F	η^2	F
1	2	3	4	5	6	7	8	9
KNO_3	0,19*	422,48	0,18*	23,59	0,07*	24,80	0,01	3,53
K_2HPO_4	0,23*	512,66	0,13*	16,36	0,56*	187,63	0,36*	98,67
KNO_3 and K_2HPO_4	0,17*	379,86	0,12*	14,91	0,08*	26,51	0,21*	58,80
Salinity	0,05*	120,85	0,09*	12,14	0,01	3,19	0,05*	13,59
Salinity and KNO_3	0,07*	150,39	0,07*	9,58	0,00	0,11	0,13*	35,49
Salinity and K_2HPO_4	0,10*	226,63	0,05*	5,88	0,10*	33,35	0,01*	3,71
Salinity, KNO_3 and K_2HPO_4	0,08*	175,68	0,04*	5,40	0,01	2,59	0,00	0,00
Irradiance	0,03*	66,83	0,00	0,26	0,08*	28,16	0,00	1,30
Irradiance and KNO_3	0,01*	14,08	0,00	0,35	0,00	0,18	0,03*	8,48
Irradiance and K_2HPO_4	0,02*	37,95	0,00	0,00	0,02*	7,82	0,05*	13,73
Irradiance, KNO_3 and K_2HPO_4	0,01*	17,99	0,00	0,01	0,00	1,03	0,02*	4,17
Salinity and irradiance	0,02*	54,80	0,03	3,88	0,01	2,23	0,00	0,62
Salinity, irradiance, KNO_3	0,01*	19,90	0,02	3,10	0,00	0,20	0,00	0,02
Salinity, irradiance, K_2HPO_4	0,02*	34,06	0,00	0,42	0,00	0,35	0,01	1,60
Salinity, irradiance, KNO_3 and K_2HPO_4	0,01*	16,96	0,00	0,62	0,00	0,04	0,00	0,09

Note: * - $F \geq F_{\text{tabl.}}$ ($p \leq 0,05$, $df_1 = 1$, $df_2 = 32$, $F_{\text{tabl.}} = 4,15$)

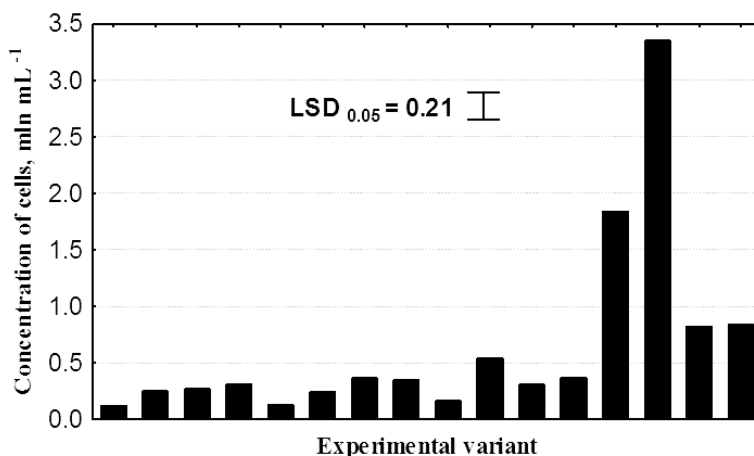
In the culture grown from non-starved inoculum, all the factors and interactions influenced cell yield, though their majority contributed into the total variance no more than 3% (tabl. 1). Nitrate, phosphate and their combination influenced cell yield most strongly (tabl. 1).

In the culture grown from starved inoculum, the nutrients led by their effect sizes on cell yield too. The contribution of salinity increased; the effects of nitrate and its interaction with salinity maintained the same level (tabl. 1). All the effects related to phosphate decreased compared with non-starved inoculum (tabl. 1). The main effects and interactions related to irradiance dropped out from the statistically significant (tabl. 1).

The data on cell yields confirmed and detailed the effect size pattern.

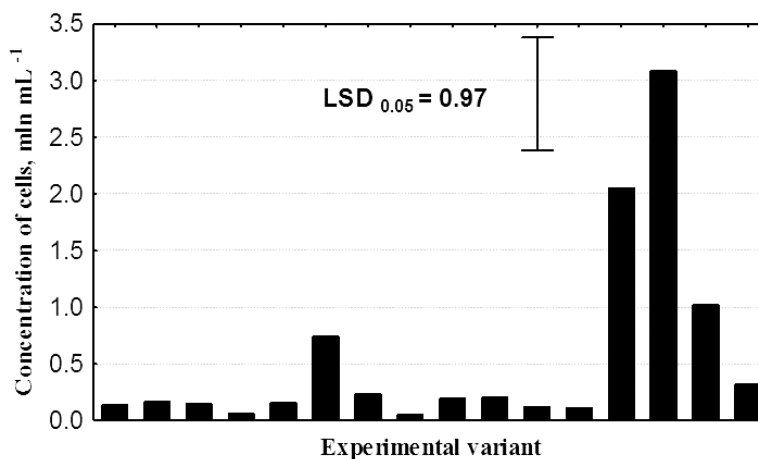
For the both inocula one or two nutrients deficiency significantly decreased cell yield (Fig. 1, 2). In the variants supplied with the both nutrients, high salinity inhibited culture density increase but less than nutrient deficiency (Fig. 1, 2). High irradiance increased cell concentration at low salinity and the both nutrients supply, but this effect appeared statistically significant for non-starved inoculum only (Fig. 1).

As to β -carotene accumulation, in the culture grown from non-starved inoculum, the number of significant main effects and interactions decreased compared with the cell yields. The nutrients kept the lead, especially phosphate, which contributed 56% into the variance of that variable (tabl. 1). Salinity influenced β -carotene accumulation only combined with phosphate (tabl. 1).



K ₂ HPO ₄ , mg L ⁻¹	0				10			
KNO ₃ , mg L ⁻¹	0		80		0		80	
NaCl, M	1	4	1	4	1	4	1	4
Irradiance, klx	2	8	2	8	2	8	2	8

Fig. 1. Concentrations of cells on the 42nd day of cultures inoculated with non-starved inoculum in the variants of full factorial experimental design.



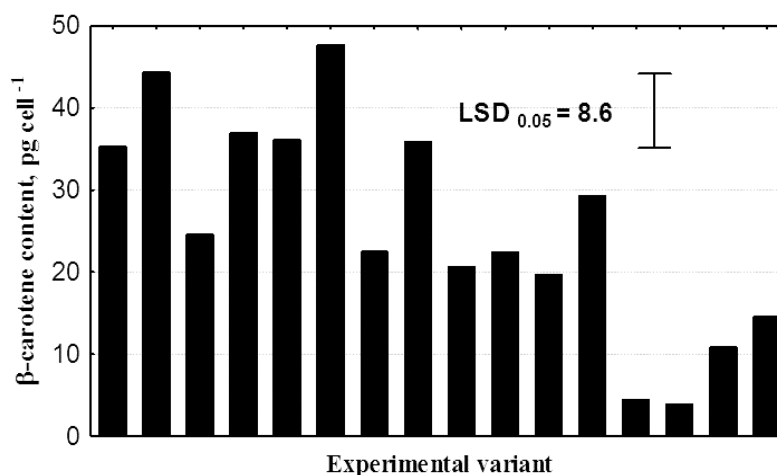
K ₂ HPO ₄ , mg L ⁻¹	0				10			
KNO ₃ , mg L ⁻¹	0		80		0		80	
NaCl, M	1	4	1	4	1	4	1	4
Irradiance, klx	2	8	2	8	2	8	2	8

Fig. 2. Concentrations of cells on the 42nd day of cultures inoculated with starved inoculum in the variants of full factorial experimental design.

Compared with the effect on cell yields, the main effect of irradiance more than doubled; interaction with phosphate remained the only significant interaction of irradiance (tabl. 1).

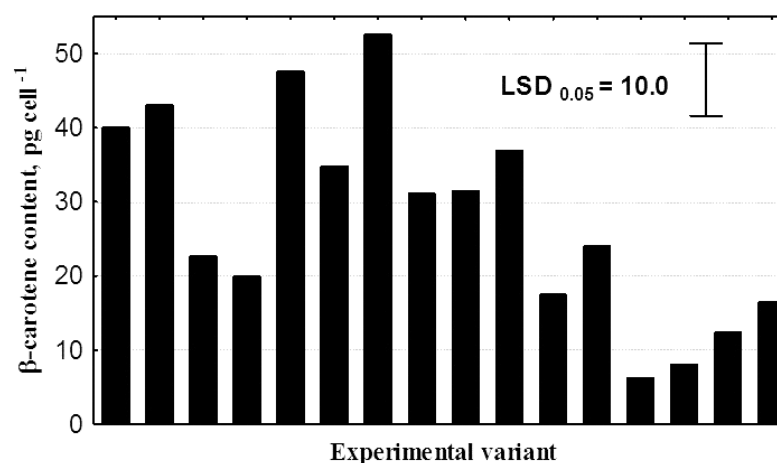
In the culture grown from starved inoculum, nutrients still kept the lead, though phosphate contributed 20% less, and nitrate affected insignificantly, but they interact more strongly (tabl. 1). On the contrary to non-starved inoculum, the main effect of salinity gained significance, and the main effect of irradiance lost it (tabl. 1). Salinity interacted more strongly with nitrate than with phosphate (tabl. 1). The effect of irradiance depended on nutrients, at that, irradiance interacted with phosphate more strongly, than with nitrate or with both the nutrients (tabl. 1).

For non-starved inoculum, β -carotene content values showed that the lack of any or both the nutrients induced significant β -carotene accumulation compared with corresponding variants supplied with the nutrients (Fig. 3). At phosphate or the both nutrients deficiency, elevated salinity negatively impacted β -carotene accumulation (Fig. 3).



K_2HPO_4 , mg L ⁻¹	0								10							
KNO_3 , mg L ⁻¹	0				80				0				80			
NaCl, M	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
Irradiance, klx	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8

Fig. 3. Cellular β -carotene content on the 42nd day of cultures inoculated with non-starved inoculum in the variants of full factorial experimental design.



K_2HPO_4 , mg L ⁻¹	0								10							
KNO_3 , mg L ⁻¹	0				80				0				80			
NaCl, M	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
Irradiance, klx	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8

Fig. 4. Cellular β -carotene content on the 42nd day of cultures inoculated with starved inoculum in the variants of full factorial experimental design.

In starved inoculum any or the both nutrients deficiency induced β -carotene accumulation too (Fig. 4). Salinity impaired β -carotene accumulation at the deficiency of nitrate or the both nutrients deficiency (Fig. 4). Stimulating effect of irradiance on β -carotene accumulation disappeared in starved inoculum; at phosphate deficiency high irradiance even decreased β -carotene content (Fig. 4).

At phosphate or the both nutrients supply, impact of elevated salinity changed to neutral or, at high irradiance, to positive (Fig. 3). At phosphorus deficiency, or the both nutrients deficiency, high irradiance stimulated β -carotene accumulation (Fig. 3).

For the both inocula, the variants, supplied with the two nutrients, tended to accumulate β -carotene at high salinity. This effect reached statistical significance ($p \leq 0,05$) at high irradiance (Fig. 3, 4).

Discussion

We found that such nutrients as nitrogen and phosphorus influence productivity of *Dunaliella salina* culture by cell yield and β -carotene accumulation more strongly than salinity and irradiance. That means, that controlled supply of nutrients would be the most effective way of biosynthesis control in *D. salina* culture. This finding is novel, because we were the first who clearly eliminated confounding of the effects of factors-conditions and factors-resources and evaluated independent contribution of each factor and interaction with η^2 . The same way, we isolated the synergistic effect of salinity and irradiance, unconfounded by nutrient depletion, though at that cells accumulated less β -carotene than at nutrients deficiency.

In most experimental variants the size of the main effects of salinity and irradiance fell behind their interactions with the nutrients. That means, that adjustments in nutrients supply may correct effects of changes in salinity and irradiance caused by weather in open pond culture.

Pre-supply of the inocula with nutrients influenced the sign of interactions of factors-conditions with the deficiencies of factors-resources. In non-starved inoculum high irradiance stimulated β -carotene accumulation, in starved – diminished or left unaffected. High salinity in most cases impaired β -carotene accumulation induced by nutrient deficiencies, especially in starved inoculum. Extreme nutrient depletion (starved inoculum under nutrients deficiency) seemed to impair β -carotene accumulation at high salinity or irradiance. That means, that in open pond culture under irradiance and salinity fluctuations, culture nutrient status should be constantly monitored and nutrient supply adjusted.

In her classical study [LERCHE, 1936–37] first showed that *D. salina* cells gained red color due to β -carotene accumulation in droplets inside the chloroplast under nitrogen, phosphorus, or the both nutrients deficiency.

In the following years of *D. salina* research, almost all scientific literature overlooked the determining role of nutrients depletion in β -carotene accumulation in *D. salina* cells. It seemed that unique ecological niche inhabited by *D. salina* distracted researchers' attention to its extreme parameters – salinity and irradiance. *D. salina* ability to sustain long under nutrients depletion went unnoticed; and nutrients always were added to the media by default, at least in trace amounts. By this reason, numerous reports about induction of β -carotene accumulation by elevated salinity [LOEBLICH, 1982; BOROWITZKA et al., 1990], high irradiance [LOEBLICH, 1982; BEN-AMOTZ, AVRON, 1983; LERS et al., 1990] or by their synergistic action [BEN-AMOTZ, AVRON, 1990; ARAÚJO et al., 2009] were not free from confounding with the effects of nutrients depletion in regular batch culture. At best, authors discussed cooperative effects of salinity or irradiance with nutrients depletion [BEN-AMOTZ, 1987; MARÍN et al., 1998].

Very few experiments were carried out under nutrients medium concentrations control, like gene expression studies of the key enzymes in isoprenoid (MEP - methylerythritol phosphate pathway) and carotenoid biosynthetic pathway in *D. salina*. Nutrients deficiency, especially at high salinity or irradiance, upregulated transcript levels of *HDR* (4-hydroxy-3-methylbut-2-enyl diphosphate reductase, EC: 1.17.1.2) [RAMOS et al., 2009], *P_{sy}* (phytoene synthase, EC: 2.5.1.32) and *P_{ds}* (phytoene desaturase, EC: 1.3.5.5) [COESEL et al., 2008], and *Lcy- β* (lycopene beta-cyclase, EC: 5.5.1.19) [RAMOS et al., 2008]. β -carotene content mainly followed the same tendency [COESEL et al., 2008]. Our data on β -carotene accumulation in the free of nutrients culture media confirmed that pattern.

This molecular data brought the authors to the conclusion that nutrient depletion is necessary and sufficient for induction of β -carotene accumulation in *D. salina* cells at transcriptional level [COESEL et al., 2008]. Our data add to this finding that nutrient

deficiencies contribute into β -carotene accumulation quantitatively much more than salinity and irradiance.

Cited studies [COESEL et al., 2008; RAMOS et al., 2008; 2009] showed that factors-conditions interacted with factors-resources at transcriptional level. Signal transduction network might be supposed, providing interactions of the signals and modulation of the effect.

At nutrients supply salt and light stress induced lower expression of *Lcy- β* [RAMOS et al., 2008], but unaltered *HDR* [RAMOS et al., 2009], *Psy* and *Pds* [COESEL et al., 2008]. At that, β -carotene accumulated less and not always. Our experiments showed distinct β -carotene accumulation at high salinity and high irradiance against the background of nutrients supply. Synergistic effect of salinity and irradiance was confirmed in some studies [ARAÚJO et al., 2009], but was not investigated at the gene expression level.

The effects of salinity and irradiance might be mediated by their influence on nutrients absorption by the cells. Elevated salinity slowed nitrate absorption down [COESEL et al., 2008; RAMOS et al., 2008], but high irradiance either not affected or accelerated its rate up [RAMOS et al., 2008]. The authors recorded nitrate concentration dynamics [COESEL et al., 2008; RAMOS et al., 2008; 2009], though diluted the medium with water and actually observed the deficiency of several nutrients (phosphorus being the primary concern as a macronutrient). We confirmed after LERCHE [1936/1937] β -carotene accumulation induced by phosphorus depletion [KOMARISTAYA et al., 2010]; its mechanism still remains unresolved.

According to RAMOS et al. [2009] too severe nitrogen deficiency (absolute exclusion of nitrogen from the medium) was responsible for downregulation of *DXS* (1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate synthase, EC: 2.2.1.7) – the first enzyme in MEP pathway, and for non-susceptibility of *Psy* – the first enzyme in carotenoid biosynthesis pathway in [SÁNCHEZ-ESTUDILLO et al., 2006]. It agrees with our data showed that nutrient status of inoculum changes the sign of some effects of salinity and irradiance on β -carotene accumulation.

Most of mechanisms involved in β -carotene accumulation in *D. salina* remain obscure: sensing environmental signals, signal transduction network, transcriptional and post-transcriptional regulation and functions of accumulated β -carotene [LAMERS et al., 2008].

Signaling process might involve reactive oxygen species (ROS), e.g. singlet oxygen [SHAISH et al., 1993]. Gene expression is necessary to induce β -carotene accumulation [BEN-AMOTZ et al., 1988; LERS et al., 1990]. Metabolic-sink mechanism could participate in post-translational regulation [RABBANI et al., 1998]. *D. salina* cells accumulate β -carotene in lipid bodies inside the chloroplast (plastoglobuli), which contain mostly triacylglycerols [BEN-AMOTZ et al., 1982]. Inhibition of triacylglycerols synthesis prevents β -carotene from accumulating. Thus, plastoglobuli might sequester β -carotene avoiding end-product inhibition of the carotenoid pathway [RABBANI et al., 1998].

Many algal species [ROESSLER, 1990], including *D. salina* [GIORDANO et al., 2015], were shown to accumulate triacylglycerols under nitrogen starvation. We hypothesize that not only nitrogen, but phosphorus depletion as well, might re-distribute metabolic fluxes to accumulation of triacylglycerols when C:N:P ratio shifts *pro* C. Our suggestion agrees well with revealed high contribution of both the nutrients deficiencies into β -carotene accumulation.

Several hypotheses were suggested to explain the role of β -carotene in *D. salina* plastoglobuli: the screen against excess light and blue region of the spectrum [BEN-AMOTZ et al., 1989], the scavenger of free radicals [SHAISH et al., 1993], the precursor of sporopollenin in cell walls of resting stages [KOMARISTAYA, GORBULIN, 2006], or of abscisic acid-like signaling molecules [COWAN, ROSE, 1991], or combination thereof.

Coming from our study, the function of accumulated β -carotene is likely to relate to mineral nutrition and, to the lesser extent, to adaptation to extreme environment, e.g. protection of storage triacylglycerols from peroxidation.

This study relied on some assumptions. The first assumption: in all experimental variants the dynamics of nutrients absorption corresponded to previously established for intermediate salinity and irradiance (2 M NaCl, 0.2 M MgSO₄·7H₂O, 5 klx) [KOMARISTAYA et al., 2010]. This dynamics governed fed-batch cultivation in the present study. Influence of salinity and irradiance on absorption and metabolism of nitrate and phosphate in *D. salina* cells needs further investigation. Nevertheless, robustness of present study was confirmed by the fact that the culture equally responded to nitrate doses 20-80 mg L⁻¹ and phosphate doses 4-9 mg L⁻¹ [KOMARISTAYA et al., 2010].

The second assumption: both inside and outside the investigated ranges of factor levels (including time point 42 day and the 2 nutritional states of the inocula) the biological system would respond smoothly, without any local minima or maxima, which could increase the relative contribution of salinity or irradiance compared with the nutrients. We selected the level ranges of factors to study, based on previous investigations of natural habitats of *D. salina* [KOMARISTAYA et al., 2014], including irradiance, which can reach 100 klx at brine surface at clear summer midday, but at several cm depth, under cloudiness, most of the daytime and year irradiance, it approaches the level range studied [KOMARISTAYA et al., 2014]. The response of *D. salina* culture to different factor levels requires further detailed research in full factorial experimental design. Our previous studies in the narrower level ranges of factors (0, 20, 40 and 80 mg L⁻¹ KNO₃; 0, 4 and 9 mg L⁻¹ KH₂PO₄; 2 M NaCl; 5 klx; starved inoculum; 42 day of culture [KOMARISTAYA et al., 2010], and 0 and 80 mg L⁻¹ KNO₃; 0 and 9 mg L⁻¹ KH₂PO₄; 2 and 4 M NaCl; 2 and 5 klx; starved inoculum; 28 day of culture [MIL'KO et al., 2011]) showed high reproducibility of prevailing effects of nutrients over salinity and irradiance.

Thus, comparison to earlier studies confirms high reliability of nutrients effect and points out the necessity to further investigate interaction mechanisms of factors-conditions and factors-resources, as well as to find metabolic parameters that could reflect nutrient saturation of the cells and predict culture response to salinity and irradiance variations. Ultimately, predictive model of culture growth and β-carotene accumulation based on absorbed C:N:P stoichiometry could be developed to serve for biosynthesis control in fed-batch culture. This model would be used to calculate necessary nutrients doses to fit cells state and dynamically changing conditions in open pond culture.

The model would also help to elucidate the mechanisms of red “bloom” in hyperhaline waters, that have both cognitive and aesthetic value.

Some more factors known as inducers of β-carotene accumulation in *D. salina* were beyond the scope of this study, e.g., sulfur deficiency and suboptimal temperature. We believe that sulfur deficiency is irrelevant in coastal lagoons and solar salterns because the brine contains high concentration of sulfate [HOLLAND, 1978]. Temperature is poorly studied as the factor inducing β-carotene accumulation [MENDOZA et al., 1996]; it needs more research and, possibly, incorporation into the model.

During the last 50 years because of emerging alternative salt manufacturing technologies, profit loss and termination of salterns operations, 57% of 70 000 ha of hyperhaline lakes were lost in Mediterranean [LÓPEZ et al., 2010]. Without sea water supply salterns lose their gradients, suffer uncontrolled salinity increase and dry out, and later, because of unattended levees destruction – undergo desalinization. This process leads to loss of habitats for many hyperhalobe species (archaea, prokaryotes, algae, invertebrates), and of places of rest, feeding and breeding for migrating water birds [LÓPEZ et al., 2010].

Solar salterns is a unique kind of ecosystem that is regulated by human [BELLISARIO et al., 2010]. Implementation of *D. salina* cultivation technology would not only increase proportion of natural carotenoids in human diet; it could be one of support means for economic attractiveness of salterns and their conservation.

Conclusions

1. In the investigated factor level ranges (irradiance 2–8 klx, salinity 1–4 M NaCl, KNO_3 0–80 mg L^{-1} , K_2HPO_4 0–10 mg L^{-1}), the nutrients (nitrogen and phosphorus) influence culture productivity by cells number and β -carotene accumulation in *D. salina* more strongly than salinity and irradiance.
2. Combination of elevated salinity and high irradiance exerts its own, unconfounded with depletion of nutrients, but lower inducing effect onto β -carotene accumulation.
3. Effects of salinity and irradiance on cell yield and intracellular β -carotene content depended on nutrients and their pre-supply to the inoculum.

References

- ARAÚJO O.Q.F., GOBBI C.N., CHALOUB R.M., COELHO M.A.Z. (2009). Assessment of the impact of salinity and irradiance on the combined carbon dioxide sequestration and carotenoids production by *Dunaliella salina*: a mathematical model. *Biotechnology and bioengineering*, **102** (2): 425–435. doi: 10.1002/bit.22079
- BELLISARIO B., NOVELLI C., CERFOLLI F., ANGELETTI D., CIMMARUTA R., NASCETTI G. (2010). The ecological restoration of the Tarquinia saltens drives the temporal changes in the benthic community structure. *Transitional Waters Bulletin*, **4** (2): 105–114. doi: 10.1285/i1825229Xv4n1p105
- BEN-AMOTZ A. (1987). Effect of irradiance and nutrient deficiency on the chemical composition of *Dunaliella bardawil* Ben-Amotz and Avron (Volvocales, Chlorophyta). *Journal of plant physiology*, **131** (5): 479–487. doi: 10.1016/S0176-1617(87)80290-0
- BEN-AMOTZ A. (1995). New mode of *Dunaliella* biotechnology: two-phase growth for β -carotene production. *Journal of applied phycology*, **7** (1): 65–68. doi: 10.1007/BF00003552
- BEN-AMOTZ A. (2004). Industrial production of microalgal cell-mass and secondary products – major industrial species. In: *Handbook of microalgal culture: Biotechnology and Applied Phycology*: 273–280. UK, Oxford, Blackwell Sciencedoi. doi: 10.1002/9780470995280.ch13
- BEN-AMOTZ A. (2009). Bio-fuel and CO_2 capture by algae. *ANR meeting on «Third Generation Biofuels», Paris, France, February 5, 2015*: 80 p.
- BEN-AMOTZ A., AVRON M. (1983). On the factors which determine massive β -carotene accumulation in the halotolerant alga *Dunaliella bardawil*. *Plant Physiology*, **72** (3): 593–597. doi: 10.1104/pp.72.3.593
- BEN-AMOTZ A., AVRON M. (1990). The biotechnology of cultivating the halotolerant alga *Dunaliella*. *Trends in Biotechnology*, **8**: 121–126. doi: 10.1016/0167-7799(90)90152-N
- BEN-AMOTZ A., KATZ A., AVRON M. (1982). Accumulation of β -carotene in halotolerant algae: purification and characterization of β -carotene-rich globules from *Dunaliella bardawil*. *Journal of Phycology*, **18** (4): 529–537. doi: 10.1111/j.1529-8817.1982.tb03219.x
- BEN-AMOTZ A., LERS A., AVRON M. (1988). Stereoisomers of β -carotene and phytoene in the alga *Dunaliella bardawil*. *Plant physiology*, **86** (4): 1286–1291. doi: 10.1104/pp.86.4.1286
- BEN-AMOTZ A., SHAISH A., AVRON M. (1989). Mode of action of the massively accumulated β -carotene of *Dunaliella bardawil* in protecting the alga against damage by excess irradiation. *Plant Physiology*, **91** (3): 1040–1043. doi: 10.1104/pp.91.3.1040
- BHUMBHAMON O., SITTIPHUPRASERT U., BOONTAVEEYUWAT N., PRAIBOON J. (2003). The optimum use of salinity, nitrate and pond depth for β -carotene production of *Dunaliella salina*. *Kasetsart Journal: Natural Sciences*, **37** (1): 84–89.
- BOROWITZKA M.A. (1999). Commercial production of microalgae: ponds, tanks, and fermenters. *Progress in industrial microbiology*, **35**: 313–321. doi: 10.1016/S0079-6352(99)80123-4
- BOROWITZKA M.A. (2013). *Dunaliella*: biology, production, and markets. In: *Handbook of microalgal culture: Biotechnology and Applied Phycology*: 359–368. UK, Oxford, Blackwell Sciencedoi. doi: 10.1002/9781118567166.ch18
- BOROWITZKA M.A., BOROWITZKA L.J., KESSLY D. (1990). Effects of salinity increase on carotenoid accumulation in the green alga *Dunaliella salina*. *Journal of Applied Phycology*, **2** (2): 111–119. doi: 10.1007/BF00023372
- COESEL S.N., BAUMGARTNER A.C., TELES L.M., RAMOS A.A., HENRIQUES N.M., CANCELA L., VARELA J.K.S. (2008). Nutrient limitation is the main regulatory factor for carotenoid accumulation and for *Psy* and *Pds* steady state transcript levels in *Dunaliella salina* (Chlorophyta) exposed to high light and salt stress. *Marine Biotechnology*, **10** (5): 602–611. doi: 10.1007/s10126-008-9100-2
- COHEN J. (1973). Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor ANOVA designs. *Educational and Psychological Measurement*, **33** (1): 107–112. doi: 10.1177/001316447303300111

- COWAN A.K., ROSE P.D. (1991). Abscisic acid metabolism in salt-stressed cells of *Dunaliella salina*. Possible interrelationship with β -carotene accumulation. *Plant physiology*, **97** (2): 798–803. doi: 10.1104/pp.97.2.798
- CURTAIN C. (2000). Plant Biotechnology – the growth of Australia’s algal β -carotene industry. *Australasian Biotechnology*, **10** (3): 19–23.
- DEL CAMPO J.A., GARCÍA-GONZÁLEZ M., GUERRERO M.G. (2007). Outdoor cultivation of microalgae for carotenoid production: current state and perspectives. *Applied microbiology and biotechnology*, **74** (6): 1163–1174. doi: 10.1007/s00253-007-0844-9
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to food (ANS). (2012). Scientific Opinion on the re-evaluation of mixed carotenes (E 160a (i)) and β -carotene (E 160a (ii)) as a food additive. *EFSA Journal*, **10** (3): 25–93doi: 10.2903/j.efsa.2012.2593
- GIORDANO M., PALMUCCI M., NORICI A. (2015). Taxonomy and growth conditions concur to determine the energetic suitability of algal fatty acid complements. *Journal of Applied Phycology*, **27** (4): 1401–1413. doi: 10.1007/s10811-014-0457-5
- HOLLAND H.D. (1978). *The chemistry of the atmosphere and oceans, Vol.1*. New-York, USA: Wiley, 351 p.
- IARC Working Group on the Evaluation of Cancer Preventive Agents. (1998). *IARC Handbook on Cancer Prevention, Vol.2: Carotenoids*. Lyon, France: IARC, 326 p.
- JIMENEZ C., PICK U. (1994). Differential stereoisomer compositions of β , β -carotene in thylakoids and in pigment globules in *Dunaliella*. *Journal of plant physiology*, **143** (3): 257–263. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81628-7
- JONGMAN R.H.G., TER BRAAK C.J.F., VAN TONGEREN O.F.R. (1995). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge, UK: Cambridge university press, 324 p.
- KOMARISTAYA V.P., ANTONENKO S.P., RUDAS A.N. (2010). Cultivation of *Dunaliella salina* Teod. at suboptimal concentrations and exclusion of nitrogen and phosphorus from the medium. *Algologia*, **20** (1): 42–55. (in Russian).
- KOMARISTAYA V.P., GORBULIN O.S. (2006). Sporopollenin in the composition of cell walls of *Dunaliella salina* Teod. (Chlorophyta) zygotes. *International Journal on Algae*, **8** (1): 43–52. doi: 10.1615/InterJAlgae.v8.i1.40
- KOMARISTAYA V.P., RUDAS A.A., TATISCHEVA N.M., TATISCHEV E.V., RUDAS A.N. (2014). Ecological peculiarities of natural populations of hyperhalobe microalga *Dunaliella salina* Teod. in solar salt work ponds of the South of Ukraine and Russia. *The Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Biology*, **20** (1100): 315–323.
- LAMERS P.P., JANSSEN M., DE VOS R.C., BINO R.J., WIJFFELS R.H. (2008). Exploring and exploiting carotenoid accumulation in *Dunaliella salina* for cell-factory applications. *Trends in biotechnology*, **26** (11): 631–638. doi: 10.1016/j.tibtech.2008.07.002
- LERCHE W. (1936/1937). Untersuchungen über Entwicklung und Fortpflanzung in der Gattung *Dunaliella*. *Archiv für Protistenkunde*, **88**: 236–268. (in German)
- LEERS A., BIENER Y., ZAMIR A. (1990). Photoinduction of massive β -carotene accumulation by the alga *Dunaliella bardawil* kinetics and dependence on gene activation. *Plant physiology*, **93** (2): 389–395. doi: 10.1104/pp.93.2.389
- LOEBLICH L.A. (1982). Photosynthesis and pigments influenced by light intensity and salinity in the halophile *Dunaliella salina* (Chlorophyta). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **62** (3): 493–508. doi: 10.1017/S0025315400019706
- LÓPEZ E., AGUILERA P.A., SCHMITZ M.F., CASTRO H., PINEDA F.D. (2010). Selection of ecological indicators for the conservation, management and monitoring of Mediterranean coastal Salinas. *Environmental monitoring and assessment*, **166** (1–4): 241–256. doi: 10.1007/s10661-009-0998-2
- MARÍN N., MORALES F., LODEIROS C., TAMIGNEAUX E. (1998). Effect of nitrate concentration on growth and pigment synthesis of *Dunaliella salina* cultivated under low illumination and preadapted to different salinities. *Journal of Applied Phycology*, **10** (4): 405–411. doi: 10.1023/A:1008017928651
- MÄRZ U. (2008). *FOD025C-The Global Market for Carotenoids*. Wellesley, MA USA: BCC Research, 153 p.
- MASSJUK N.P. (1973). *Morfologia, sistematika, ekologiya, geograficheskoe rasprostraneniye roda Dunaliella Teod. i perspektivy ego prakticheskogo ispolzovaniya*. Kiev: Naukova Dumka, 244 p. (in Russian)
- MENDOZA H., JIMÉNEZ DEL RÍO M., GARCÍA R.G., RAMAZANOV Z. (1996). Low-temperature-induced β -carotene and fatty acid synthesis, and ultrastructural reorganization of the chloroplast in *Dunaliella salina* (Chlorophyta). *European Journal of Phycology*, **31** (4): 329–331. doi: 10.1080/09670269600651551
- MIL'KO S.I., KOMARISTAYA V.P., RUDAS A.N. (2011). Effect size of some factors influencing productivity indexes in *Dunaliella salina* Teod. culture. *Karazinski Pryrodnychi Studii. Mat. mezhdunar. nauch. konf. Ukraine, Kharkiv: V.N. Karazin Kharkov National University, February 1-4, 2011*: 293–295.
- OREN A. (2009). Saltern evaporation ponds as model systems for the study of primary production processes under hypersaline conditions. *Aquatic Microbial Ecology*, **56** (2–3): 193–204. doi: 10.3354/ame01297

- OREN A. (2014). The ecology of *Dunaliella* in high-salt environments. *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, **21** (1): 23–40. doi: 10.1186/s40709-014-0023-y
- RABBANI S., BEYER P., LINTIG J., HUGUENEY P., KLEINIG H. (1998). Induced β -carotene synthesis driven by triacylglycerol deposition in the unicellular alga *Dunaliella bardawil*. *Plant Physiol*, **116** (4): 1239–1248. doi: 10.1104/pp.116.4.1239
- RAMOS A., COESEL S., MARQUES A., RODRIGUES M., BAUMGARTNER A., NORONHA J., RAUTER A., BREINIG B., VARELA J. (2008). Isolation and characterization of a stress-inducible *Dunaliella salina* *Lcy- β* gene encoding a functional lycopene β -cyclase. *Applied microbiology and biotechnology*, **79** (5): 819–828. doi: 10.1007/s00253-008-1492-4
- RAMOS A.A., MARQUES A.R., RODRIGUES M., HENRIQUES N., BAUMGARTNER A., CASTILHO R., BREINIG B., VARELA J.C. (2009). Molecular and functional characterization of a cDNA encoding 4-hydroxy-3-methylbut-2-enyl diphosphate reductase from *Dunaliella salina*. *Journal of plant physiology*, **166** (9): 968–977. doi: 10.1016/j.jplph.2008.11.008
- RODRIGUES C.M., BIO A., AMAT F., VIEIRA N. (2011). Artisanal salt production in Aveiro/Portugal – an ecofriendly process. *Saline Systems*, **7** (3), 14 p. doi: 10.1186/1746-1448-7-3
- ROESSLER P.G. (1990). Environmental control of glycerolipid metabolism in microalgae: commercial implications and future research directions. *Journal of Phycology*, **26** (3): 393–399. doi: 10.1111/j.0022-3646.1990.00393.x
- SÁNCHEZ-ESTUDILLO L., FREILE-PELEGRIN Y., RIVERA-MADRID R., ROBLEDO D., NARVÁEZ-ZAPATA J.A. (2006). Regulation of two photosynthetic pigment-related genes during stress-induced pigment formation in the green alga, *Dunaliella salina*. *Biotechnology letters*, **28** (11): 787–791. doi: 10.1007/s10529-006-9001-2
- SCHLIPALIUS L. (1991). The extensive commercial cultivation of *Dunaliella salina*. *Bioresource technology*, **38** (2): 241–243. doi: 10.1016/0960-8524(91)90162-D
- SHAISH A., AVRON M., PICK U., BEN-AMOTZ A. (1993). Are active oxygen species involved in induction of β -carotene in *Dunaliella bardawil*? *Planta*, **190** (3): 363–368. doi: 10.1007/BF00196965
- WOLF Y.I., KAREV G., KOONIN E.V. (2002). Scale-free networks in biology: new insights into the fundamentals of evolution? *Bioassays*, **24** (2): 105–109. doi: 10.1002/bies.10059

Рекомендує до друку
Костіков І.Ю.

Надійшла 05.01.2018

Адреси авторів:

В.П. Комариста, К.М. Білоусова
Харківський національний університет
ім. В.Н. Каразіна
Майд. Свободи, 4
Харків 61022
e-mail: v.p.komarysta@karazin.ua

Author's address:

V.P. Komaristaya, K.M. Bilousova
Kharkiv National University
Svobody Sq, 4
Kharkiv 61022
Ukraine
e-mail: v.p.komarysta@karazin.ua

О.М. Рудась
ТОВ Бетакар-ХР
б. 38, кв. 80, вул. Гвардійців Широнінців
Харків 61123
e-mail: ecobioton@gmail.com

Rudas O.M.
TOV Belakar-XP
Gvardiitsiv Shyronintsiv Str., 38, 80
Kharkiv 61123
e-mail: ecobioton@gmail.com

Урочище Буркутські плавні – оазис північної бріофлори на півдні степової зони України

МИХАЙЛО ФЕДОСІЙОВИЧ БОЙКО

BOIKO M.F. (2018). **The Burkuty Plavni landmark is an oasis of the northern bryoflora in the southern steppe zone of Ukraine.** *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 56–68. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/5

The article summarizes the study of the Burkuty Plavni landmark bryoflora during period of 1983–2017. The landmark is located on the Chalbasy arena of the Nizhnodniprovski pisky in the southern steppe zone of Ukraine, 20–25 km from the Black Sea shore. The psamophytic steppes are dominant on the positive elements of the relief a meadows and wetlands with birch, alder, aspen and oak forests occupy of sand depression. These small forests are remnants of the Herodotus Gilea. The pine plantations are a main landscape elements around this landmark. Bryoflora includes 63 species of 36 genera of 23 families of Marchantiophyta and Bryophyta. 54 predominant Bryopsida species compose 79,38% of the bryoflora. The families Amblystegiaceae and Brachytheciaceae dominate with 9 and 8 species respectively (25,93%). *Brachythecium*, *Sphagnum* and *Orthotrichum* (8,1%) are main genera in bryoflora spectrum. Probably, boreal (29 species – 45,82%) and nemoral (23 species – 36,34%) mosses migrated along river valleys from the northern zones to the south. Bipolar (25 species, 39,5%) and holarctic (16, species, 25,28%) mosses migrated to Burkuty Plavni in last periods. Mesoxerophytes (20 species, 31,6%), helioscythophytes (33, 52,14%), incertophytes (52, 82,16%), oligomesotrophs and mesotrophs (18 species, 56,88%), the flat surface biormorph (18 species, 28,44%) and loose turf biormorph (16 species, 25,28%) were dominated. There are 31 species (49,2%) within synanthropic apophytic fraction. The greatest interest is caused by five species of the sphagnum mosses which were found in Burkuty Plavni landmark. The different points of the time and migration ways of the sphagnum mosses and other bryophytes to the south of Ukraine are discussed.

Key words: sphagnum mosses, Chalbasy arena, Lower Dnipro sand dunes

Бойко М.Ф. (2018). **Урочище Буркутські плавні – оазис північної бріофлори на півдні степової зони України.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 56–68. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/5

У статті підведено підсумки вивчення бріофлори урочища за 1983–2017 роки. Урочище розташоване на Чалбаській арені Нижньодніпровських пісків на півдні степової зони України за 20–25 км від берега Чорного моря. На позитивних елементах рельєфу домінує псамофітний степ, на негативних – луки та водно-болотні угруповання в комплексі з березовими, вільховими, осиковими та дубовими гайками. Вони є залишками лісів Геродотовської Гілеї. Значна частина пісків заліснена сосновими насадженнями. Бріофлора нараховує 63 види 36 родів 23 родин відділів Marchantiophyta та Bryophyta. Переважають види Bryopsida – 54, що складає 79,38% бріофлори. Домінують родини Amblystegiaceae та Brachytheciaceae, 9 та 8 видів відповідно (25,93%). У родовому спектрі переважають *Brachythecium*, *Sphagnum* та *Orthotrichum* (по 8,10% кожен). Домінують бореальні (29 видів або 45,82%) та неморальні (23 види – 36,34%), що мігрують по річкових долинах з північних зон на південь. Міграційний характер бріофлори підкреслюють, також, типи ареалів видів: біполярний – 25 видів (39,5%) та голарктичний – 16 (25,28%). Серед екоморф домінують мезоксерофіти – 20 видів (31,6%), геліосціофіти – 33 (52,14%), інцертофіти – 52 (82,16%), олігомезотрофи та мезотрофи (по 18 видів (56,88%), з біоморф – килим плоский – 18 видів (28,44%) та дернина рихла або пухка – 16 (25,28%), переважають дводомні види – (53,2%), за ценотичною активністю – середньо активні – 18 (28,44%) та неактивні – 17 (26,28%). Видів синантропної

апофітної фракції 31 вид (49,2%). Найбільший інтерес викликають сфагнові мохи, їх знайдено 5 видів. Урочище Буркутські плавні є найпівденнішим знаходищем сфагнових мохів в Україні, що заслуговує на охорону, а саме на включення усіх місцезростань сфагнів до національного природного парку «Олешківські піски». Наводяться точки зору щодо часу та шляхів міграції сфагнів та інших бріофітів на південь України.

Ключові слова: сфагнові мохи, Чалбаська арена, нижньодніпровські піски

Бойко М.Ф. (2018). Урочище Буркутские плавни – оазис северной бриофлоры на юге степной зоны Украины. *Черноморск. бот. ж.*, **14** (1): 56–68. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/5

В статье подведены итоги изучения бриофлоры в 1983–2017 годах. Урочище расположено на Чалбаской арене нижнеднепровских песков юга Украины в 20–25 км от берега Черного моря. На позитивных элементах рельефа доминирует псаммофитная степь, на негативных – луга и водно-болотные группировки в комплексе с березовыми, ольховыми, осиновыми и дубовыми колками. Они – остатки Геродотовской Гилеи. Значительная часть песков облесена сосновыми насаждениями. Бриофлора насчитывает 63 вида 36 родов 23 семейств отделов Marchantiophyta и Bryophyta. Преобладают виды Bryopsida – 54, что составляет 79,38% бриофлоры. Доминируют семейства Amblystegiaceae и Brachytheciaceae, 9 и 8 видов соответственно (25,93%). В родовом спектре преобладают *Brachythecium*, *Sphagnum* и *Orthotrichum* (по 8,10% каждый). Доминируют виды бореального элемента (29 – 45,82%) на втором месте виды неморального – 23 (36,34%). Миграционный характер бриофлоры подчеркивают также типы ареалов видов: биполярный – 25 (39,5%) и голарктический – 16 (25,28%). Среди экоморф доминируют мезоксерофиты – 20 видов, гелиосциофиты – 33 (52,14%), инцертофиты – 52 (82,16 %), олигомезотрофы и мезотрофы (по 18 видов), из биоморф – ковер плоский – 18 видов и дернина рыхлая – 16 видов, преобладают двудомные виды – (53,2%), по ценотической активности – среднеактивные – 18 и неактивные – 17. Видов синантропной апофитной фракции 31 (49,2%). Наибольший интерес представляют сфагновые мхи, их найдено 5 видов. Урочище Буркутские плавни это самое южное местонахождение сфагновых мхов в Украине, по этому все местопроизрастания сфагнов необходимо взять под охрану и включить в состав национального природного парка «Олешковские пески». Приводятся точки зрения относительно времени и путей проникновения сфагнов и других бриофитов на юг Украины.

Ключевые слова: сфагновые мхи, Чалбасская арена, нижнеднепровские пески

Види мохоподібних та рослинні угруповання, що зростають у не властивих для них рослинно-кліматичних зонах, мають великі диз'юнкції, привертають до себе підвищену увагу дослідників, оскільки вони дають багатий матеріал для вивчення питань походження, часу та шляхів формування флори і рослинності [ZEROV, 1946; GRYN, 1954; GORDIENKO, 1969; SCHOFIELD, CRUM, 1972; BACHURYNA, VOIKO, 1978; VOIKO, 1986; SCHOFIELD, 1988; MATEO et al., 2016; ELLIS et al., 2017].

У степовій зоні такими є бореальні та неморальні види мохоподібних, зокрема види сфагнових та інших болотних мохів, а також угруповання екстразональної рослинності. Взагалі вони зрідка зустрічаються на піщаних надлучних та борових терасах річок, що течуть у меридіональному напрямку з півночі на південь, зокрема річки Дніпра [LAVRENKO, IZVEKOVA, 1936; LAVRENKO, 1936, 1973; ZEROV, 1936, 1946; VOIKO, 1987]. Значна кількість бореальних та неморальних видів, далеко відірваних від своїх суцільних ареалів, та сформовані ними ценози завжди викликали підвищений інтерес дослідників до проблеми походження бріофлори не характерних для степової зони ценозів, особливо сфагнових та інших мохових боліт та до часу появи їх у степовій зоні.

Попередні дослідження мохоподібних півдня України показали, що одним з оазисів бореальних та неморальних видів є урочище Буркутські плавні – одне з залишків знаменитої Гілеї Геродота. Значна частина території урочища нині входить до складу національного природного парку «Олешківські піски».

Урочище Буркутські плавні розташоване на території Чалбаської арили масиву Нижньодніпровських пісків пониззя Дніпра у межах Голопристанського району Херсонської області за 20–25 км від Чорного моря. Чалбаська арилла є одним з найдавніших масивів Нижньодніпровської терасово-дельтової рівнини. Основу сучасного рельєфу цієї території утворюють алювіально-дельтові піщані відклади та лесовидні супіщані суглинки. Алювіально-дельтові піщані відклади мають потужність від 30 до 80 м. Між піщаними масивами розташовуються зниження – залишки колишніх староріччя і гирл Дніпра, в яких зустрічаються солоні та прісноводні озера – саги. Міжаренна ділянка, розташована на північ від села Буркути, знижена і утворює один з величезних подів у пониззі Дніпра. Таке розмаїття фізико-географічних умов сприяло формуванню специфічного, багатого на фіторізноманіття ботанічного оазису серед Нижньодніпровських пісків на півдні степової зони України. Територія знаходиться в континентальній області помірного кліматичного поясу і характеризується помірно-континентальним кліматом з м'якою малосніжною зимою та жарким посушливим літом. Тривалість безморозного періоду 170–180 днів. Річна кількість опадів 300–350 мм, максимально випадають влітку у вигляді злив. Переважають вітри східного напрямку. Середньомісячна температура січня – 3,0°C. Середньомісячна температура липня +23°C [BOIKO et al., 1987; GEOGRAPHICHNA..., 1989; PRYRODA..., 1998]. Мікрокліматичні умови на піщаних кучугурах сприяють підвищенню температури влітку до +40°C, а на схилах кучугур південної експозиції – до +60°C та до застою гарячого повітря у міжкучугурних зниженнях. Чалбаська арилла розташована на території Олешківського піщаного району, який відноситься до Нижньодніпровської сухостепової області Причорноморської південностепової провінції Степової зони України.

Поверхня піщаного масиву погорбована, з коливаннями висот 15–20 м. У рельєфі чергуються піщані горби та ували з замкнутими улоговинами. Місцями збереглися своєрідні, незакріплені піщані кучугури, частина з яких вкриті лише біологічною кіркою, до складу якої, крім бактеріальних організмів, входять діатомові водорості та водорості роду *Klebsormidium*. Поверхня інших кучугур закріплена природними лишайниковими, мохово-лишайниковими та трав'янистими угрупованнями, але більшість території заліснена монокультурою сосни. Науково та екологічно необґрунтоване збільшення площ соснових насаджень призвело за останні чотири десятиріччя до дуже значного зниження рівня ґрунтових вод, що потягло за собою загальне висихання території, підсихання та хвороби соснових насаджень, зникнення певної кількості березових та вільхових болітець, зокрема зі сфагновими мохами.

Лише на дуже знижених ділянках залишилися природні лісові ценози: березові, вільхові, осикові, вербові та дубові гайки або угруповання змішаного складу. Рослинний покрив дуже гетерогенний. На позитивних елементах рельєфу домінує псамофітний степ, на негативних – лучний, болотний, водний та солончаковий типи рослинності в комплексі з листяними гайками.

Для урочища характерними є значні масиви березових гайків. Деревостан березових лісів (гайків) утворює ендемічний вид Нижнього Придніпров'я та Нижнього Прибужжя – *Betula borysthena* Клоков, включений до Червоної книги України [RED DATA BOOK, 1996, 2009]. Березняки зростають в улоговинах серед піщаних кучугур або в зниженнях серед псамофітних степів. У домішці до *B. borysthena* відзначені *Populus tremula* L., *Pyrus communis* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Окрім штучних лісових

насаджень, в основному з *Pinus pallasiana* D. Don, *P. sylvestris* L., *Robinia pseudoacacia* L. та березових гайків, лісова рослинність навколо Буркутських озер представлена вільховими з *Alnus glutinosa*, дубовими з *Quercus robur* L., осиковими з *Populus tremula* гайками, ясеневими з *Fraxinus excelsior* L. та мішаного складу лісами.

Матеріали та методи досліджень

Дати певний підсумок дослідженням бріофлори цього оазису північної флори мохоподібних, які розпочалися влітку 1983 року [ВОІКО, 1986], нас спонукали нові знахідки видів мохів класу Sphagnopsida та деяких болотних видів класу Bryopsida, зроблені під час кількох експедиційних виїздів викладачів та аспірантів Херсонського державного університету та співробітників національного природного парку «Олешківські піски» у 2016–2018 роках. Назви мохоподібних подані за «The Second checklist of Bryobionta of Ukraine» [ВОІКО, 2014].

Результати дослідження

Видовий склад мохоподібних урочища Буркутські плавні

AMBLYSTEGIUM juratzkánum Schimp. – у березових гайках з *Betula borysthenica* на ґрунті мокрих місць між оголеними коренями берези та на гнилій деревині.

A. radícále (P. Beauv.) Schimp. – на піщаному ґрунті вологих лук у нанозниженнях серед злаків.

A. sérpens (Hedw.) Schimp. – на вологих місцях та на основах стовбурів дерев у гайках з листяних порід, на заболоченому ґрунті у березових та вільхових гайках.

A. subtile (Hedw.) Schimp. – на окоренках стовбурів та на ґрунті мокрих місць між оголеними коренями берези

AULACOMNIUM arenopaludosum Boiko – у болітцях з *Betula borysthenica* та у зниженнях з *Salix alba* на вологому ґрунті та при основах стовбурів дерев.

A. palústre (Hedw.) Schwaegr. – на ґрунті та перепрлімому листі у заболочених місцях вільшняків з *Alnus glutinosa* та березняків з *Betula borysthenica* та на купинах осок *Carex omskiana* Meinsh. і *C. lasiocarpa* Ehrh., на основах стовбурів берези.

BRYUM argenteum Hedw. – на висохлому ґрунті навколо болітець.

B. bádiu (Brid.) Schimp. – на піщаному ґрунті у западинках видувин серед піщаних кучугур незначної висоти.

B. caespíticu Hedw. – на ґрунті висохлих болітець, на засолених місцях, у березових гайках, на пісках у соснових насадженнях.

BRACHYTHECIASTRUM velútínu (Hedw.) Ignatov & Huttunen. – на ґрунті з перепрлілим листям, на основах стовбурів дерев у лісових угрупованнях.

BRACHYTHECIUM álbianu (Hedw.) Schimp. – на піщаному ґрунті по краях соснових насаджень та на освітлених полянах.

B. campéstre (H. Müll.) Schimp. – на освітлених місцях у соснових насадженнях та при основах стовбурів і біля них у березових гайках.

B. mildeánu (Schimp.) Schimp. – на ґрунті у вологих місцях по краю обводнених болітець, у вільхових гайках.

B. rivuláre Schimp. – на гнилій деревині, на вологих місцях у гайках, на залишках повалених стовбурів дерев.

B. rutábulu (Hedw.) Schimp. – на ґрунті вологих місць біля березових та вільхових болітець, на гнилих повалених стовбурах дерев.

CERHALOZIELLA divaricata (Sm.) Schiffn. – на піску окраїн соснових насаджень, на місцях колишніх багать.

CERATODON purpúreus (Hedw.) Brid. – на пісках кучугур, соснових насаджень, у лісових гайках, біля болітець, як домішка до інших мохів.

- CALLIERGON cordifólium** (Hedw.) Kindb. – у обводнених болітцях по краю сфагнових купин.
- CALLIERGONELLA cuspidáta** (Hedw.) Loeske. – у обводнених болітцях по краю сфагнових купин.
- DICRANUM scoparium** Hedw. – на піщаному ґрунті у соснових насадженнях.
- DREPANOCLOUDUS adúncus** (Hedw.) Warnst. – у обводнених, мокрих місцях, на нижніх частинах стебел очерету.
- D. séndtneri** (Schimp. ex H. Müll.) Warnst. f. **gracilescens** (Sanio) Moenk. – у обводнених, мокрих місцях між купинами осок.
- FRULLANIA dilatata** (L.) Dumort. – на корі листяних дерев, зокрема на корі стовбура ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior*).
- FUNARIA hygrométrica** Hedw. – на порушеному ґрунті біля солоного озера.
- HOMALOTHECIUM seríceum** (Hedw.) Schimp. – на окоренках та стовбурах дубів та ясенів.
- HYGROAMBLYSTEGIUM varium** (Hedw.) Mönk. – на основах стовбурів листяних порід дерев.
- HYNUM cupressifórme** Hedw. – на основі стовбурів та на стовбурах усіх листяних порід дерев, на ґрунті у соснових насадженнях.
- LEUCODON sciuróides** (Hedw.) Schwaegr. – на основі стовбурів та на стовбурах усіх листяних порід дерев, особливо на дубах та ясенях.
- LEPTOBRYUM pyrífórme** (Hedw.) Wils. – на ґрунті між оголеними коренями берез у мокрих місцях.
- L. pyrífórme** var. **multigemmiferum** Boiko. – у вологих місцях на рослинних рештках.
- LEPTODICTYUM ripárium** (Hedw.) Warnst. – в обводнених місцях болітець, на кореневих лапах берези, спускається у воду. На коренях вільхи у воді.
- L. ripárium** (Hedw.) Warnst. f. **longifolium** (Schultz.) Grout. – біля обводнених болітець на основах стовбурів та на деревині.
- LEPTODICTYUM ripárium** (Hedw.) Warnst. var. **ramificatinervosum** Boiko – на мокрих місцях біля обводнених болітець.
- LESKEA polycárpa** Hedw. – на основах стовбурів та на стовбурах дерев усіх листяних порід.
- LORHOZIOPSIS excisa** (Dicks.) Konstant & Vilnet. – на піщаному торф'янистому ґрунті березового болітця.
- NUHOLMIELLA obtusifolia** (Schrad ex Brid.) Holmen & E. Warncke. – на стовбурах листяних порід дерев.
- ORTHOTRICHUM affine** Schrad. ex Brid. – на основах стовбурів та на стовбурах листяних порід дерев.
- O. diaphánum** Schrad. ex Brid. – на корі основ стовбурів дерев у заглибинках з гумусом.
- O. pumilum** Sw. – на стовбурах дуба звичайного (*Quercus robur*).
- O. speciósum** Nees. – на основах стовбурів та на стовбурах листяних порід дерев.
- O. striátum** Hedw. – на корі стовбурів листяних порід дерев.
- OXYRRHYNCHIUM speciósum** (Brid.) Warnst. – при основах стовбурів дерев та на ґрунті біля них.
- POHLIA nútans** (Hedw.) Lindb. – на пеньках та гнилій деревині у гайках.
- POLYTRICHUM commúne** Hedw. – на ґрунті по більш-менш сухому краю обводненого болітця, утворює великі подушки з великою кількістю спорогонів.
- P. juniperínium** Hedw. – на відкритих пісках та у соснових насадженнях.
- P. perigoniále** Michx. – на пісках по краю соснового лісу.
- P. pilíferum** Hedw. – на пісках та у соснових насадженнях.
- PORELLA platyphylla** (L.) Pfeiff. – на корі стовбурів *Quercus robur* та *Fraxinus excelsior*.

PHYSCOMTRIUM pyriforme (Hedw.) Bruch & Schimp. – а ґрунті по берегах обводнених болітець.

PTERIGYNANDRUM filiforme Hedw. – при основі стовбура вільхи та берези.

PTYCHOSTOMUM capillare (Hedw.) Holyoak & N.Pedersen (= *Bryum capillare* Hedw.) – на гнилій деревині у листяних гайках.

P. morávicum Podp. (= *Bryum capillare* var. *flaccidum* Bruch & Schimp.) – на основах стовбурів берез.

P. morávicum (Podp.) Ros & Masimpaka f. **pulvinatum** (Warnst.) Podp. (= *Bryum morávicum* Podp.) – на основах стовбурів та біля стовбурів дерев берези.

P. pállens (Sw.) J.R.Spence (= *Bryum pállens* Sw.) – на відкритих пісках у заглибинках.

PYLAISIA polyántha (Hedw.) Schimp. – на основах стовбурів та на стовбурах дерев листяних порід.

RADULA complanata (L.) Dumort. – на основах стовбурів та на стовбурах дерев листяних порід.

SANIONIA uncináta (Hedw.) Loeske. – на вологому ґрунті висохлого болітця.

SPHAGNUM cuspidatum Ehrh. ex Hoffm. – на передрілому листі по краю болітця з *Betula borysthénica*, *Alnus glutihosa*, *Salix viminalis* L. та *S. alba* L.

S. fállax (Klinggr.) Klinggr. – серед березового болітця від невеликих купин до латок 3 х 4 м, часто разом з іншими видами сфагнумів. Купини серед вільхово-вербового болітця.

S. fimbriátum Wils. – серед березового болітця від невеликих купин до латок 3 х 4 м, часто разом з іншими видами сфагнумів. Купини серед вільхово-вербового болота.

S. palustre L. – невеликі включення до сфагнових купин з інших видів сфагнових мохів.

S. squarrósum Cromb. – окремими подушками, в середньому 20 х 30 см, по болітцях з берези, вільхи та верб (*Salix viminalis* L., *S. alba* L.).

SYNTRICHIA ruralifórmis (Besch.) Cardot. – на пісках, по краях соснових насаджень.

S. rurális (Hedw.) F. Weber & Mohr. – на пісках, у розріджених соснових насадженнях, на основах стовбурів дерев.

S. vírésceus (De Not.) Ochuga. (= *Syntrichia pulvinata* (Jur.) Jur.) – на основах стовбурів та на стовбурах дерев листяних порід.

TORTULA muralis Hedw. – на прошарках гумусу на залишках кинутих шматків бетону.

T. subuláta Hedw. – на ґрунті і основах стовбурів дерев в гайках.

Обговорення

Загальна бріофлора урочища Буркутські плавні нараховує 63 види, які входять до складу 36 родів, 23 родин, трьох класів – Jungermanniopsida, Sphagnopsida та Bryopsida, двох відділів – Marchantiophyta та Bryophyta. Переважають представники класу Bryopsida відділу Bryophyta, їх нараховується 54 види, що складає 79,38% усієї бріофлори, видів класу Sphagnopsida лише – 5 (7,35%). Відділ Marchantiophyta представлений 4 видами (5,88%) класу Jungermanniopsida. У класі Bryopsida дещо переважають верхоспорогонні види, їх налічується 29 (45,82%), бокоспорогонних відмічено 25 (39,50%) видів. Відомо, що переважання верхоспорогонних мохів над бокоспорогонними є характерною рисою аридних бріофлор [Воїко, 1992]. Так показник цього відношення, пропорція – ПСв/б, для бріофлори підзони типчаково-ковилових степів степової зони України становить 2,2:1, а для найпівденнішої підзони пустельних полиново-типчаково-ковилових степів взагалі зростає до 9,6:1. Проте для бріофлори урочища Буркутські плавні величина показника значно менша, всього 1,16:1. Це свідчить про специфічність тут умов для формування бріофлори, тобто буркутська бріофлора не відноситься до аридного типу, а має перехідний характер між аридним і сильвопалеарктичним типами бріофлор. На це ж указує індекс видової чисельності пари родин Pottiaceae / Amblystegiaceae (склад родин розглядаємо в широкому розумінні), який становить 0,5. Такий показник мають бріофлори

сильвопалеарктичного (наприклад, цей показник для бріофлори Українського Полісся – 0,8) і навіть північнопалеарктичного типів. Ці матеріали свідчать про особливі шляхи та умови формування буркутської бріофлори, які ще треба детальніше досліджувати у комплексі з дослідженнями флори та ліхенобіоти.

Серед родин переважають *Amblystegiaceae* та *Brachytheciaceae*, які включають 9 та 8 видів відповідно, 25,93% усього видового складу бріофлори (табл. 1). Їх домінування пояснюється наявністю водно-болотних та помірно зволжених лісових, чагарникових та лучних біотопів. Родина *Pottiaceae*, яка домінує у зональній бріофлорі степової зони та у всіх регіональних бріофлорах, у буркутській бріофлорі займає лише 5 місце. Наступні родини *Bryaceae*, *Orthotrichaceae*, *Pottiaceae* та *Sphagnaceae* займають 3–7 місця у спектрі родин. Такий набір родин у верхівці спектру з видами, що мають дуже відмінні еколого-ценотичні вимоги, свідчить про значне розмаїття природних умов урочища. Наявність різноманітних геоморфологічних, геологічних, гідрологічних, ґрунтових та геоботанічних умов сприяло поселенню та відбору тут мохів з різними, часом зовсім протилежними вимогами до характеру оселищ.

Перші місця у родовому спектрі (табл. 2) займають роди *Brachythecium*, *Sphagnum* та *Orthotrichum* (по 8,10% кожен), що пояснюється наявністю сприятливих для їх зростання біотопів у лісовому, чагарниковому, болотному та лучному типах рослинності.

Треба відмітити, що 26 родів з 37, так як і 12 родин з 22 представлені лише одним видом. Це свідчить про міграційний характер бріофлори урочища, вказує на те, що на даному етапі розвитку вона продовжує знаходитися на стадії формування з окремих видів, які проникають з сусідніх територій, головним чином з північного напрямку по долині Дніпра. Багато з цих видів мають широку екологічну амплітуду, евритопні. Тобто бріофлора урочища збірна, а стосовно її генезису гетерогенна і гетерохронна.

Таблиця 1

Спектр родин бріофлори урочища Буркутські плавні

Table 1

The families spectrum of bryoflora Burkuty Plavni landmark

Родини	Кількість видів	% від загальної кількості
1. <i>Amblystegiaceae</i>	9	13,17
2. <i>Brachytheciaceae</i>	8	12,76
3. <i>Bryaceae</i>	6	9,60
4. <i>Orthotrichaceae</i>	6	9,60
5. <i>Pottiaceae</i>	5	8,22
6. <i>Sphagnaceae</i>	5	8,22
7. <i>Polytrichaceae</i>	4	6,45
8. <i>Hypnaceae</i>	3	4,87
9. <i>Aulacomniaceae</i>	2	3,28
10. <i>Funariaceae</i>	2	3,28
11. <i>Frullaniaceae</i>	1	1,58
12. <i>Calliergonaceae</i>	1	1,58
13. <i>Sephalozellaceae</i>	1	1,58
14. <i>Dicranaceae</i>	1	1,58
15. <i>Ditrichaceae</i>	1	1,58
16. <i>Leskeaceae</i>	1	1,58
17. <i>Leucodontaceae</i>	1	1,58
18. <i>Meesiaceae</i>	1	1,58
19. <i>Mniaceae</i>	1	1,58
20. <i>Porellaceae</i>	1	1,58
21. <i>Pteryginandraceae</i>	1	1,58
22. <i>Radulaceae</i>	1	1,58
23. <i>Scapaniaceae</i>	1	1,58
Всього	63	100

Географічний аналіз бріофлори показує, що у ній домінують види бореального еволюційно-географічного елемента. Їх нараховується 29 (45,82%) видів, на другому місці види неморального елемента – 23 (36,34%) види. Отже у географічному відношенні бріофлора урочища Буркутські плавні за походженням є північною бореально-неморальною бріофлорою. Видів аридного елемента всього 3. Все це вказує на оазисний характер бріофлори території, що знаходиться на півдні степової зони серед субаридних просторів. Міграційний характер бріофлори підкреслюють також типи ареалів видів. Серед них домінують біполярний тип – 25 видів та голарктичний – 16 видів, паннеморальних та панбореальних разом нараховується 12 видів. Ареали меншої величини, євро-американський та євро-азійський мають лише два види мохів.

Відповідно до особливостей місцезростань та наявності біотопів виділені екологічні групи мохоподібних в залежності від зволоження, освітлення, хімізму та трюфності субстратів.

Таблиця 2

Спектр родів бріофлори урочища Буркутські плавні

Table 2

Spectrum of genera of bryoflora Burkuty Plavni landmark

Роди	Кількість видів	% від загальної кількості
1. <i>Brachythecium</i>	5	8,10
2. <i>Sphagnum</i>	5	8,10
3. <i>Orthotrichum</i>	5	8,10
4. <i>Amblystegium</i>	4	6,33
5. <i>Polytrichum</i>	4	6,33
6. <i>Bryum</i>	3	4,75
7. <i>Ptychostomum</i>	3	4,75
8. <i>Syntrichia</i>	3	4,75
9. <i>Aulacomnium</i>	2	3,16
10. <i>Drepanocladus</i>	2	3,16
11. <i>Tortula</i>	2	3,16
12. <i>Frullania</i>	1	1,58
13. <i>Funaria</i>	1	1,58
14. <i>Brachytheciastrum</i>	1	1,58
15. <i>Calliargon</i>	1	1,58
16. <i>Calliargonella</i>	1	1,58
17. <i>Cephaloziella</i>	1	1,58
18. <i>Ceratodon</i>	1	1,58
19. <i>Dicranum</i>	1	1,58
20. <i>Homalothecium</i>	1	1,58
21. <i>Hygroamblystegium</i>	1	1,58
22. <i>Hypnum</i>	1	1,58
23. <i>Leptobryum</i>	1	1,58
24. <i>Leptodictyum</i>	1	1,58
25. <i>Leskea</i>	1	1,58
26. <i>Lophoziopsis</i>	1	1,58
27. <i>Nyholmiella</i>	1	1,58
28. <i>Oxyrrhynchium</i>	1	1,58
29. <i>Physcomitrium</i>	1	1,58
30. <i>Pohlia</i>	1	1,58
31. <i>Porella</i>	1	1,58
32. <i>Pseudoamblystegium</i>	1	1,58
33. <i>Pseudocampylium</i>	1	1,58
34. <i>Pterigynandrum</i>	1	1,58
35. <i>Pylaisia</i>	1	1,58
36. <i>Radula</i>	1	1,58
37. <i>Sanionia</i>	1	1,58
Всього:	63	100

В екологічній групі щодо зволоження місцезростань домінують види проміжних груп – мезоксерофітів, до якої віднесено 20 видів, мезогігрофітів – 7 видів та гігрогідрофітів – 9 видів. Тобто більше половини видового складу 36 видів (56,8%) є представниками проміжних екологічних груп. Близькі за вимогами до домінуючої екологічної групи мезоксерофітів, ксерофіти та мезофіти представлені 9 видами кожна.

В екологічній групі за відношенням до умов освітлення, як і в попередній групі, домінують види проміжної групи між геліофітами і сціофітами, а саме – геліосціофіти, до яких віднесено більше половини видового складу – 33 види (52,14%). Геліофітів нараховується 16 видів, сціофітів – 14. Такий спектр пояснюється тим, що більшість біотопів перебувають у напівзатінених місцях лісових ценозів з незначною зімкнутістю деревостанів (Рис. 1, 2).

Види мохоподібних у своєму поширенні залежать також від хімізму субстратів, їх хімічного складу, який визначається за допомогою індикаторних рослин, певних характеристик субстратів та відомостей з інших наук. У дослідженій бріофлорі проявляється абсолютне домінування інцертофільних видів, тобто видів без чітких проявів залежності від хімізму субстрату, з тяжінням до біотопів, у яких не проявляється переважаюча дія будь-якої складової хімічного складу. Інцертофітів нараховується 52 види, що складає 82,16% усього видового складу бріофлори. Крім них 7 видів відносяться до ацидофітів, які зростають в субстратних умовах з $pH < 7$, та по два види відносяться до галофітів та кальцефітів.



Рис. 1. Мох *Aulacomnium arenopaludosum* Boiko на залишках листків дерев в оточенні *Ceratodon purpureus* Hedw. (Brid). в урочищі Буркутські плавні.

Fig. 1. Moss *Aulacomnium arenopaludosum* Boiko on leaves remnant surrounded by moss *Ceratodon purpureus* Hedw. (Brid). in the Burkuty Plavni landmark.

Ценотичну активність видів визначали з урахуванням трапляння виду у типах ценозів, трапляння виду у типах біотопів та чисельності і ролі виду у мохових угрупованнях. Виявилось, що більшість видів буркутської бріофлори відносяться до груп середньоактивних – 18 видів, неактивних – 17 видів та малоактивних – 15 видів. Сумарно це становить 79,0% видового складу. Лише 7 видів є особливо активними та 6 видів – високоактивними.

У залежності від багатства субстрату елементами живлення мохоподібні розділяються на кілька екологічних груп за відношенням до трофності субстрату. За показником трофності у бріофлорі домінують олігомезотрофи та мезотрофи – по 18 видів (56,88%), до яких примикає група з 11 мезоевтрофних видів. Тобто і тут проявляється перевага проміжних, середніх за багатством елементів живлення видів.

У спектрі життєвих форм найбільшою кількістю видів представлені такі життєві форми, як килим плоский – 18 видів (28,44%) та дернина рихла або пухка – 16 видів (25,28%), інші життєві форми представлені значно меншою кількістю видів. Якщо порівнювати зі спектром життєвих форм бріофлори усїєї степової зони, то можна помітити, що за місцем у спектрі обох бріофлор співпадають лише два типи життєвих форм – дернина рихла та килим плоский. Третій тип – дернина щільна, яка у спектрі бріофлори степової зони займає третє місце, у буркутській бріофлорі представлена значно меншою кількістю і до групи переважаючих не входить.

Особливості бріофлори також відображає спектр статевих станів, статевих типів видів. Якщо у бріофлорі усїєї степової зони з її зональними, екстразональними, інтразональними і антропогенними ценозами доволі різко переважають дводомні види – 53,2%, а однодомних значно менше – 37,0%, то у буркутській бріофлорі переважає дуже мале: дводомних – 29 (45,82%), а однодомних – 25 (39,5%). Це вказує на приблизну рівність як корінних, так і вторинних, похідних ценозів у складанні рослинного покриву району досліджень. На основі багаторічних досліджень складено список видового складу печіночників та мохів урочища.

Буркутська бріофлора має свої, тільки їй притаманні особливості. Це є відображенням шляхів формування бріофлори у часовому вимірі, що привело як результат до мозаїчного розташування на дослідженій території різноманітних, часом зовсім протилежних за характеристиками ценозів рослинного покриву, що перемежуються у різних варіантах: боліт з водним дзеркалом, заболочених місцин без стоячої води, ділянок листяних лісків з різних деревних порід, лук, пісків, піщаних кучугур, штучних соснових лісів та ін.

Значний вплив на формування сучасної бріофлори урочища Буркутські плавні мав і має нині антропогенний тиск останніх десятиріч. На це вказує значна кількість синантропних видів. Майже половина видового складу флори мохів відділу Bryophyta відноситься до синантропної апофітної фракції (49,2%), до індигофітної лише трохи більше половини (50,8%).

Серед бореальних елементів дослідженої бріофлори урочища Буркутські плавні найбільший інтерес становлять болотні види мохів, перш за все сфагнові мохи. Ці види трапляються у березових та вільхових болітцях, значно рідше в зниженнях без деревних порід серед *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth та видів *Carex* та ін. Перевагу віддають березнякам 20–30 річного віку, у вільшняках та у змішаних ценозах зустрічаються рідше. Характерним є дуже тонкий шар торфу під сфагновими мохами, причому зі слабкою здатністю до розкладання, та невеликі розміри осоково-сфагнових сплавин у озерцях. На основі цих особливостей стверджувалося, що процес проникнення болотних бореальних елементів у південному напрямку продовжується і тепер.



Рис. 2. Купина сфагнових мохів у болітцях з *Betula borysthena*, *Alnus glutihosa*, *Salix viminalis* та *S. alba* в урочищі Буркутські плавні (Фото М. Захарова).

Fig. 2. A bunch of sphagnum mosses in the swamps of *Betula borysthena*, *Alnus glutihosa*, *Salix viminalis* and *S. alba* in the Burkuty Plavni landmark (Photo by M. Zakharova).

Багатьма дослідниками різними методами показано, що ще у міоцені на півдні України існували хвойно-листяні ліси та ландшафти відкритого типу [DOROFEEV, 1955; TORFOVO-VOLOTNYI..., 1973; SCHEKINA, 1975, 1979; VEKLYCH, 1982; ARAP et al., 1992]. Ще з тих часів тут були сприятливі умови для зростання сфагнових мохів. І в четвертиному періоді, в голоцені були достатні умови для існування сфагнових мохів.

Так в околицях Кардашинського торфовища (Голопристанський р-н Херсонської обл.) зростали соснові, березові, вільхові, дубові ліси, відмічалися спори сфагнових мохів, а серед трав'янистих рослин були представлені болотні види осок [ARTIUSHENKO, VACHURYNA, 1958; ARTIUSHENKO, 1970; KREMENETSKII, 1991; BEZUSKO, BEZUSKO, 2000; BEZUSKO et al., 2011].

Отже, сфагнові мохи і сфагнові болітця існують на півдні України ще з міоцену, завжди були, як і зараз, інтразональним явищем для цієї території. Відсутність потужних відкладів торфу у нинішніх болітцях можна пояснити тим, що вони не можуть довго залишатися на одному місці, оскільки піщаний субстрат дуже динамічний від дії води і вітру і не сприяє фоссилізації рослинних решток. Здатність сфагнових болітців затухати в одному місці і знову з'являтися у іншому дала їм можливість відходити на інше місце при трансгресіях моря і повертатися назад при регресіях та відновлюватися на промитих річковою водою піщаних терасах.

Це ж стосується також вільхових, тополевих і дубових гайків, а в недалекому минулому і соснових лісів, діаспори для відновлення яких масово, в тому числі і мохового компоненту, поступали з північних територій на південь річковими долинами та переносились іншими природними способами. Такі переноси існували давно і

існують тепер. Про це в певній мірі свідчать не тільки знахідки сфагнових мохів, а й знахідки багатьох бореальних та неморальних видів брієвих мохів та мохових угруповань на вікових деревах у старовинних парках, які закладалися на півдні України, починаючи з останньої чверті XVIII століття. За нашими спостереженнями, у них добре сформувалася типова епіфітна бріофлора, незважаючи на відносно короткий вік парків (трохи більше 200 років) та негативну роль антропогенного фактора. Це також підтверджує наш висновок про безперервність процесу формування бріофлори урочища Буркутські плавні протягом тривалого часового періоду.

Наявність рідкісних видів мохоподібних та рідкісних угруповань [ВОІКО, 1988, 2010; RED DATA BOOK, 2009; ZELENА... , 2000] вимагає прийняття заходів з їх охорони, а саме включення усіх місцезростань сфагнів урочища Буркутські плавні, як найцінніших елементів північної бріофлори, до Національного природного парку «Олешківські піски», проведення екомоніторингу [ІЛНУТСЬКІІ et al., 2005; КНОДОСОВТСЕВ et al., 2011] та дослідження стану популяцій сфагнових мохів.

Подяки

Автор щиро дякує професорам Ходосовцеву О.Є. та Мойсієнку І.І. за організацію та проведення традиційних весняно-літніх та осінньо-зимових експедицій кафедри ботаніки Херсонського державного університету до Буркутських плавнів, викладачеві кафедри мовознавства Мунтян Т.В. за допомогу у перекладі англійською мовою, викладачеві кафедри ботаніки Захаровій М.Я. та науковому співробітникові національного природного парку «Олешківські піски» Садовій О.Ф. за допомогу у пошуках місцезнаходжень сфагнових мохів та їх фотографування. Дослідження виконано за підтримки проекту Міністерства освіти та науки України (N 0116U004735).

References

- ARAP R.YA., BEZUSKO L.G., SYABRYAJ S.V., ТИМЧЕНКО Т.В., YAKOVENKO S.A. (1992). Supplement to history of vegetation in the south of Ukraine in Neogene-Anthropogene (according to paleopalynological data). *Ukr. Bot. J.*, **49** (6): 46–49. (in Ukrainian)
- ARTYUSHENKO A.T. (1970). *Rastitelnost lesostepi i stepi Ukrainy v chetvertichnom periode*. Kyiv: Naukova dumka, 173 p. (in Russian)
- ARTYUSHENKO A.T., BACHURINA A.F. (1958). New data on the stratigraphy and spore and pollen investigation of the Kardashinka peat bog. *Ukr. Bot. J.*, **15** (3): 60–70. (in Ukrainian)
- BACHURINA A.F., ВОІКО M.F. (1978). Bryophyta of afforested are of the Black Sea Reservation. *Ukr. Bot. J.*, **35** (2): 149–152. (in Ukrainian)
- BEZUSKO L.H., BEZUSKO A.H. (2000). Do pytannya pro poshyrennya lisiv u Nyzhnomu Podniprovyi u piznomu holotseni (za palinologichnymy danymy). *Naukovi zapysky NAUKMA. Biologiya ta ekolohiya*, **18**: 4–12.
- BEZUSKO L.H., MOSYAKIN S.L., BEZUSKO A.H. (2011). *Zakonomirnosti ta tendentsii rozvytku roslynnoho pokryvu Ukrainy u piznomu pleystotseni ta holotseni*. Kyiv: Alterpres, 448 p.
- ВОІКО M.F. (1986). Znakhidka sfahnovykh mokhiv na Khersonshchyni. *Ukr. Bot. J.*, **43** (2): 38. (in Ukrainian)
- ВОІКО M.F. (1987). O sfahnovykh mkhakh stepnoy zony evropeyskoy chasty SSSR. *Botan. Journ.*, **4**: 466–472. (in Russian)
- ВОІКО M.F. (1988). New discoveries of rare and endangered plant species in Kherson and Mykolaiv regions. *Ukr. Bot. J.*, **45** (5): 84–87. (in Ukrainian)
- ВОІКО M.F. (2010). *Red List of Bryobionta of Ukraine. Rare and endangered species of the Briobionta of Ukraine*. Kherson: Ailant, 94 p. (in Ukrainian)
- ВОІКО M.F. (2014). The Second checklist of Bryobionta of Ukraine. *Chornomors'k. bot. z.*, **10** (4): 426–487. doi: 10.14255/2308-9628/14.104/2
- ВОІКО M.F., MOSKOV N.V., ТУХОНОВ V.I. (1987). *Rastytelnyi myr Khersonskoy oblasti*. Symferopol: Tavria, 144 p. (in Russian)
- ГЕОГРАФИЧНА енциклопедія України в 3-х томах. Т. 1. (1989). Марыnych O.M. (ed.). K.: URE, 416 p. (in Ukrainian)
- GORDIENKO I.I. (1969). *Oleshkovskie peski i biogeocenoticheskie svyazi v processe ih zarostaniya*. Kyiv: Naukova dumka, 186 p. (in Russian)
- GRYN F.O. (1954). Pro mynule i suchasne lisovykh haykiv na Nyzhnodniprovsykh piskakh. *Botan. Journ.*, **11** (1): 45–54. (in Ukrainian)
- DOROFEEB P.I. (1955). O nakhode pontycheskoy flory na Ukrayne. *DAN SSSR*, **102** (5): 1017–1018. (in Russian)
- ELLIS L.T., ALEFFI M., BEDNAREK-OCHYRA H., BAKALIN V.A., ВОІКО M., CALLEJA J.A., FEDOSOV V.E., IGNATOV M.S., IGNATOVA E.A., GARILLETI R., HALLINGBÄCK T., LÖNNELL N., HODGETTS N.,

- KIEBACHER T., LARRAÍN J., LEBOUVIER M., LÜTH M., MAZIMPAKA V., VIGALONDO B., LARA F., NATCHEVA R., NOBIS M., NOWAK A., ORGAZ J.D., GUERRA J., PANTOVIĆ J., NIKOLIĆ N., SABOVLJEVIĆ M.S., SABOVLJEVIĆ A.D., PISARENKO O.YU., PLÁŠEK V., SKOUPÁ Z., POPONESSI S., PRIVITERA M., PUGLISI M., SKUDNIK M., WANG Q.H. (2017). New national and regional bryophyte records, 51. *Journal of Bryology*, **39** (2): 177–190.
- ILNYTSKII O.A., BOIKO M.F., FEDORCHUK M.I., DEREVIANKO V.M., SHYSHKIN V.A. (2005). *Osnovy fytomonitorinsha (monohrafyya)*. Kherson: Ailant, 345 p. (in Russian)
- KHODOSOVTSSEV A.YE., BOIKO M.F., NADYEINA O.V., KHODOSOVTSSEVA YU.A. (2011). Lichen and bryophyte associations on the lower Dnieper sand dunes: syntaxonomy and weathering indication. *Chornomors'k. bot.z.*, **7** (1): 44–66. doi: 10.14255/2308-9628/11.71/5 (in Ukrainian)
- KREMENETSKII K.V. (1991). *Paleoekolohyya drevneyshykh zemledeltsev y skotovodov Russkoy ravnyny*. M.: YH AN SSSR, 188 p. (in Russian)
- LAVRENKO E.M. (1936). O genezise sfagnovykh bolot v predelakh stepnoy zony v baseyne rek Buga, Dnepra i Dona. *Sov. Bot.*, **3**: 24–42. (in Russian)
- LAVRENKO E.M. (1973). Borealnaya rastitelnost Limanskoy gruppy ozer i bolot v doline Srednego Dontsa. *Probl. biogeotsenol., geobot. i botan. geogr.*: 125–155. (in Russian)
- LAVRENKO E.M., IZVEKOVA Z.T. (1936). Do vivchennya landshaftiv i stratigrafii Kardashinskogo bolota v mezhakh nizu Dnipra. *Chetvertinnyy period*, 112: 3–14. (in Ukrainian)
- MATEO R.G., BROENNIMANN O., NORMAND S., PETITPIERRE B., ARAÚJO M.B., SVENNING J.-C., BASELGA A., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F., GÓMEZ-RUBIO V., MUÑOZ J., SUAREZ G.M., LUOTO M., GUI SAN A., VANDERPOORTEN A. (2016). The mossy north: an inverse latitudinal diversity gradient in European bryophytes. *Sci. Rep.*, **6**: 25546. doi: 10.1038/srep25546
- PRYRODA Khersonskoi oblasti (1998). Boiko M.F. (ed.). K.: Fitosotsiotsentr, 120 p. (in Ukrainian)
- RED data book of Ukraine. Plant kingdom (1996). Sheliakh-Sosonko Yu.P. (ed.). Kyiv: Entstyklopedia, 608 p. (in Ukrainian)
- RED data book of Ukraine. Plant kingdom (2009). Didukh Ya.P. (ed.). Kyiv: Globalkonsalting, 612 p. (in Ukrainian)
- TORFOVO-bolotniy fond URSR, yogo rayonuvannya ta vykorystannya (1973). K.: Naukova dumka, 263 p. (in Ukrainian)
- SCHOFIELD W.B. (1988). Bryophyte disjunctions in the Northern Hemisphere: Europe and North America. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **98** (21): 1–224.
- SCHOFIELD W.B., CRUM H.A. (1972). Disjunctions in bryophytes. *Annals Missouri Botanical Garden*, **5**: 174–202.
- SHCHEKINA N.A. (1975). Istoriya razvitiya rastitelnogo pokrova Khersonskoy i Nikolaevskoy oblastey v sarmatskom veke. *Flora, sistematika i filogeniya rasteniy*: 265–278. (in Russian)
- SHCHEKINA N.A. (1979). *Istoriya flory i rastitelnosti yuga evropeyskoy chasti SSSR v pozdnem miotsene – rannem plitsene*. Kiev: Nauk. dumka, 198 p. (in Russian)
- VEKLYCH L.P. (1982). *Paleoetapnost i stratotypy pochvennykh formatsiy verkhneho kaynozoya*. Kyiv: Naukova dumka, 208 p. (in Russian)
- ZELENA knyha Ukrainy (2009). Didukh Ya.P. (Ed.) Kyiv: Alterpres, 448 p. (in Ukrainian)
- ZEROV D.K. (1936). Do vyvchennya stratyhrafii sfahnovykh bolit druhykh (borovykh) teras richok systemy Dnipra. *Naukovi zapysky Kyiv. derzh. un-tu*, **2**: 41–55. (in Russian)
- ZEROV D.K. (1946). Stratyhrafyya sfahnovykh bolit stepovoi chastyny URSR. *Bot. zhurn. AN URSR*, **3** (3–4): 29–34. (in Ukrainian)

Рекомендує до друку
Ходосовцев О.Є.

Отримано 20.03.2018

Адреса автора:

М.Ф. Бойко
Херсонський державний університет
вул. Університетська, 27
Херсон 73000
Україна
e-mail: mikhailb@i.ua

Author address:

M.F. Boiko
Kherson State University
27, University Str.
Kherson 73000
Ukraine
e-mail: mikhailb@i.ua

Лишайники та ліхенофільні гриби Чалбаської арени нижньодніпровських пісків (Херсонська область)

ОЛЕКСАНДР ЄВГЕНОВИЧ ХОДОСОВЦЕВ
ВАЛЕРІЙ ВІКТОРОВИЧ ДАРМОСТУК
ЮЛІЯ АНАТОЛІЇВНА ХОДОСОВЦЕВА
ГАННА ОЛЕКСІЇВНА НАУМОВИЧ
НАТАЛІЯ ГРИГОРІВНА МАЛЮГА

KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V., KHODOSOVTSSEVA YU.A., NAUMOVICH A.O., MALUGA N.G. (2018). **The lichens and lichenicolous fungi of the Chalbasy arena in Lower Dnipro sand dunes (Kherson region)**. *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 69–90. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/6

160 species of lichens and lichenicolous fungi have been found in Chalbasy arena in Lower Dnipro sand dunes. *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Bacidia fraxinea*, *Ramalina canariensis* were a new for the Ukrainian plains and *Caloplaca monacensis*, *Chaenotheca chlorella*, *Cladonia macilenta*, *Heterocephalacria physciacearum*, *Lecanora chlarotera*, *Lepraria lobificans*, *Porina aenea*, *Punctelia subrudecta* were firstly found for steppe zone. Among Chalbasy arena, the habitats of Burkuty plavni are hotspot for lichens and lichenicolous fungi diversity of the steppe zone of Ukraine. The landscape is cover of 0,5% of Lower Dnipro Sand dunes and has 77% lichens and lichenicolous fungi founding on this territory. The Chalbasy arena represents a northern lichen elements. It occupied of the sand dunes habitats after the last glacial period 10–12 thousand years ago. Probably, *Absconditella lignicola*, *Candelariella kuusamoensis*, *Punctelia subrudecta*, *Usnea glabrescens* are relics of the early Holocene. Probably, the penetration of Atlantic species, *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Ramalina canariensis* to the territory of Lower Dnipro sand dunes habitas began in the second half of the Holocene and it continues to this time. In Chalbasy arena, *Cetraria aculeata*, *Ramalina canariensis*, *Xanthoparmelia camtschadalis* are listed in the Red Data Book of Ukraine and *Anaptychia ciliaris*, *Bacidia rubella*, *Candelaria concolor*, *Chaenotheca trichialis*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecania ephredrae*, *Parmelina quercina*, *Parmelina tiliacea*, *Placynthiella olygothropa*, *Phlyctis argena*, *Usnea hirta*, *U. glabrescens* are included to the Red List of Kherson region. *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Cladonia macilenta*, *Caloplaca monacensis*, *Lepra albescens*, *Chaenotheca chlorina*, *Porina aenea*, *Pseudoschismatomma rufescens*, *Punctelia subrudecta* are vulnerable lichen species within steppe zone and are in need of protection. It is proposed to expand the territory of the Oleshkivski pisky National Park and create a Gileya Regional Landscape Park on western part of Chalbasy arena with aim to protect of the lichen habitats.

Key words: hotspot lichen diversity, steppe zone, northern elements, Red List, Ukraine

ХОДОСОВЦЕВ О.Є., ДАРМОСТУК В.В., ХОДОСОВЦЕВА Ю.А., НАУМОВИЧ Г.О., МАЛЮГА Н.Г. (2018). **Лишайники та ліхенофільні гриби Чалбаської арени нижньодніпровських пісків (Херсонська область)**. *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 69–90. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/6

На території Чалбаської арени нижньодніпровських пісків виявлено 160 видів лишайників, ліхенофільних та близьких до лишайників грибів, серед яких *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Bacidia fraxinea*, *Ramalina canariensis* виявились новими для рівнинної частини України, а *Caloplaca monacensis*, *Chaenotheca chlorella*, *Cladonia macilenta*, *Heterocephalacria physciacearum*, *Lecanora chlarotera*, *Lepraria lobificans*, *Porina aenea*, *Punctelia subrudecta* – для її степової зони. Біотопи урочища Буркутські плавні Чалбаської арени, де сконцентровано 77%

видів досліджених груп організмів за відношенням до усього їх різноманіття на нижньодніпровських пісках, ми пропонуємо вважати однією із «гарячих точок» різноманіття степової зони України. Чалбаська арена репрезентує значну кількість «північних» елементів, поширення яких, скоріше всього, пов'язане із закінченням останнього зледеніння близько 10–12 тис. років тому та початком голоцену. Ймовірно, лишайники *Absconditella lignicola*, *Candelariella kuusamoensis*, *Punctelia subrudecta*, *Usnea glabrescens* можна оцінити як релікти раннього голоцену. Ми гіпотетично допускаємо, що проникнення атлантичних видів, таких як *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Ramalina canariensis* до території нижньодніпровських арен скоріше всього розпочалося у другій половині голоцену і продовжується дотепер. На території Чалбаської арени виявлено три види лишайників, *Cetraria aculeata*, *Ramalina canariensis*, *Xanthoparmelia camtschadalis*, що занесені до Червоної книги України, та дванадцять видів лишайників, *Anaptychia ciliaris*, *Bacidia rubella*, *Candelaria concolor*, *Chaenotheca trichialis*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecania ephedrae*, *Parmelina quercina*, *Parmelina tiliacea*, *Placynthiella olygothropa*, *Phlyctis argena*, *Usnea hirta*, *U. glabrescens*, занесених до Червоного списку Херсонської області. До наступного регіонального переліку видів, що потребують охорони, пропонується включити дванадцять видів вразливих лишайників: *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Cladonia macilenta*, *Caloplaca monacensis*, *Lepra albescens*, *Chaenotheca chlorina*, *Porina aenea*, *Pseudoschismatomma rufescens*, *Punctelia subrudecta*. Для охорони біотопів Чалбаської арени та моніторингу популяцій вразливих видів лишайників пропонується розширити територію Національного природного парку «Олешківські піски» та створити на більшості території Чалбаської арени Регіональний ландшафтний парк «Гілея».

Ключові слова: гарячі точки різноманіття лишайників, степова зона, північні елементи, червоний список, Україна

ХОДОСОВЦЕВ А.Е., ДАРМОСТУК В.В., ХОДОСОВЦЕВА Ю.А., НАУМОВИЧ А.О., МАЛЮГА Н.Г. (2018). Лишайники и лихенофильные грибы Чалбаской арены нижнеднепровских песков (Херсонская область). *Черноморск. бот. ж.*, 14 (1): 69–90. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/6

На территории Чалбаской арены нижнеднепровских песков найдено 160 видов лишайников, лихенофильных и близких к лишайникам грибов. Среди них, *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Bacidia fraxinea*, *Ramalina canariensis* впервые приведены для равнинной части Украины, а *Caloplaca monacensis*, *Chaenotheca chlorella*, *Cladonia macilenta*, *Heterocephalacria physciacearum*, *Lecanora chlorotera*, *Lepraria lobificans*, *Porina aenea*, *Punctelia subrudecta* оказались новыми для степной зоны. Биотопы урочища Буркутские плавни Чалбаской арены, где сконцентрировано 77% видов исследованных групп организмов по отношению ко всему их разнообразию на нижнеднепровских песках, можно считать одной из горячих точек разнообразия степной зоны Украины. Чалбаская арена репрезентует большое количество «северных» элементов, распространение которых скорее всего согласуется с окончанием последнего ледникового периода 10–12 тис. лет назад и началом голоцена. Вероятно, лишайники *Absconditella lignicola*, *Candelariella kuusamoensis*, *Punctelia subrudecta*, *Usnea glabrescens* можно оценить как реликты раннего голоцена. Мы гипотетически допуская, что проникновение атлантических видов, таких как *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Ramalina canariensis* на территорию нижнеднепровских песков скорее всего произошло во второй половине голоцена и прородолжается до сих пор. На территории Чалбаской арены выявлено три вида, *Cetraria aculeata*, *Ramalina canariensis*, *Xanthoparmelia camtschadalis*, которые занесены в Красную книгу Украины, а дванадцать видов, *Anaptychia ciliaris*, *Bacidia rubella*, *Candelaria concolor*, *Chaenotheca trichialis*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecania ephedrae*, *Parmelina quercina*, *P. tiliacea*, *Placynthiella olygothropa*, *Phlyctis argena*, *Usnea hirta*, *U. glabrescens* включены в Красный список Херсонской области. В работе предложено включить в региональный красный список: *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Cladonia macilenta*, *Caloplaca monacensis*, *Lepra albescens*, *Chaenotheca chlorina*, *Porina aenea*, *Pseudoschismatomma rufescens*, *Punctelia subrudecta*. Для охраны биотопов Чалбаской арены и

мониторинга популяцій рідких видів лишайників пропонуємо збільшити територію Національного природного парку «Олешковские пески» і створити Регіональний ландшафтний парк «Гілея».

Ключові слова: гарячі точки біорізноманіття, степна зона, північні елементи, Україна

Нижньодніпровські арени, відомі з літератури як «Олешські піски» відкладені водами Дніпра у льодовикову епоху. Їх ландшафт можна визначити як інтразональний горбисто-піщаний Лісостеп, і саме він, власне, і представляє Геродотову Гілею [GORDIYENKO, 1969]. Серед семи арен, з яких складаються Олешські піски, Чалбаська арена є найдавнішою і, відповідно, найцікавішою щодо біорізноманіття. Її рослинний світ приваблював дослідників починаючи з кінця XIX початку XX століть, у першу чергу, наявністю північних елементів на півдні степової зони України [KOSTYUSHEV, 1988; РАСНОСЦ, 1904]. Завдяки унікальному біорізноманіттю, яке поєднувало у собі різні елементи флори та фауни, арену намагалися заповідати ще з 20-х років минулого століття.

Перші відомості щодо лишайників цієї території містяться у роботі А.М. Окснера «Флора лишайників України». За зборами М.І. Клокова з околиць села Буркути був наведений лишайник *Cladonia rangiformis* [OXNER, 1968]. У ліхенологічному гербарії (КНЕР) зберігається близько 260 зразків лишайників з цієї території, що систематично збирались 1–3 рази на рік починаючи з 1991 року. У монографічному зведенні [KHODOSOVTSSEV, 1999] міститься перший список лишайників Чалбаської арени (62 види), оснований головним чином на зборах з околиць Буркут і лише декілька представників роду *Placynthiella*, серед них новий для України *P. oligotropha*, були зібрані біля села Виноградове і опубліковані раніше [KHODOSOVTSSEV, 1997]. У монографічній обробці роду *Candelariella* півдня України [KHODOSOVTSSEV, 2005] з Чалбаської арени наводяться нові для України *Candelariella kuusamoensis*, *C. efflorescens* та відомий раніше *C. xanthostigma*. Останній випуск «Флора лишайників України» [OXNER, 2010] містить інформацію відносно п'яти фісціоїдних лишайників, що вже наводилися раніше та *Lepraria incana* [KHODOSOVTSSEV, 1999]. Окрема публікація присвячена дослідженню лишайників та ліхенофільних грибів Національного природного парку «Олешківські піски» [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], де для природоохоронного відділення «Буркути» наведено 49 видів лишайників.

Починаючи з 2009 року розпочалися дослідження ліхенофільних грибів Чалбаської арени [KHODOSOVTSSEV, UMANETS, 2009]. Зі сланей *Xanthoria parietina*, що були зібрані на території арени, було описано нові для науки види ліхенофільних грибів *Pleospora xanthoriae* та *Trichoconis hafellneri* [BRAUN et al., 2016; KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2016B]. Спеціальні дослідження були направлені на встановлення видового складу ліхенофільних грибів на *Cetraria aculeata*, результатом яких стали опис нового для науки роду *Katherinomyces*, видів *Didymocyrtis trassii*, *Katherinomyces cetrariae*, *Sphaerellothecium aculeatae* [KHODOSOVTSSEV et al., 2016, 2018]. Крім того, серед низки нових для України ліхенофільних грибів, з Чалбаської арени було знайдено 15 видів, зокрема *Didymocyrtis cladoniicola* [KHODOSOVTSSEV, UMANETS, 2009], *Erythricium auranthiacum* [GAVRYLENKO et al., 2009], *Lichenocodium pyxidatae* [KHODOSOVTSSEV, 2011], *Taeniolella phaeophysciae* [PIROGOV, KHODOSOVTSSEV, 2013], *Homostegia piggotii* [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], *Ceratobasidium bulbulifaciens*, *Cladosporium licheniphilum* [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2016A], *Refractohilum intermedium* [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017A], *Briancoppinsia cytospora*, *Lichenochora weillii*, *Pronectria casaresii* [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017B], *Refractohilum achromaticum* [DARMOSTUK et al., 2018], *Acremonium lichenicola* s.l.,

Eonema pyriforme, *Taeniolella rolfii* [KHODOSOVTSSEV et al., 2018]. В цілому, за останні десять років для Чалбаської арени відмічено 25 видів ліхенофільних грибів.

У псамофітних та лісових біотопах Чалбаської арени інтенсивно досліджуються лишайникові угруповання. Відмічено чотири лишайникові асоціації, з яких три описано як нові для науки: *Xanthoparmelietum pokornyi* Khodosovtsev et al. 2011, *Placynthiello uliginosi-Cladonietum rei* Khodosovtsev et al. 2011, *Cladonietum subulato-fimbriatae* Khodosovtsev et al. 2011, а також *Cladonietum alcicornis* Klement 1953, що належать до союзу *Cladonion sylvaticae* Klement 1950 порядку *Peltigeretalia* Klement 1950 [KHODOSOVTSSEV et al., 2011]. В останні роки вивчаються епіфітні асоціації лишайників, з яких на території Чалбаської арени описана одна нова для науки асоціація *Ramalino farinacii-Melanelixietum subargentiferae* Khodosovtsev et al. 2017 на корі листяних порід дерев (*Fraxinus*, *Quercus*) [KHODOSOVTSSEV et al., 2017C].

Отже, зібраний за багато років матеріал щодо біорізноманіття лишайників та ліхенофільних грибів Чалбаської арени, як цілісного псамофітного ландшафту нижньодніпровських арен, потребує критичної перевірки, порівняння з подібними аренами та узагальнення.

Територія досліджень

Чалбаська арена має площу близько 16 тис. га (Рис. 1). Вона складається з біотопів природних листяних лісів (гайки та саги з переважанням *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn, *Betula borystenica* Klok. et Shost., *Fraxinus excelsior* L., *Quercus robur* L., *Populus tremula* L., *Prunus spinosa* L.), штучних листяних (*Robinia pseudoacacia* L.) та хвойних (*Pinus sylvestris* L., *P. nigra* J.F. Arnold) лісів, прирічкових та болотних чагарників, псамофітних степів, лук та непроточних водойм [PRYRODA ..., 1998; MELNYK et al., 2016]. Одним з найпривабливіших урочищ є Буркутські плавні, що було позначено ще на картах Ф. Шуберта XIX століття. Воно розташовано навколо найменшого в Херсонській області села Буркути і займає площу біля 700 га. Урочище містить ясеневі, березові та дубові гайки, залишки заплавлених вербових лісів, які у вологі роки мають дзеркало води, прісні та солоні озера, кучугури (Рис. 2). В урочищі можна знайти одні з найтовстіших (до 650 см в обхваті) та найстаріших верб (*Salix alba* L.) в Україні. Подекуди трапляються осоки (*Populus nigra* L.). У центрі Чалбаської арени знаходяться два озера, що отримали назву Криві озера, дзеркало води яких можна спостерігати навесні. Ще одне озеро, Шелеменське, розташоване на півдні арени, північніше якого знаходяться незакріплені Шелеменські піски. Біля села Виноградове (стара назва Чалбаси) розкинулися Чалбаські луки оточені штучним сосновим лісом та найбільшими абсолютними висотами (46 м н.р.м.). Частково територія Чалбаської арени (1240,2 га) увійшла до складу Буркутського відділення національного природного парку «Олешківські піски».

Матеріали та методи досліджень

Ліхенологічні колекції збиралися протягом 30 експедиційних виїздів до Чалбаської арени (Голопристанський та Олешківський райони Херсонської області) протягом 1991–2017 років. Координати подано для центрального локалітету, однак гербарні зразки могли бути зібрані у радіусі 100 м (Рис. 1):

1. Україна, Херсонська обл, Голопристанський р-н, окол. с. Буркути, старий дубовий гайок, 46°23'41.03" N 32°48'35.11" E, висота 22 м н.р.м., 20.05.1991, збір. О.Є. Ходосовцев; 15.09.1991, збір. О.Є. Ходосовцев; 9.11.1991 збір. О.Є. Ходосовцев; 4.05.1992, збір. О.Є. Ходосовцев; 20.07.1992, збір. О.Є. Ходосовцев; 12.10.1992, збір. О.Є. Ходосовцев; 7.11.1992, збір. О.Є. Ходосовцев; 01.05.1993, збір. О.Є. Ходосовцев; 10.10.1994, збір. О.Є. Ходосовцев; 22.07.1994, збір. О.Є. Ходосовцев; 30.07.1996, збір. О.Є. Ходосовцев; 20.08.1999, збір. О.Є. Ходосовцев; 04.11.2006, збір. О.Є. Ходосовцев;

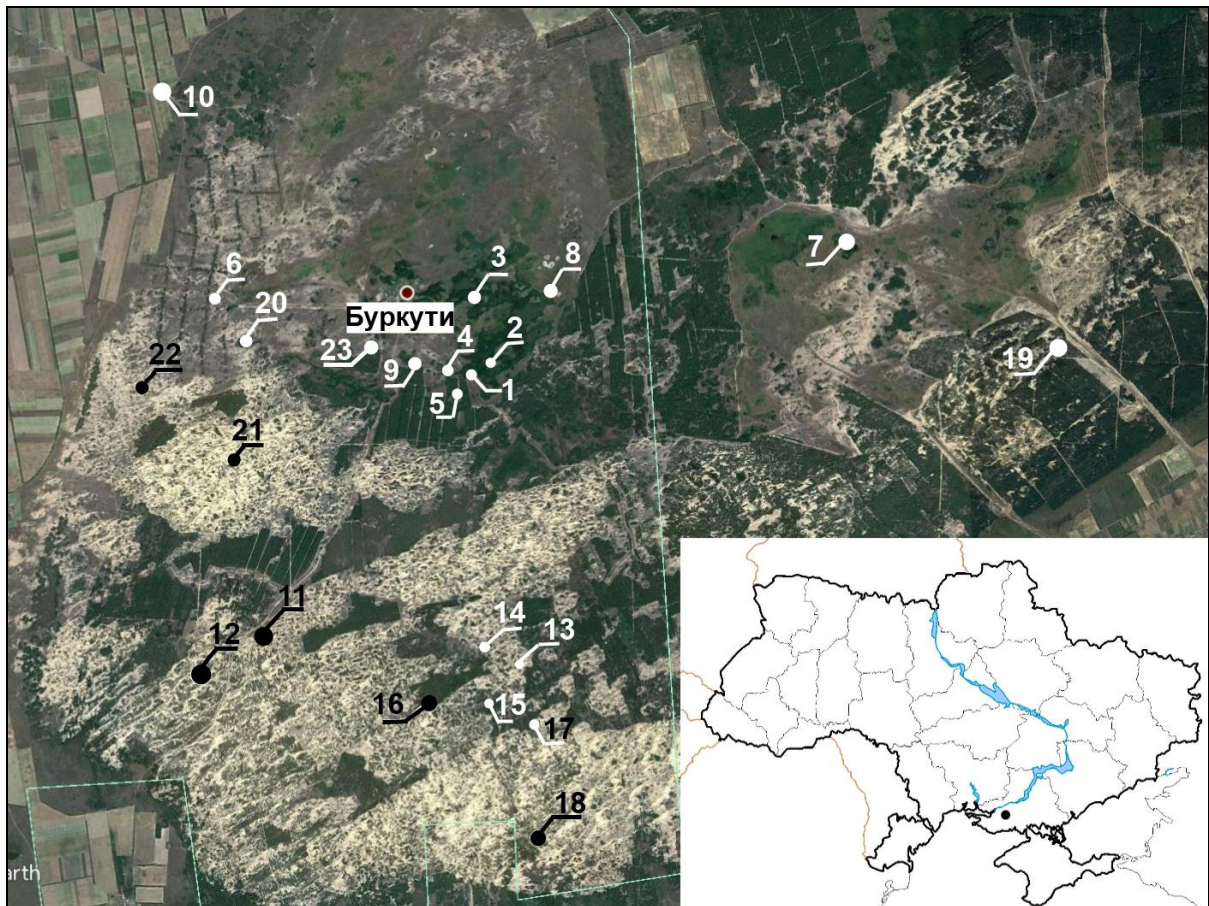


Рис. 1. Місця зборів на Чалбаській арені.

Fig. 1. The collecting sites on Chalbasia arena.

10.11.2007, збір. О.Є. Ходосовцев; 09.04.2008, збір. О.Є. Ходосовцев; 11.10.2011, збір. О.Є. Ходосовцев; 30.07.2013, збір. О.Є. Ходосовцев; 25.12.2014; збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук; 21.11.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.В. Малюга, В.М. Клименко; 05.12.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, Ю.А. Ходосовцева; 20.05.2016, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.Г. Малюга, В.В. Клименко, 05.01.2017, збір. О.Є. Ходосовцев; 15.03.2017, збір. О.Є. Ходосовцев, Ю.А. Ходосовцева; 25.04.2017, збір. О.Є. Ходосовцев; 28.12.2017, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук.

2. Буркутські плавні, ясеневий ліс на схід від дубового гайка, 46°23'42.58" N 32°48'41.95" E, висота 21 м н.р.м., 28.12.2017, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук;

3. Буркутські плавні, урочище Острів, 46°24'08.49" N 32°48'34.91" E, висота 21 м н.р.м., 28.12.2017, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук;

4. березовий гайок на захід від дубового гайка, 46°23'41.74" N 32°48'21.29" E, висота 21 м н.р.м., 20.05.1991, 15.09.1991, 9.11.1991, 4.05.1992, 20.07.1992, 12.10.1992, 7.11.1992, 01.05.1993, 10.10.1994, збір. О.Є. Ходосовцев;

5. сосновий ліс, на південь від дубового гайка, 46°23'32.46" N 32°48'28.10" E, висота 23 м н.р.м., 12.10.1992, збір. О.Є. Ходосовцев;

6. дорога до с. Буркути, національний природний парк «Олешківські піски», глиняний горб, 46°24'9.56" N 32°46'16.48" E, висота 25 м н.р.м., 25.12.2014, збір. О.Є. Ходосовцев;

7. Олешківський район, національний природний парк «Олешківські піски», штучні насадження робінії та вільхова сага, 46°24'25.60" N 32°52'7.16" E, висота 16 м н.р.м., 25.12.2014, збір. О.Є. Ходосовцев;

8. Голопристанський район, національний природний парк «Олешківські піски», озеро Довге, на старих вербах, 46°24'9.38" N 32°49'19.96" E, висота 17 м н.р.м., 09.04.2008, збір. О.Є. Ходосовцев;

9. біля старої верби, 46°23'45.16" N 32°47'52.66" E, висота 20 м н.р.м., 28.12.2017, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук;

10. лісосмуга між с. Малі Копані та с. Буркути, 46°25'34.21" N 32°45'34.95" E, висота 20 м н.р.м., 21.11.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.Г. Малюга, В.В. Клименко;

11. дорога до с. Промінь, кучугури, 46°21'55.14" N 32°46'28.62" E, висота 32 м н.р.м., 25.04.2017, збір. О.Є. Ходосовцев;

12. дорога до с. Промінь, сосновий ліс, 46°21'35.17" N 32°46'6.98" E, висота 33 м н.р.м., 16.04.2017, збір. О.Є. Ходосовцев, Ю.А. Ходосовцева;

13. дорога на Криві озера, змішаний гайок (*Alnus, Betula, Populus*), 46°21'52.72" N 32°48'55.88" E, висота 25 м н.р.м., 18.11.2016, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.Харечко;

14. Криві озера, 46°21'55.83" N 32°48'39.26" E, висота 25 м н.р.м., 20.05.2016, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.Г. Малюга, В.М. Клименко;

15. Криві озера, тополевий гайок, 46°21'36.66" N 32°48'37.80" E, висота 24 м н.р.м., 20.05.2016, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.Г. Малюга, В.М. Клименко;

16. Криві озера, тополево-вербовий гайок, 46°21'43.22" N 32°48'22.65" E, висота 32 м н.р.м.; 09.04.2008, збір. О.Є. Ходосовцев; 20.05.2016, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.Г. Малюга, В.М. Клименко; 18.11.2016, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н. Харечко.

17. Криві озера, тополево-березовий гайок, 46°21'34.58" N 32°48'48.82" E, висота 25 м н.р.м., 05.01.2017, збір. О.Є. Ходосовцев;

18) Шелеменське озеро, тополевий гайок, 46°20'41.08" N 32°49'2.51" E, висота 32 м н.р.м., 21.11.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук, Н.Г. Малюга, В.М. Клименко; 5.12.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, Ю.А. Ходосовцева;

19) Олешківській оайон, окол. с. Виноградово, 46°23'57.09" N 32°54'9.90" E, висота 29 м н.р.м., збір. 01.05.1993, О.Є. Ходосовцев;

20) Голопристанський район, Національний природний парк «Олешківські піски», березовий гайок, 46°23'53.68" N 32°46'31.12" E, висота 29 м н.р.м., 05.01.2017, збір. О.Є. Ходосовцев;

21) кучугури, березові гайки, 46°23'6.36" N 32°46'21.00" E, висота 26 м н.р.м., 02.05.1993, збір. О.Є. Ходосовцев; 04.11.2006, збір. О.Є. Ходосовцев;

22) окол. с. Малі Копані, кучугури, 46°23'29.47" N 32°45'28.57 E, висота 30 м н.р.м., збір. 28.12.2017, збір. О.Є. Ходосовцев, В.В. Дармостук;

23) окол. с. Буркути, тополевий гайок, 46°23'57.26" N 32°47'44.09" E, висота 19 м н.р.м., 05.01.2017, збір. О.Є. Ходосовцев.

У цій роботі ми не включаємо лишайники антропогенних кам'янистих субстратів (цегла, черепиця, тощо), оскільки нашою метою є дослідження саме природного компоненту ліхенобіоти, а не її повна інвентаризація. Визначення лишайників та ліхенофільних грибів проводилось в лабораторії біорізноманіття та екологічного моніторингу ім. Й.К. Пачоського Херсонського державного університету. Зібраний матеріал визначали за стандартною методикою [SMITH et al., 2009; HAWKSWORTH et al., 2010]. Визначені зразки зберігаються у ліхенологічному гербарії Херсонського державного університету (KHER). Назви лишайників і ліхенофільних грибів та прізвища авторів при таксонах подано за [INDEX FUNGORUM, 2018]. У даній роботі після кожного виду ми наводимо еколого-субстратні особливості, номер локалітету, посилання на літературні джерела, якщо такі є, а також номери гербарних

зразків в гербарії (KHER). Позначкою «*» відмічено нові для степової зони України види лишайників, ліхенофільних та близьких до лишайників грибів.

Результати досліджень та обговорення

1. Анотований список лишайників

- ***ABSCONDITELLA lignicola** Vězda & Pišút – на деревині: 9 (KHER 11159).
- ALYXORIA varia** (Pers.) Ertz & Tehler – на *Quercus robur*: 1 (KHER 9590) [KHODOSOVTSSEV, 1999 як *Opegrapha varia* Pers.], 2 (KHER 11103).
- AMANDINEA punctata** (Hoffm.) Coppins & Scheid – на корі *Betula borysthenaica*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1, 2, 4 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 7 (KHER 8576, 8578) [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 9, 16.
- ANAPTYCHIA ciliaris** (L.) Körb. ex A. Massal. – на корі *Betula borysthenaica*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1 (KHER 5263, 9577) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 4 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- ***A. crinalis** (Schleich.) Vězda – на корі *Populus alba*: 15 (KHER 9974).
- ATHALLIA alnetorum** (Giralt, Nimis & Poelt) Arup, Frödén & Söchting – на корі *Populus tremula*: 16 (KHER 9968), 23.
- A. cerinella** (Nyl.) Arup, Frödén & Söchting – на корі *Populus tremula*: 16 (KHER 9944, 9963), 23.
- A. pyracea** (Ach.) Arup, Frödén & Söchting (= *C. holocarpa* auct.) – на корі *Populus tremula*: 7 [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 15 (KHER 9931, 9932, 9952, 10071), 16 (KHER 9937), 23.
- ***BACIDIA fraxinea** Lönnr. – на корі *Quercus robur*: 1 (KHER 9560, 11156).
- B. rubella** (Hoffm.) A. Massal. – на корі *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1 (KHER 9587), 2 (KHER 9919, 9922, 11088, 11111).
- BUELLIA griseovirens** (Turner & Borrer ex Sm.) Almb. – на корі *Alnus glutinosa*: 5, 13 (KHER 11155).
- CALOGAYA lobulata** (Flörke) Arup, Frödén & Söchting – на корі *Populus tremula*: 16, 23 (KHER 9607, 9629, 9968).
- C. pusilla** (A. Massal.) Arup, Frödén & Söchting – на корі *Populus tremula*: 16.
- C. saxicola** (Hoffm.) Vondrák – на корі *Populus tremula*: 16 (KHER 9950).
- ***CALOPLACA monacensis** (Leder.) Lettau – на корі *Quercus robur*: 1 (KHER 9590).
- C. obscurella** (J. Lahm) Th. Fr. – на корі *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*: 2 (KHER 9920, 9923, 9928), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].
- C. raesaenii** Bredkina (= *Caloplaca ferruginea* auct.) – на рослинних рештках: 11, 12, 21 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- C. substerilis** Vondrák, Palice & van den Boom – на корі *Quercus robur*: 1 (KHER 11133).
- CANDELARIA concolor** (Dicks.) Arnold – на корі *Betula borysthenaica*: 4 (KHER 3719).
- C. pacifica** M. Westb. & Arup – на корі *Robinia pseudoacacia*: лісосмуга південніше Чалбаської арени (KHER 8423) [KLYMENKO, 2014].
- CANDELARIELLA aurella** (Hoffm.) Zahlbr. – на корі *Populus tremula*: 16 (KHER 9930), 23.
- C. efflorescens** R.C. Harris & W.R. Buck – на корі *Robinia pseudoacacia*: 4 (KHER 473), 7 (KHER 8577) [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 16 (KHER 9941).
- C. faginea** Nimis, Poelt & Puntillo – на корі *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*: 2 (KHER 9925), 13, 15 (KHER 9934).
- C. kuusamoensis** Räsänen – на корі *Betula borysthenaica*: 21 (KHER 1104, 1105, 1106) [KHODOSOVTSSEV, 1999, 2005].
- C. xanthostigma** (Pers. ex Ach.) Lettau – на корі *Betula borysthenaica*, *Quercus robur*: 1 (KHER 11089), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 21 (KHER 486) [KHODOSOVTSSEV, 1999, 2005].

- CETRARIA aculeata** (Schreb.) Fr. – на піску: 11 (KHER 5461, 5466) [KHODOSOVTSSEV, 1999 як *Cetraria steppae* (Savicz) Karnef.; KHODOSOVTSSEV et al., 2011; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 12 (KHER 10003), 15, 16, 20.
- ***CHAENOTHECA chlorella** (Ach.) Müll. Arg. – на *Populus nigra*: 3 (KHER 11113).
- C. trichialis** (Ach.) Hellb. – на *Populus nigra*: 3 (KHER 11161).
- CLADONIA coniocraea** (Flörke) Spreng. – на деревині: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- C. fimbriata** (L.) Fr. – на піску: 5 (KHER 1113, 1118, 1119) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 11, 12, 15, 16, 19, 20, 22.
- C. foliacea** (Huds.) Willd. – на піску: 5, 11 (KHER 3731, 6169) [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV et al., 2011; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 12, 15, 16, 19, 20, 21, 22.
- C. furcata** (Huds.) Schrab. – на піску: 19 (KHER 1133, 1136) [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 15, 16, 20, 21 (KHER 1129).
- ***C. macilenta** Hoffm. – на піску: 21 (KHER 4068).
- C. mitis** Sandst. – на піску: 19 (KHER 5850) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 15, 16, 20, 21, 22 (KHER 3738).
- C. pyxidata** (L.) Hoffm. – на піску: 11 (KHER 6221, 6222, 6223) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- C. rangiformis** Hoffm. – на піску: 5, 11 (KHER 3716) [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV et al., 2011; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 12, 16, 19, 20, 21, 22.
- C. rei** Schaer. – на піску: 11 (KHER 5517, 5520) [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV et al., 2011; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 12, 20, 21, 22.
- C. subrangiformis** (L.) Seriba ex Sandst – на піску: 11 (KHER 1162) [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 20, 21.
- C. subulata** (L.) Weber ex F.H. Wigg. – на піску: 11 (KHER 1187) [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 20, 21.
- DIPLOTTOMMA alboatrum** (Hoffm.) Flot. – на копи *Populus tremula*: 3 (KHER 11108), 17 (KHER 9933, 9943).
- DIPLOSCHISTES muscorum** (Scop.) R. Sant. – на піску: 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 11, 12, 14, 20, 21 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 22.
- EVERNIA prunastri** (L.) Ach. – на копи *Alnus glutinosa*, *Betula borysthena*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1 (KHER 5686, 5692), 2, 3, 4 (KHER 5687), 5 (KHER 5694, 8415), 7 (KHER 8594) [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21.
- FLAVOPARMELIA caperata** (L.) Hale. – на копи *Betula borysthena*: 4 (KHER 5669).
- HYPOCENOMYCE scalaris** (Ach.) M. Choisy. – на копи *Betula borysthena*: 4 (KHER 7003) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 19 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- HYPOGYMNIA physodes** (L.) Ach. – на копи *Alnus glutinosa*, *Betula borysthena*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus nigra*, *Prunus spinosa*, *Quercus robur*: 1, 2, 4, 5 [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 13, 21.
- H. tubulosa** (Schaer.) Hav. – на копи *Alnus glutinosa*, *Betula borysthena*, *Prunus spinosa*, *Quercus robur*: 1, 4 (KHER 7107) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 13.
- LECANIA cyrtella** (Ach.) Th. Fr. – на копи *Populus tremula*: 2 (KHER 11093), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 16 (KHER 9945, 9973), 17, 18, 23.
- L. ephredrae** Elenkin – на копи *P. tremula*: 16 (KHER 9934, 9940, 9957), 17, 18 (KHER 4075).
- L. fuscella** (Schaer.) A. Massal. – на копи *P. tremula*: 15 (KHER 9611).
- L. naegelii** (Hepp) Diederich & van den Boom – на копи *P. tremula*: 15 (KHER 9611, 9949), 16 (KHER 9946, 9956, 9966), 23.
- LECANORA allophana** Nyl. – на копи *Populus tremula*: 19 (KHER 9583) [KHODOSOVTSSEV, 1999].

- L. argentata** (Ach.) Röhl. – на копi *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*: 1 (KHER 6771) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].
- L. carpinea** (L.) Vain. – на копi *Alnus glutinosa*, *Betula borysthenica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *R. pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 3, 4 (KHER 6818, 6832), 5 (KHER 6598, 6599), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 13, 15, 16 (KHER 9954, 9959), 17, 18, 19 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 21, 23.
- ***L. chlarotera** Nyl. – на копi *P. tremula*: 15 (KHER 9605).
- L. expallens** Ach. – на копi *A. glutinosa*, *R. pseudoacacia*, *Q. robur*: 1, 2 (KHER 11064), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].
- L. pulcaris** (Pers.) Ach. – на копi *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- L. saligna** (Schrad.) Zahlbr. – на копi *A. glutinosa*, *B. borysthenica* та деревині: 4 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 16 (KHER 11163).
- L. sambuci** (Pers.) Nyl. – на копi *Populus tremula*: 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 19 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 17 (KHER 7951).
- L. varia** (Hoffm.) Ach. – на копi *Betula borysthenica*: 20.
- LECIDELLA elaeochroma** (Ach.) M. Choisy – на копi *Betula borysthenica*, *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix alba*: 1 (KHER 6463) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 3, 4, 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 15 (KHER 6468, 9951, 9970), 17, 19 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- LEPRA albescens** (Huds.) Hafellner – на копi *Fraxinus excelsior*: 3, 16, 23.
- LEPRARIA rigidula** (B. de Lesd.) Diederich – на копi *Betula borysthenica*: 4 [KHODOSOVTSSEV, 1999 as *Lepraria incana*; OXNER, 2010].
- ***L. lobificans** Nyl. – на копi *Fraxinus excelsior*: 3.
- MASSJUKIELLA polycarpa** (Hoffm.) S.Y. Kondr., Fedorenko, S. Stenroos, Kärnefelt, Elix, Hur & A. Thell – на *Betula borysthenica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 7 (KHER 8581) [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 8, 10, 15, 16, 19, 20.
- MELANELIA subargentifera** (Nyl.) Essl. – на копi *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1, 2 (KHER 9561).
- MELANELIXIA glabra** (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – на копi *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- M. subaurifera** (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – на копi *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Populus tremula*, *Quercus robur*: 1 (KHER 2076 як *M. glabratula*, 2077 як *M. glabratula*, 6358 як *M. glabratula*) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2 (KHER 9921, 9924), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 19 (KHER 2078 як *M. glabratula*).
- M. exasperatula** (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch – на копi *Fraxinus excelsior*: 2 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- MICAREA denigrata** (Fr.) Nedl. – на копi *Populus tremula*: 4 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 15 (KHER 6327).
- M. misella** (Nyl.) Nedl. – на *Robinia pseudoacacia*: 7 (KHER 8598).
- MYRIOLECIS crenulata** (Ach.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch – на копi *P. tremula*: 16.
- M. hagenii** (Ach.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch – на копi *Populus tremula*, *Thymus borysthenica*: 11 [KHODOSOVTSSEV, 1999 як *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach], 17 (KHER 9938, 9953, 9955, 9969), 18, 23.
- PACHYPHIALE carneola** (Ach.) Arnold – на копi *Quercus robur*: 1 (KHER 9568).
- PARMELIA sulcata** Taylor – на копi *Alnus glutinosa*, *Betula borysthenica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1 (KHER 1588) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 3, 4, 5, 7 (KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015), 13, 15, 16, 17, 18, 19 (KHODOSOVTSSEV, 1999), 21.

- PARMELINA quercina** (Willd.) Hale – на копи *Quercus robur*: 1 (KHER 1600, 1601, 9547, 9602, 9604) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- P. tiliacea** (Hoffm.) Hale – на копи *Quercus robur*: 1, 10.
- PHAEOPHYSCIA nigricans** (Flörke) Moberg – на копи *Robinia pseudoacacia*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].
- P. orbicularis** (Neck.) Moberg – на *Alnus glutinosa*, *Betula borysthenaica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1 (KHER 983) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 3, 4, 5, 7 (KHER 8591), [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 13, 15, 16, 17, 18, 19 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 21, 23.
- PHLYCTIS argena** (Ach.) Flot. – на копи *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2 (KHER 891, 892, 907), 3.
- PHYSCIA adscendens** (Fr.) H. Olivier – на *Alnus glutinosa*, *Betula borysthenaica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1 (KHER 925) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 3, 4, 5, 7 (KHER 8591) [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 13, 15, 16, 17, 18, 19 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 21, 23.
- P. aipolia** (Ehrh. ex Humb.) Fürnr. – на деревині: 1 (KHER 936) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- P. stellaris** (L.) Nyl. – на копи *Fraxinus excelsior*: 1 (KHER 937), 2 (KHER 970) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- P. tenella** (Scop.) DC – на *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2, 7 (KHER 8596).
- PHYSCONIA distorta** (With.) I.R. Laundon – на копи *Fraxinus excelsior*: 2 (KHER 991) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- P. enteroxantha** (Nyl.) Poelt. – на копи *Fraxinus excelsior*: 2 (KHER 9929) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- P. grisea** (Lam.) Poelt – на копи *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1 (KHER 989 як *Physconia detersa*, 996) [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2 (KHER 1594), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].
- P. perisidiosa** (Erichsen) Moberg – на копи *Fraxinus excelsior*: 2 (KHER 1512, 9927).
- PLACYNTHIELLA dasaea** (Stirt.) Tønsberg – на деревині: 19 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- P. icmalea** (Ach.) Coppins and P. James – на деревині: 1 (KHER 14), 6 (KHER 8588), 7 [KHODOSOVTSSEV, 1995, 1999, KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 9.
- P. oligotropha** (J.R. Laundon) Coppins & P. James – на піску: 19 [KHODOSOVTSSEV, 1995, 1999].
- P. uliginosa** (Schrad.) Coppins & P. James – на піску: 7 [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 21 (KHER 6198), 16, 20.
- PLEUROSTICTA acetabulum** (Neck.) Elix & Lumbsch – на копи *Alnus glutinosa*, *Betula borysthenaica*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999], 2 (KHER 9935), 4 (KHER 1552), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].
- POLYBLASTIA agraria** Th. Fr. – на глині: 6 (KHER 8584) [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].
- PORINA aenea** (Körb.) Zahlbr. – на копи *Betula borysthenaica*, *Quercus robur*: 1 (KHER 11132), 2 (KHER 11087).
- PSEUDEVERNIA furfuracea** (L.) Zopf. – на копи *Betula borysthenaica*: 4 (KHER 7070), [KHODOSOVTSSEV, 1999], 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 13, 15.
- PSEUDOSCHISMATOMMA rufescens** (Pers.) Ertz & Tehler – на копи *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- ***PUNCTELIA subrudecta** (Nyl.) Krog – на копи *Alnus glutinosa*: 13 (KHER 11142).
- ***RAMALINA canariensis** J. Steiner – на копи *Fraxinus excelsior*: 2 (KHER 11107).
- R. europaea** Gasparyan, Sipman & Lücking – на копи *Robinia pseudoacacia*: 7 (KHER 9277).

- R. farinacea** (L.) Ach. – на копi *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*: 1 (KHER 600, 9600, 9544, 9564), [KHODOSOVITSEV, 1999], 2 (KHER 567, 11091, 11097, 11098, 11106), 7 (KHER 8574).
- R. fastigiata** (Pers.) Ach. – на копi *Robinia pseudoacacia*: 1 [KHODOSOVITSEV, 1999], 7 (KHER 8595) [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015].
- R. fraxinea** (L.) Ach. – на копi *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*: 1 (KHER 583) [KHODOSOVITSEV, 1999], 2 (KHER 11099), 7 (KHER 8593, 8597) [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015], 10 (KHER 9541).
- R. pollinaria** (Westr.) Ach. s.str. – на копi *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1 (KHER 9596), 2 (KHER 10914, 10915, 11100, 11105, 11109), 7 [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015].
- RINODINA pyrina** (Ach.) Arnold – на копi *Populus tremula*, *Thymus borysthena*: 4 [KHODOSOVITSEV, 1999], 7 [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015], 15 (KHER 9971), 19 [KHODOSOVITSEV, 1999].
- R. sophodes** (Ach.) A. Massal. – на копi *Quercus robur*: 1 (KHER 9555, 9567).
- SCOLIOSPORUM chlorococcum** (Graewe ex Stenh.) Vězda – на копi *Betula borysthena*: 1, 4 (KHER 54) [KHODOSOVITSEV, 1999], 7 [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015].
- S. gallurae** Vězda & Poelt – на копi *Alnus glutinosa*, *Salix alba*: 8, 7 (KHER 52) [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015], 13.
- S. sarothamni** (Vain.) Vězda – на копi *Betula borysthena*: 7 (KHER 8579) [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015], 15 (KHER 9972).
- SCYTHIORIA phlogina** (Ach.) S.Y. Kondr., Kärnefelt, Elix, A. Thell & Hur – на копi *Populus nigra*: 3 (KHER 11110, 11112).
- STRANGOSPORA pinicola** (A. Massal.) Körb. – на копi *Betula borysthena*: 7 (KHER 9279) [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015].
- TRAPELIOPSIS flexuosa** (Fr.) Coppins & P. James – на копi *P. nigra* та деревини: 5, 16 (KHER 11163), 19 [KHODOSOVITSEV, 1999].
- T. granulosa** (Hoffm.) Lumbsch – на піску: 10 [GAVRYLENKO et al., 2012], 16 (KHER 11148).
- USNEA glabrescens** (Nyl. ex Vain.) Vain. – на копi *Quercus robur*: 1 (KHER 770, 9553) [KHODOSOVITSEV, 1999].
- U. hirta** (L.) F.C. Weber ex F.H. Wigg. – на *Betula borysthena*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Quercus robur*: 1 (KHER 8287) (KHODOSOVITSEV, 1999), 4 (KHER 769, 3751), 5 (KHER 767), [KHODOSOVITSEV, 1999], 7 [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015], 16.
- XANTHOPARMELIA camtschadalis** (Ach.) Hale – на ґрунті: 4, 11 (KHER 165, 6197) [KHODOSOVITSEV, 1999].
- X. pokornyi** (Körb.) O. Blanco, A. Crespo, Elix, D. Hawksw. & Lumbsch (= *Neofuscelia ryssolea* pro parte, *Xanthoparmelia ryssolea* pro parte) – на піску: 11, 12, 14, 20, 21 (KHER 7380, 8416).
- XANTHORIA parietina** (L.) Th. Fr (incl. *Xanthoria polessica* S.Y. Kondr. & A.P. Yatsyna) – на копi *Betula borysthena*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus spinosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus robur*: 1 [KHODOSOVITSEV, 1999], 2 (KHER 9926), 7 (KHER 8575), [KHODOSOVITSEV, KHODOSOVITSEVA, 2015], 15 (KHER 9936, 9947, 9948, 9958, 9964).

2. АНОВОНИЙ СПИСОК ЛІХЕНОФІЛЬНИХ ГРИБІВ

- ACREMONIUM caloplacae** Khodos. et Darmostuk ad int. – на *Athallia pyracea*: 18 (KHER 11169), 23 (KHER 11172).
- A. lichenicola** W. Gams – на *Cetraria aculeata*: 11 (KHER 11154, 11157) [KHODOSOVITSEV et al., 2018].

ATHELIA arachnoidea (Berk.) Jülich – на *Parmelina tiliacea*, *Physcia adscendens*, *Xanthoria parietina*: 1 (KHER 9589, 9599), 7 [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 16, 18.

BRIANCOPPINSIA cytospora (Vouaux) Diederich, Ertz, Lawrey & van den Boom – на *Parmelia sulcata*: 1 (KHER 10316) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017A], 2 (KHER 11095).

CERATOBASIDIUM bulbillifaciens Diederich & Lawrey – на *Xanthoria parietina*: 15 (KHER 9507).

CLADOSPORIUM licheniphilum Heuchert & U. Braun – на *Xanthoria parietina*: 1, 15 (KHER 9430, 9965, 10669) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2016].

CLYPEOCOCCUM cetrariae Hafellner – на *Cetraria aculeata*: 12 (KHER 10662, 10663).

DIDYMOCYRTIS cladoniicola (Diederich, Kocourk. & Etayo) Ertz & Diederich – на *Cladonia* spp., *Cetraria aculeata*, *Parmelia sulcata*: 1, 2, 11 (KHER 9999, 10005) [KHODOSOVTSSEV et al., 2018].

D. trassii Suija, Darmostuk & Khodos. – на *Cetraria aculeata*: 11 (KHER 9327), 12 (KHER 9326, 9325), 14 (KHER 8734, 10329, 10330, 10675) [KHODOSOVTSSEV et al., 2018].

EONEMA pyriforme (M.P. Christ.) Redhead, Lücking & Lawrey – на *Cetraria aculeata*: 11 (KHER 9763) [KHODOSOVTSSEV et al., 2018].

EPICLADONIA sandstedei (Zopf) D. Hawksw. – на *Cladonia foliacea*: 12 (KHER 11165).

ERYTHRICIUM aurantiacum (Lasch) D. Hawksw. & A. Henrici – на *Xanthoria parietina*: 1 (KHER 9949).

***HETEROCEPHALACRIA physciacearum** (Diederich) Millanes & Wedin – на *Physcia tenella*: 2 (KHER 3720).

HOMOSTEGIA piggotii (Berk. & Broome) P. Karst. – на *Parmelia sulcata*: 7 (KHER 8580, 9424) [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015].

ILLOSPORIOPSIS christiansenii (B. L. Brady & D. Hawksw.) D. Hawksw. – на *Physcia adscendens*: 1 (KHER 9550, 9574) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017A].

INTRALICHEN christiansenii (D. Hawksw.) D. Hawksw. & M.S. Cole – на *Candelariella aurella*: 2 (KHER 11173).

KATHERINOMYCES cetrariae Khodos. – на *Cetraria aculeata*: 11 (KHER 5461) [KHODOSOVTSSEV et al., 2016].

LICEA parasitica (Zukal) G.W. Martin – на *Xanthoria parietina*: 1 (KHER 11127).

LICHENOCONIUM erodens M.S. Christ. & D. Hawksw. – на *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*: 1, 2, 7 (KHER 8582, 8586) [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 12 (KHER 9586, 11079).

L. lecanorae (Jaap) D. Hawksw. – на *Lecanora carpinea*: 1 (KHER 9538, 9423, 9841) [DARMOSTUK, 2016].

L. pyxidatae (Oudem.) Petr. Et Syd. – на *Cladonia foliacea*: 11 (KHER 6178, 6179, 10004) [KHODOSOVTSSEV, 2011].

L. xanthoriae M.S. Christ. – на *Xanthoria parietina*: 1 (KHER 11171).

LICHENODIPLIS lecanorae (Vouaux) Dyko & D. Hawksw – на *Lecanora saligna*: 12 (KHER 11152).

LICHENOCHORA weillii (Werner) Hafellner & R. Sant. – на *Physconia grisea*: 1 (KHER 10311) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017A].

LICHENOSTIGMA maureri Hafellner – на *Pseudevernia furfuracea*: 1 (KHER 9548) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017A].

MARCHANDIOMYCES corallinus (Roberge) Diederich & D. Hawksw. – на *Physcia adscendens*: 1 (KHER 4828).

NECTRIOPSIS rubefaciens (Ellis & Everh.) M.S. Cole & D. Hawksw – на *Parmelia sulcata*: 1 (KHER 9269, 11101) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017A].

- PHYSARUM didermiodes** (Ach. ex Pers.) Rostaf. – на *Cladonia rangiformis*: 6 [AKULOV et al., 2016].
- PLEOSPORA xanthoriae** Khodos. & Darmostuk – на *Xanthoria parietina*: 18 [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2016B].
- PRONECTRIA casaresii** Etayo – на *Evernia prunastri*: 1 (KHER 10314) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017A,].
- PYRENOCHAETA xanthoriae** Diederich – на *Xanthoria parietina*: 16, 18 (KHER 9612, 9622).
- REFRACTOCHILUM achromaticum** (B. Sutton) D. Hawksw – на *Trentepohlia sp.*: 1 (KHER 10656) [DARMOSTUK et al., 2018].
- R. intermedium** Cl. Roux & Etayo – на *Pachyphiale carneola*: 8 (KHER 9378) [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017B].
- SISTOTREMA brinkmannii** (Bres.) J. Erikss. – на *Xanthoria parietina*: 13 (KHER 10358).
- SPHAERELLOTHECIUM aculeatae** Khodos., Gavrylenko & Klymenko – на *Cetraria aculeata*: 11 (KHER 9960, 9961, 10000, 10001, 10002) [KHODOSOVTSSEV et al., 2016], 12 (KHER 11071), 14 (KHER 8605, 8606) [KHODOSOVTSSEV et al., 2016].
- TAENIOLELLA phaeophysciae** D. Hawksw. – на *Phaeophyscia orbicularis*: 7 (KHER 11102) [PIROGOV, KHODOSOVTSSEV, 2013; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 8 (KHER 4879).
- T. rolfii** Diederich & Zhurb. – на *Cetraria aculeata*: 12 (KHER 11082, 11083) [KHODOSOVTSSEV et al., 2018].
- TREMELLA phaeophysciae** Diederich & M.S. Christ. – на *Physconia grisea*: 2 (KHER 11090), 8 (11104).
- TRICHOCONIS hafellneri** U. Braun, Khodos., Darmostuk & Diederich – на *Athallia pyracea* та *Xanthoria parietina*: 18 (KHER 9430, 9432) [BRAUN et al., 2016].
- XANTHORIICOLA physciae** (Kalchbr.) D. Hawksw – на *Xanthoria parietina*: 7 (KHER 8589), [KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], 15 (KHER 9939).

3. Анотований список близьких до лишайників грибів

- ARTHONIA dispersa** (Schrad.) Nyl. – на корі молодих гілок *Betula borystenica*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*: 1 (KHER 4573, 5239) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- ARTHOPYRENIA punctiformis** A. Massal. – на корі *Betula borysthenica*: 4 (KHER 5364) [KHODOSOVTSSEV, 1999].
- HYSTERIUM pulicare** Pers. – на корі *Robinia pseudoacacia*: 7.
- ***LEPTORHAPHIS atomaria** (Ach.) Szatala – на корі *Populus tremula*: 16 (KHER 9932), 23.
- ***REBENTISCHIA unicaudata** (Berk. & Broome) Sacc. – *Populus tremula*: 17.
- ***RHIZODISCINA lignyota** (Fr.) Hafellner – на деревині *Quercus robur*: 1 (KHER 10820).

4. Репрезентативність лишайників та ліхенофільних грибів

На Чалбаській арені нижньодніпровських пісків за 30 років дослідження було виявлено 160 видів, серед яких 118 видів лишайників, 36 видів ліхенофільних грибів та шість близьких до лишайників грибів. Лишайники *Absconditella lignicola*, *Anaptichia crinalis*, *Bacidia fraxinea*, *Ramalina canariensis* виявились новими для рівнинної частини України, а лишайники *Caloplaca monacensis*, *Chaenotheca chlorella*, *Cladonia macilenta*, *Lecanora chlarotera*, *Lepraria lobificans*, *Porina aenea*, *Punctelia subrudecta* та ліхенофільні гриби *Heterocephalacria physciacearum* для її степової зони. На Чалбаській арені представлено найбільше різноманіття дослідженої групи організмів серед усіх досліджених нами нижньодніпровської арен. Так, на Козачолагерській арені було виявлено 36 видів [KHODOSOVTSSEV, 1999; KHODOSOVTSSEV, KHODOSOVTSSEVA, 2015], Олешківській – 37 видів [KHODOSOVTSSEV, 1999; DARMOSTUK, 2015], Іванівській – 57 видів [KHODOSOVTSSEV, 2012], Кінбурнській косі – 94 види [KHODOSOVTSSEV et al., 2017B]. Проте, не було знайдено лишайники *Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw.

[KHODOSOVTSSEV, 1999], *Buellia disciformis* (Fr.) Mudd [KHODOSOVTSSEV et al., 2017], *Epiphloea byssina* (Hoffm.) Henssen & P.M. Jørg [OXNER, 1956], *Lecanora compallens* Herk & Aptroot, *L. strobilina* Ach., *L. symmicta* (Ach.) Ach. [KHODOSOVTSSEV et al., 2017B], *Tuckermanopsis chlorophylla* (Willd.) Hale [DARMOSTUK, 2015], *Thelocarpon laureri* (Flot.) Nyl. [KHODOSOVTSSEV, RUSINA, 2008], ліхенофільні гриби *Dacampia cladoniicola* Halici & A.Ö. Türk., *Zwackhiomyces diderichii* D. Hawksw. & Ittur [KHODOSOVTSSEV, 2011], що були відомі з різних локалітетів у межах нижньодніпровських арен.

Репрезентативність лишайників та ліхенофільних грибів Чалбаської арени відносно усього різноманіття цих груп організмів нижньодніпровських арен складає 94%. Серед різноманіття ландшафтів Чалбаської арени найцікавішим, у відношенні лишайників та ліхенофільних грибів, є урочище Буркутські плавні. Лише у південній його частині (локалітети 1–6, 8, 9, 20, 23) на площі близько 200 га виявлено 129 видів лишайників, ліхенофільних та близьких до лишайників грибів. Саме тут росте 77% видів досліджених груп організмів по відношенню до усього їх різноманіття на нижньодніпровських пісках, площа яких трохи більша за 160000 га. Біотопи урочища Буркутські плавні Чалбаської арени, яке займає усього 0,22% площі нижньодніпровських арен, ми пропонуємо вважати однією із «гарячих точок» різноманіття епіфітних та епігейних лишайників і ліхенофільних грибів степової зони України.

5. Лишайники та ліхенофільні гриби в біотопах Чалбаської арени

Найбільше видове різноманіття лишайників відмічено в біотопах навколо Буркутських плавнів. Тут розташовані надзвичайно рідкісні ліси з *Fraxinus excelsior*. На корі ясенів було відмічено 45 видів лишайників та ліхенофільних грибів. Саме в цьому біотопі була описана нова для науки асоціація *Ramalino farinacii-Melanelixietum subargentiferae* [KHODOSOVTSSEV et al., 2017C]. Звичайними епіфітними видами є *Evernia prunastri*, *Melanelixia subargentifera*, *Parmelia sulcata*, *Physcia adscendens*, *Phlyctis argena*, *Physconia grisea*, *Ramalina farinacea*, *R. fraxinea*, тощо. Серед раритетного різноманіття слід відмітити *Bacidia fraxinea*, *B. rubella*, *Lepra albescens*, *Lepraria lobificans*, *Pachyphiale carneola*, *Parmelina tiliacea*, *Ramalina canariensis*, *R. pollinaria* s. str., тощо. Саме в подібних біотопах було виявлено базидіальний ліхенофільний гриб *Heterocephalacria physciacearum*, що росте на слані *Physcia tenella*. До цього вид був відомий з Полісся, де його відмічали на слані *P. stellaris* [KHODOSOVTSSEV, DARMOSTUK, 2017B].

Навколо Буркутських озер трапляються старі осокори (*Populus nigra*). На одному з них були знайдені омброфільні *Chaenotheca trichialis* та *C. chlorella* (єдине місцезростання на Чалбаській арені), а також *Scythioria phlogina*. Епіфітний покрив старих верб (*Salix alba*) не відрізняється значним різноманіттям і представлений типовими нітрофільними видами *Phaeophyscia orbicularis*, *Physconia grisea*, *Physcia adscendens*, *Xanthoria parietina*. На одній з них був знайдений ліхенофільний гриб *Taeniolella phaeophysciae*, що ріс на *P. orbicularis* [PIROGOV, KHODOSOVTSSEV, 2013].

У західній частині урочища Буркутські плавні, на підвищенні, розташований один із найстаріших дубових гайків. Тут росте декілька особин *Quercus robur* віком 130–140 років. На корі домінують *Melanelixia subargentifera*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Xanthoria parietina*, тощо. Серед рідкісних видів тут відмічено *Alyxoria varia*, *Caloplaca monacensis*, *Parmelina quercina*, *Porina aenea*. Екологічні особливості угруповань епіфітних лишайників на *Fraxinus excelsior* та *Quercus robur* детально представлені у іншій нашій роботі [KHODOSOVTSSEV et al., 2017C].

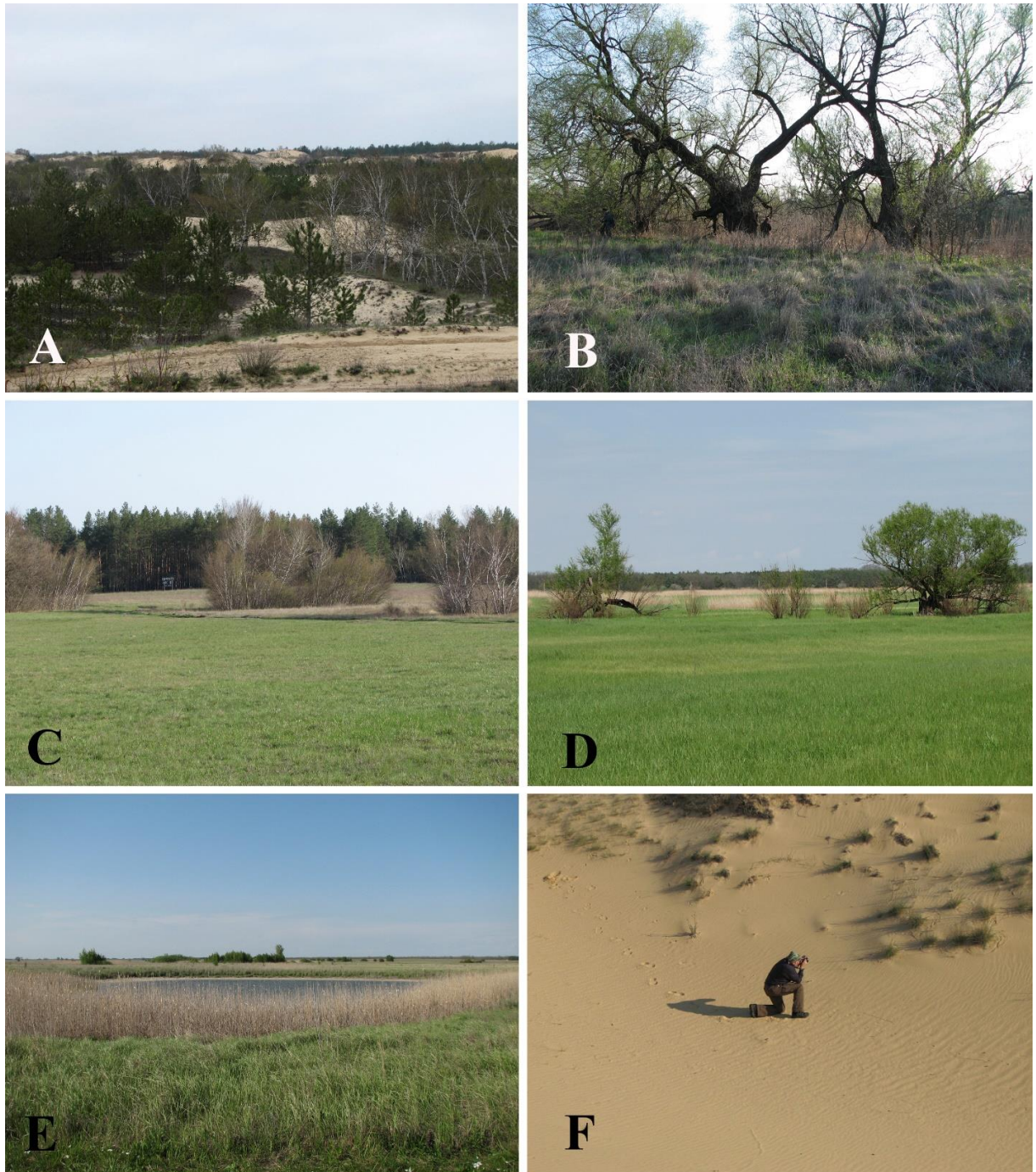


Рис. 2. Біотопи Чалбаської арени: А – лісові гайки серед кучугур; В – вербові ліси у Буркутських плавнях; С – березові гайки, луки та штучні насадження сосни; D –луки у Буркутському поді; Е – озеро біля с. Буркути; F – піщані кучугури.

Fig. 2. Habitats of Chalbasia arena: A – small forests between dunes; B – forests with *Salix alba* in Burkuty Plavni; C – small forests with nature *Betula borystenica* and artificial pine (*Pinus nigra*) forests; D – grasslands in Burkusty Pid; E – lake near village Burkuty; F – sand dunes.

Біотопи з домінуванням *Quercus robur* репрезентують значне різноманіття ліхенофільних грибів – 16 видів. Серед них слід відмітити *Briancoppinsia cytospora*, *Lichenostigma maureri* (у стані анаморфи), *Nectriopsis rubefaciens* та *Pronectria casaresii* відомі на території степової зони України лише з даного локалітету. Такий міксоміцет як *Licea parasitica*, що часто згадується в ліхенологічних роботах, неодноразово був відмічений нами на сланях різних епіфітних лишайників та на корі *Quercus robur*. Звичайно по краях дубових гайків розташовані зарості терену (*Prunus spinosa*), гілки яких щільно вкриті *Amandinea punctata*, *Evernia prunastri*, *Massujkiella polycarpa*, *Melanelixia subaurifera*, *Parmelia sulcata*, іноді можна також віднайти *Usnea hirta*.

Тополеві гайки з домінуванням *Populus tremula* відрізняються видовим складом лишайників від епіфітного покриву дубів та ясенів. Від 20 до 70% проективного покриття на корі тополі займає *Xanthoria parietina*. Між сланями останнього досить рясно ростуть *Athallia pyracea*, *A. cerinella*, *Lecania cyrtella*, *L. naegelii*, *Lecidella elaeochroma*, *Lecanora carpinea*, *Physcia adscendens*. Слабколужні властивості кори осик дозволяють тут закріпитися таким лишайникам, як *Candelariella aurella*, *Calogaya saxicola*, *C. pusilla*, *C. lobulata*. Серед рідкісних видів нами були відмічені *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Lecania ephredrae*, *Lecanora chlorotera*, *L. sambuci*, *Lepora albescens*, *Phlyctis argena*. Причому більшість рідкісних видів приурочена до знижень навколо Кривих озер. Серед ліхенофільних грибів, саме з подібних територій були описані нові для науки види *Pleospora xanthoria* та *Trichoconis hafellneri* [BRAUN et al., 2016; КНОДОСОВТСЕВ, ДАРМОСТУК, 2016В]. Ці два види разом з *Cladosporium licheniphilum*, *Pyrenochaeta xanthoriae*, *Sistotrema brinkmannii* та *Xanthoriicola physciae* представляють ліхенофільне мікорізноманіття, що можна виявити на слані *X. parietina*.

Найпоширенішими на Чалбаській арені є березові гайки. Кора берез має слабокислі властивості, тому на ній оселяються ацидофільні види лишайників, серед яких домінуючими є *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Parmelia sulcata*, *Pseudevernia furfuracea*, *Melanelixia subaurifera*. Саме на корі берез було знайдено два види *Usnea*: *U. hirta* та *U. glabrescens*, які занесені до списку видів, що потребують охорони на місцевому рівні. Основи стовбура старих берез досить рясно вкриті *Cladonia coniocrea*, *C. fimbriata*, *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis flexuosa*, рідше трапляються *Micarea denigrata* та *Placynthiella dasaea*.

Вільхові саги з переважанням у деревостані *Alnus glutinosa* трапляються досить рідко. Незважаючи на незначну кількість таксонів, що ростуть на корі вільх, тут було виявлено декілька досить рідкісних в Україні видів, серед яких *Buellia griseovirens* та *Punctelia subrudecta*. В затінених сагах на корі вільх можна виявити поодинокі слані *Lecanora carpinea*, *Lecania cyrtella*, *L. naegelii*, *Lecidella elaeochroma*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*. На вільхах, що ростуть по краях гайків та саг, збільшується проективне покриття листуватих та кущистих лишайників, зокрема *Parmelia sulcata*, *Evernia prunastri*, *Melanelixia subaurifera*, *Hypogymnia physodes* тощо.

Штучні насадження на Чалбаській арені представлені хвойними (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*) та листяними (*Robinia pseudoacacia*) породами. Частково ці насадження увійшли до меж Національного природного парку «Олешківські піски». На корі останніх часто трапляються *Parmelia sulcata*, *Pleurosticta acetabulum*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Lecanora carpinea*, *L. argentata*, *Lecidella elaeochroma*, *Xanthoria parietina*. Кора сосни має кислі властивості, тому видовий склад тут складається з незначної кількості видів. Звичайними видами є *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora saligna*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Strangospora pinicola*, *Trapeliopsis flexuosa*, рідше трапляються *Lecanora varia*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea hirta*. Із штучними насадженнями пов'язано і наявність деревини, яка є субстратом для епікисільних лишайників. Найчастіше стару деревину сосни

колонізують *Placynthiella icmalea*, *Lecanora saligna*, *Micarea denigrata*, *Trapeliopsis flexuosa*, *T. granulosa*.

Піщані кучугури на Чалбаській арені часто вкриті суцільним шаром лишайників. Лишайники тут утворюють чотири асоціації: в місцях з переважанням дефляційних процесів трапляється асоціація *Placynthiello uliginosi-Cladonietum rei*; у зниженнях або на ділянках з переважанням демуаційних процесів формується асоціація *Cladonietum alcicornis*; на вологих заростаючих ділянках дюн можна спостерігати угруповання *Cladonietum subulato-fimbriatae*; однак найпоширенішими угрупованнями є *Xanthoparmelietum pokornyi* [KHODOSOVTSSEV et al., 2011]. Останнє угруповання містить рідкісний у степовій зоні лишайник *Cladonia mitis*, про зростання якого на нижньодніпровських пісках згадував ще Й. Пачоський [OXNER, 1968]. Однак у «Флорі лишайників України» А.М. Окснер його не включив за відсутності зразків. На східних аренах (Основ'янівська, Козачелагерська, Олешківська) ми його не спостерігали, тоді як на західних та південних аренах (Чалбаська, Іванівська, Збур'ївська, Кінбурнська коса) він є одним з домінантів в лишайникових угрупованнях.

Ліхенофільні гриби проявляють себе як один з факторів сукцесійних змін в угрупованнях епігейних лишайників. Так, наприклад *Didymocyrtis cladoniicola* масово вражає суцільні дернини *Cladonia rangiformis*, в результаті чого утворюються некротичні знебарвлені ділянки до 5–10 см у діаметрі, що згодом відмирають. Таким чином, покрив *C. rangiformis* стає мозаїчним і поступово відбувається його заміщення іншими лишайниками. Зважаючи на масове ураження *C. rangiformis*, ця хвороба була названа «фомоз кладоній» [KHODOSOVTSSEV, UMANETS, 2009]. Розвиток популяцій *C. foliacea* детермінується впливом кількох ліхенофільних грибів, серед яких *D. cladoniicola* та *Lichenocodium ruxidatae* часто йдуть в комплексі, викликаючи знебарвлення та подальшу деградацію слані. З іншого боку, у вологий період року на лусочках *C. foliacea* відмічали ціломіцет *Epicladonia sandstedei*, що викликає порушення цілісності корового шару господаря. У подальшому, такі пошкоджені слані вражаються іншими ліхенофільними грибами.

Ще одним домінантом псамофітних лишайникових угруповань є *Cetraria aculeata*, на слані якого було виявлено сім видів ліхенофільних грибів. Одним з детермінуючих видів, що впливає на розвиток дернин *C. aculeata*, можна вважати *Sphaerellothecium aculeatae* – агресивний некторотроф, що масово поселяється на слані господаря, викликаючи її почорніння та в подальшому відмирання [KHODOSOVTSSEV et al., 2016]. Гіфоміцет *Taeniolella rolfii* утворює спородохії на кінцях гілочок слані господаря, що візуально нагадують соредії. Під час вологого сезону суцільні дернини *C. aculeata* (особливо з нижнього боку) вражають такі види як *Acremonium lichenicola*, *Didymocyrtis trassii* та *Eonema pyriforme*, при цьому жодних видимих незброєним оком симптомів ураження не спостерігається. Скоріше за все, ці види проявляють себе як коменсали, які приурочені до сезонних змін вологості [KHODOSOVTSSEV et al., 2018].

6. Північні та південні елементи

Вік арен визначається дослідниками по різному [ГОРДІЄНКО, 1969], однак більшість сходиться на рис-вюрмському інтергляціалі. При цьому, Каховська і Чалбаська арени вважаються найдавнішими. Близькість водного куполу під піщаним масивом та наявність озер (Чалбаські луки, Буркутські плавні, Криві та Шелеменські озера) забезпечують постійне зволоження атмосферного повітря у лісових біотопах. Поєднання едафічних, гідрологічних та біотопічних умов на Чалбаській арені дозволяють існувати тут деяким «північним» елементам біоти. Так, на цій території було знайдено три види сфагнових мохів (*Sphagnum squarrosum* Crome, *S. fimbriatum* Wils., *S. falax* (Klinggr.) Klinggr.) [ВОЙКО, 1986], що віддалені від найближчого місцезнаходження у Дніпропетровській області на 400 км. У Буркутських плавнях

ростуть судинні рослини *Ophyoglossum vulgatum* L. та *Lycopodiella inundata* (L.) Holub [ВОЙКО, 1988; MOYSIYENKO et al., 2012], що відомі далеко на півночі України.

Серед лишайників тут також можна знайти подібні лісові північні, наприклад *Punctelia subrudecta*, що було знайдено неподалік від Кривих озер на корі *Alnus glutinosa*. На рівнині відомо всього вісім локалітетів, де трапляється цей вид [OXNER, 1993]. Найближче його місцезнаходження знаходиться в 600 км на північ (Голосіївський ліс, Київська область). Досить несподіваною була знахідка рідкісного північного лишайника *Absoconditella lignicola*, який зростає на деревині *Salix alba* (654 см в обхваті). Найближча його знахідка була зроблена в околицях села Кострино (Закарпатська область) [COPPINS et al., 2005]. З Чалбаської арени ми повідомляємо про зростання *Cladonia macilenta*, який є звичайним лишайником, що росте на гнилій деревині у Карпатах, рідше у Криму, а на рівнині не часто трапляється у лісовій зоні [OXNER, 1968; KHODOSOVTSSEV et al., 2017C]. Кущистий лишайник *Usnea glabrescens* знайдений у декількох локалітетах на Чалбаській арені. Найближчі місцезнаходження цього виду відомі у Західному Лісостепу (Хмельницька область) та Лівобережному Поліссі (Київська область) [OXNER, 1993]. Єдина знахідка *Caloplaca monacensis* у степовій зоні виявлено на корі старих *Quercus robur*. Раніше цей лишайник у межах України відмічали у Криму, Карпатах та Чернігівській області [ŠOUN et al., 2011]. Єдине місцезростання в Україні на Чалбаській арені відомо для північного виду *Candelariella kuusamoensis* [KHODOSOVTSSEV, 2005]. За останні роки ми виявили два місцезростання, по суті дві слані лишайника *Lepora albescens*. Найближчі його місцезнаходження на півдні у Гірському Криму [KHODOSOVTSSEV, REDCHENKO, 2002], а на півночі – на Донецькому Кряжі [NADYEINA, KONDRATYUK, 2008]. Серед рідкісних північних лісових лишайників, які відомі з кількох місцезнаходжень у степовій зоні України, слід відмітити *Bacidia rubella*, *Buellia griseovirens*, *Chaenotheca trichialis*, *C. chlorina*, *Cladonia arbuscula*, *Lecanora chlarotera*, *Phlyctis argena*, *Porina aenea*, *Pseudoschismatomma rufescens*. Згідно з сучасною загальною тенденцією до потепління та аридизації клімату [ARTROOT, 2009], ми оцінюємо стан популяцій цих лишайників як вразливий, а деякі з них вважаємо реліктами раннього голоцену.

Крім «північних», декілька атлантичних лишайників також було відмічено на Чалбаській арені. При дослідженні представників роду *Ramalina*, нами було знайдено кілька сланей *Ramalina canariensis* (Буркутські плавні, на *Fraxinus excelsior*). Цей лишайник занесений до Червоної книги України [RED DATA BOOK, 2009] і був відомий з трьох середземноморських локалітетів Криму (Новий Світ, Мису Март'ян та Карадаг) [KHODOSOVTSSEV, REDCHENKO, 2002; KHODOSOVTSSEV, 2003]. Також на корі *Fraxinus excelsior* вперше для рівнини відмічено *Bacidia fraxinea*. Раніше цей вид був відмий з Кримського півострова [COPPINS et al., 2001]. На межі з Чалбаською ареною, у лісосмугах, було знайдено єдине в Україні місцезростання лишайника *Candelaria pacifica* [КЛЮМЕНКО, 2014], який росте у регіонах із зволженим атлантичним кліматом. На наш погляд, ще одним атлантичним видом, який поширюється у лісах степової зони України, є *Anaptychia crinalis*. Найближчі його місцезнаходження були відмічені на південному макросхилі Кримського півострова [KHODOSOVTSSEV, 2004]. Цей вид потребує охорони принаймні на місцевому рівні. Нещодавно на території Кінбурнського півострова нами був знайдений *Athallia alnetorum* [KHODOSOVTSSEV et al., 2017], що також відмічений і на Чалбаській арені. Найближчі його місцезнаходження знаходяться на Чорноморському узбережжі Туреччини [VONDRÁK et al., 2017]. Ми гіпотетично допускаємо, що занос атлантичних елементів до Чалбаської арени скоріше всього розпочався у другій половині голоцену і продовжується до теперішнього часу.

7. Охорона лишайників

На території Чалбаської арени виявлено три види лишайників, що занесено до Червоної книги України [RED DATA BOOK, 2009]. Найменше занепокоєння викликає популяція лишайника *Cetraria aculeata*, спеціальні таксономічні, созологічні та популяційні дослідження якого були зроблені у межах України [NADYEINA et al., 2013]. Лишайник росте в угрупованнях *Xanthoparmelietum pokornyi*, рідше у *Placynthiello uliginosi-Cladonietum rei* та *Cladonietum alcicornis*, як на відкритих кучугурах, так обабіч штучних соснових лісових масивів. Лише дві невеличкі популяції *Xanthoparmelia camtschadalis*, які склалися з декількох сланей, були знайдені на Чалбаській арені. Уперше за межами Кримського півострова був відмічений епіфітний лишайник *Ramalina canariensis*. Його популяція представлена усього декількома сланями в оточенні *Evernia prunastri*, *Ramalina pollinaria*, *R. fastigiata*, що росли на одному дереві *Fraxinus excelsior* в Буркутських плавнях. У межах Чалбаської арени знайдено 10 видів лишайників, що потребують охорони на регіональному рівні [СHERVONYI..., 2013]. Популяції *Anaptychia ciliaris*, *Bacidia rubella*, *Lecania ephredrae*, *Parmelina quercina*, *Phlyctis argena*, *Usnea hirta* на території Чалбаської арени знаходяться у задовільному стані. Виявлено більше десяти дерев, де ці лишайники утворюють проективне покриття від 1 до 30%. Ці лишайники відмічалися нами щорічно під час відвідування арени. Проте, лише поодинокі слані *Candelaria concolor* (єдина знахідка у 2007 році), *Chaenotheca trichialis* (єдина знахідка у 2017 році), *Flavoparmelia caperata* (єдина знахідка у 1992 році), *Parmelina tiliacea* (єдина знахідка у 2017 році), *Placynthiella olygothrophia* (єдина знахідка у 1995 році), *U. glabrescens* (остання знахідка у 1992 році) зареєстровані нами протягом усього періоду дослідження Чалбаської арени. При детальному дослідженні лишайників арени нами були в останні роки знайдені *Absconditella lignicola* (2017 рік), *Anaptychia crinalis* (2016 рік), *Athallia alnetorum* (2015, 2016 та 2017 роки), *Bacidia fraxinea* (2017 рік), *Candelaria pacifica* (2015 рік), *Cladonia macilenta* (2016 рік), *Caloplaca monacensis* (2016 рік), *Lepra albescens* (2016 та 2017 роки), *Chaenotheca chlorina* (2017 рік), *Porina aenea* (2015 рік), *Pseudoschismatomma rufescens* (2015 рік), *Punctelia subrudecta* (2016 рік), для більшості з яких Чалбаська арена – єдине місцезростання у межах степової зони України. Вони можуть зникнути при нераціональному користуванні лісовими ресурсами. Тому, ми пропонуємо включити їх до наступного переліку видів, що охороняються у межах Херсонської області за категорією «вразливі». Для охорони біотопів Чалбаської арени та моніторингу популяцій вразливих видів лишайників необхідно розширити територію національного природного парку «Олешківські піски» та створити на більшості території Чалбаської арени регіональний ландшафтний парк «Гілея».

Висновки

1. На території Чалбаської арени нижньодніпровських арен виявлено 160 видів лишайників, ліхенофільних та близьких до лишайників грибів, серед яких *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Bacidia fraxinea*, *Ramalina canariensis* виявились новими для рівнинної частини України, а лишайники *Caloplaca monacensis*, *Chaenotheca chlorella*, *Cladonia macilenta*, *Lecanora chlorotera*, *Lepraria lobificans*, *Porina aenea*, *Punctelia subrudecta* та ліхенофільний гриб *Heterocephalacria physciacearum* для її степової зони.

2. Південна частина біотопів урочища Буркутські плавні Чалбаської арени, що займають усього 0,22% площі нижньодніпровських арен, можна вважати однією із «гарячих точок» різноманіття лишайників та ліхенофільних грибів степової зони України, де сконцентровано 77% видів досліджених груп організмів по відношенню до усього їх різноманіття на нижньодніпровських пісках.

3. Чалбаська арена репрезентує значну кількість «північних» елементів, поява яких, скоріше всього, пов'язана із закінченням останнього зледеніння близько 10–12 тис. років тому та початком голоцену. Ймовірно, лишайники *Absconditella lignicola*, *Candelariella kuusamoensis*, *Punctelia subrudecta*, *Usnea glabrescens* можна оцінити як релікти раннього голоцену. Ми гіпотетично допускаємо, що проникнення атлантичних видів, таких як *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Ramalina canariensis* до території нижньодніпровських арен скоріше всього розпочалося у другій половині голоцену і продовжується дотепер.

4. На території Чалбаської ариени виявлено три види лишайників *Cetraria aculeata*, *Ramalina canariensis*, *Xanthoparmelia camtschadalis*, що занесені до Червоної книги України, та дванадцять видів лишайників, *Anaptychia ciliaris*, *Bacidia rubella*, *Candelaria concolor*, *Chaenotheca trichialis*, *Flavoparmelia caperata*, *Lecania ephedrae*, *Parmelina quercina*, *Parmelina tiliacea*, *Placynthiella olygothropa*, *Phlyctis argena*, *Usnea hirta*, *U. glabrescens*, занесених до списку видів, що потребують охорони в межах Херсонської області. Це 35% від списків лишайників, що охороняються на національному та регіональному рівнях у межах регіону.

5. До наступного переліку видів, що охороняються у межах Херсонської області за категорією «вразливі», пропонується включити дванадцять видів лишайників: *Absconditella lignicola*, *Anaptychia crinalis*, *Athallia alnetorum*, *Bacidia fraxinea*, *Candelaria pacifica*, *Cladonia macilenta*, *Caloplaca monacensis*, *Lepra albescens*, *Chaenotheca chlorina*, *Porina aenea*, *Pseudoschismatomma rufescens*, *Punctelia subrudecta*, *Ramalina pollinaria*.

6. Для охорони біотопів Чалбаської ариени та моніторингу популяцій вразливих видів лишайників пропонуємо розширити територію національного природного парку «Олешківські піски» та створити на більшості території Чалбаської ариени регіональний ландшафтний парк «Гілея».

Подяка

Автори вдячні М.Ф. Бойку, І.І. Мойсієнку, І.Ю. Костікову, В.П. Поліщуку, І. Будзанівській, О. Сенчилі, В.М. Клименку, Л.М. Гавриленку за допомогу під час сумісних експедиційних досліджень нижньодніпровських пісків. Дослідження виконано за підтримки проекту Міністерства освіти та науки України (N 0116U004735).

References

- AKULOV O.YU., LEONTYEV D.V., SAVCHENKO A.O., USICHENKO A.S., SHLAKHTER M.L., YATSYUK I.I. (2016). Materials for the mycobiota of the National Natural Park "Oleshkivski Pisky" and the surrounding areas (Kherson region, Ukraine). *Chornomors'k. bot. z.*, **12** (2): 178–190. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/16.122/7
- APTRoot A. (2009). Lichens as an indicator of climate and global change: 401–408. In: *Climate change: Observed Impacts on Planet Earth*. Elsevier.
- BOIKO M.F. (1986). Znakhidka sfahnovykh mokhiv na Khersonshchyni. *Ukr. Bot. J.*, **43** (2): 38. (in Ukrainian)
- BRAUN U., KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V., DIEDERICH P. (2016). *Trichoconis hafellneri* sp. nov. on *Xanthoria parietina* and *Athallia pyracea*, a generic discussion of *Trichoconis* and keys to the species of this genus. *Herzogia*, **29** (2): 307–314.
- CHERVONYI spysok Khersonskoi oblasti. Rishenia XXVI sesii Khersonskoi oblasnoi rady VI skykannia № 893 vid 13.11.2013. 13 p.
- COPPINS B.J., KONDRATYUK S.YA., KHODOSOVTSSEV A.YE., WOLSELEY P.A., ZELENKO S.D. (2001). New for Crimea and Ukraine species of lichens. *Ukr. Bot. J.*, **58** (6): 716–722.
- COPPINS B.J., KONDRATYUK S.YA., KHODOSOVTSSEV A.YE., ZELENKO S.D., WOLSELEY P.A. (2005). Contribution to lichen flora of Ukrainian Carpathians. *Chornomors'k. bot. z.*, **1** (2): 5–23. doi: 10.14255/2308-9628/05.12/1
- DARMOSTUK V.V. (2015). The southernmost locality *Tuckermanopsis chlorophylla* (Willd.) Hale in Ukraine. *Chornomors'k. bot. z.*, **11** (2): 230–233. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/15.112/8
- DARMOSTUK V.V. (2016). Likhenofilni hryby, shcho rostut na predstavnykakh rodyny Lecanoraceae v Khersonskiy oblasti. *Almanakh QN (Qvestiones naturales)*, **6**: 201–206. (in Ukrainian)
- DARMOSTUK V.V., KHODOSOVTSSEV A.YE. (2017). Lichenicolous fungi of Ukraine: an annotated checklist. *Studies in Fungi*, **2** (1): 138–156. doi:10.5943/sif/ 2/1/16

- DARMOSTUK V.V., KHODOSOVTSSEV A.YE., NAUMOVICH G.O., KHARECHKO N.V. (2018). *Roselliniella lecideae* sp. nov. and other interesting lichenicolous fungi from the Northern Black Sea region (Ukraine). *Turkish Journal of Botany*, **42**: 354–361. doi:10.3906/bot-1709-5
- GAVRYLENKO L.M., DARMOSTUK V.V., KLYS E.M. (2012). *Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch novyi vyd dlia lihenoflory Khersonshchyny. *Nauka i metodyka*: 9–11. (in Ukrainian)
- GAVRYLENKO L.M., KHODOSOVTSSEV A.YE., NAUMOVICH G.O. (2009). *Marchandiobasidium aurantiacum* (Lasch) Diederich & Schultheis – new for Ukraine lichenicolous fungus. *Chornomors'k. bot. z.*, **5** (4): 609–611. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/09.54/13
- GORDIYENKO I.I. (1969). *Oleshskiye peski i biogeocenoticheskiye svyazi v processe ih zarastaniya*. K: Naukova dumka. 242 s.
- HAWKSWORTH D.L., ATIENZA V., COPPINS B.J. (2010). Artificial Keys to the Lichenicolous Fungi of Great Britain, Ireland, the Channel Islands, Iberian Peninsula, and Canary Islands. Draft. 104 p.
- KHODOSOVTSSEV A.YE. (1997). New species from genus *Saccomorpha* Elenkin (Lichenis, Ascomycotina). *Ukr. Bot. J.*, **54** (3): 289–294. (in Ukrainian)
- KHODOSOVTSSEV A.YE. (1999). *The lichens of the Black Sea steppes*. K.: Fitosociocentre. 236 p. (in Ukrainian)
- KHODOSOVTSSEV A.YE. (2003). An annotated list of the lichen forming fungi of the Karadag natural reserve. *News of Biosphere Reserve «Askania-Nova»*, **5**: 31–43. (in Ukrainian)
- KHODOSOVTSSEV A.YE. (2004). The lichens on rock outcrops of Crimea Peninsula. DSc thesis. Kyiv: M.H. Kholodny Institute of Botany (in Ukrainian).
- KHODOSOVTSSEV A.YE. (2005). The genus *Candelariella* (Candelariaceae, Lecanorales) of the Southern Ukraine. *Novitates systematicae plantarum non vascularium*, **39**: 265–281. (in Russian)
- KHODOSOVTSSEV A.YE. (2011). A new for Ukraine species of the lichenicolous fungi. *Chornomors'k. bot. z.*, **7** (2): 194–198. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/11.72/8
- KHODOSOVTSSEV A.YE. (2012). An annotated list of lichenized and lichenicolous fungi of Black sea biosphere reserve. *Chornomors'k. bot. z.*, **8** (4): 393–400. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/12.84/6
- KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V. (2016A). New species of lichenicolous fungi for Ukraine. *Folia Cryptog. Estonica*, **53**: 93–99. doi:10.12697/fce.2016.53.11
- KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V. (2016B). *Pleospora xanthoriae* sp. nov. (Pleosporaceae, Pleosporales), a new lichenicolous fungus on *Xanthoria parietina* from Ukraine, with a key to the known lichenicolous species of *Dacampia* and *Pleospora*. *Opuscula Philolichenum*, **15**: 6–11.
- KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V. (2017A). *Zwackhiomyces polischukii* sp. nov., and other noteworthy lichenicolous fungi from Ukraine. *Polish Botanical Journal*, **62** (1): 27–35. doi:10.1515/pbj-2017-0006
- KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V. (2017B). New for Ukraine records of lichenicolous fungi. *Ukr. Bot. J.*, **74** (2): 177–183. (in Ukrainian) doi:10.15407/ukrbotj74.02.177
- KHODOSOVTSSEV A.YE., KHODOSOVTSSEVA YU.A. (2015). The lichens and lichenicolous fungi of National Nature Park “Oleshkivs'ki pisky” (Kherson region, Ukraine). *Chornomors'k. bot. z.*, **11** (1): 51–56. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/15.111/5
- KHODOSOVTSSEV A.YE., REDCHENKO O.O. (2002). An annotated list of the lichen forming fungi of the natural reserve «Mys Martyan» (Ukraine). *Ukr. Bot. J.*, **59** (1): 64–71. (in Ukrainian)
- KHODOSOVTSSEV A.YE., RUSINA N.V. (2008). *Thelocarpon intermediellum* Nyl. – a new for Ukraine species of lichens. *Chornomors'k. bot. z.*, **4** (1): 131–133. (in Ukrainian) doi: 10.14255/2308-9628/08.41/19
- KHODOSOVTSSEV A.YE., UMANETS O.YU. (2009). *Phoma cladoniicola* Diederich, Kocourk. & Etayo, a new for Ukraine lichenicolous fungus from Oleshkivs'ky Sands. *Chornomors'k. bot. z.*, **5** (2): 273–275. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/09.52/16
- KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V., KHODOSOVTSSEVA YU.A. (2017B). The lichens and lichenicolous fungi of National Nature Park «Biloberezhzhya Svyatoslava». *Chornomors'k. bot. z.*, **13** (3): 324–332. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/17.133/7
- KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V., PANCHENKO S.M. (2017). Lichens of Desniansko-Starogutsky National Nature Park. *Chornomors'k. bot. z.*, **13** (1): 72–86. doi:10.14255/2308-9628/17.131/6
- KHODOSOVTSSEV A.YE., GAVRYLENKO L.M., KLYMENKO V.M. (2016). *Katherinomyces cetrariae* gen. et sp. nov. (asexual Ascomycota) and *Sphaerellothecium aculeatae* sp. nov. (Mycosphaerellaceae), new lichenicolous fungi on *Cetraria aculeata* in Ukraine. *Nova Hedwigia*, **103** (1–2): 47–55. doi: 10.1127/nova_hedwigia/2016/0333
- KHODOSOVTSSEV A.YE., BOIKO M.F., NADYEINA O.V., KHODOSOVTSSEVA YU.A. (2011). Lichen and bryophyte associations on the lower Dniper sand dunes: syntaxonomy and weathering indication. *Chornomors'k. bot. z.*, **7** (1): 44–66. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/11.71/5
- KHODOSOVTSSEV A.YE., DARMOSTUK V.V., SUJJA A., ORDYNETS A. (2018). *Didymocytis trassii* sp. nov. and other lichenicolous fungi on *Cetraria aculeata*. *The Lichenologist*, in press.
- KHODOSOVTSSEV A.YE., MALIUGA N.G., DARMOSTUK V.V., KHODOSOVTSSEVA YU.A., KLYMENKO V.M. (2017A). The corticolous *Physcietea* lichen communities in the old parks of Kherson region (Ukraine). *Chornomors'k. bot. z.*, **13** (4): 481–515. (in Ukrainian) doi:10.14255/2308-9628/17.134/6

- KLYMENKO V.M. (2014). *Candelaria pacifica* (Candelariaceae), a new species for lichen flora of Ukraine. *Ukr. Bot. J.*, **71** (6): 731–732. (in Ukrainian) doi:10.15407/ukrbotj71.06.731
- KOSTYCHEV P.A. (1888). Aleshkivskie peski. *Ezhгодnik Lesnogo instituta*, **2**: 185–228.
- MELNYK R.P., SADOVA O.F., MOYSIYENKO I.I. (2016). Habitats of Burkuty Reserve Area of Oleshkivski Pisky National Nature Park. *Ukr. Bot. J.*, **73** (4): 361–366. (in Ukrainian) doi:10.15407/ukrbotj73.04.361
- MOYSIYENKO I.I., KHODOSOVTSSEV O.E., ROMAN E.G., PYLYPENKO I.O., VOIKO M.F. (2012). To necessity of “Oleshkivski pisky” National Park territory widening. *Nature Reserves in Ukraine*, 18(1–2): 110–114 (in Ukrainian).
- NADYEINA O.V., KONDRATYUK S.YA. (2008). Epiphytic lichens of the Donetsk Ridge as indicators of the state of environment. *Ukr. Bot. J.*, **65** (3): 398–407. (in Ukrainian)
- NADYEINA O., LUTSAK T., BLUM O., GRAKHOV V., SCHEIDEGGER C. (2013). *Cetraria steppae* Savicz is conspecific with *Cetraria aculeata* (Schreb.) Fr. according to morphology, secondary chemistry and ecology. *The Lichenologist*, **45** (6): 841–856.
- OXNER A.M. (1956). *Flora lyshaynykiv Ukrainy*. T. 1. K: Vyd-vo AN URSR, 495 p. (in Ukrainian)
- OXNER A.M. (1968). *Flora lyshaynykiv Ukrainy*. T. 2. Vyp. 1. K.: Nauk. Dumka, 500 p. (in Ukrainian)
- OXNER A.M. (1993). *Flora lyshaynykiv Ukrainy*. T. 2. Vyp. 2. K.: Nauk. Dumka, 541 p. (in Ukrainian)
- OXNER A.M. (2010). *Flora lyshaynykiv Ukrainy*. T. 2. Vyp. 3. K.: Nauk. Dumka, 633 p. (in Ukrainian)
- PACHOSKII Y.K. (1904). Ocherk rastitelnosti Dneprovskoho uezda Tavricheskoi hubernii. *Zap. Novorosiiskoho o-va estestvosp.*, **26**: 9–159.
- PIROGOV M.V., KHODOSOVTSSEV A.YE. (2013). Lichenicolous fungi *Arthonia phaeophysciae* Grube & Matzer (Arthoniaceae) and *Taeniolella phaeophysciae* D. Hawksw. (Anamorphic Ascomycota), new species for Ukraine. *Ukr. Bot. J.*, **70** (4): 535–537. (in Ukrainian)
- RED data book of Ukraine. Plant kingdom (2009). Didukh Ya.P. (ed). Kyiv: Globalkonsalting, 612 p. (in Ukrainian)
- SMITH C.W., APTROOT A., COPPINS B.J., FLETCHER A., GILBERT O.L., JAMES P.W., WOLSELEY P.A. (2009). *The Lichens of Great Britain and Ireland*. London, 1046 p.
- ŠOUN J., VONDRÁK J., SÖCHTING U., HROUZEK P., KHODOSOVTSSEV A., ARUP U. (2011). Taxonomy and phylogeny of the *Caloplaca cerina* group in Europe. *The Lichenologist*, **43** (2): 113–135. doi:10.1017/S0024282910000721
- VONDRÁK J., HALICI M.G., GÜLÜ M., DEMIREL R. (2017). Taxonomy of the genus *Athallia* and its diversity in Turkey. *Turk. J. Bot.*, **40**: 319–328.

Рекомендує до друку
Надсіна О.В.

Отримано 15.02.2018

Адреси авторів:

*О.С. Ходосовцев, В.В. Дармостук,
Г.О. Наумович, Н.Г. Малюга*
Херсонський державний університет
вул. Університетська, 27
Херсон 73000, Україна
e-mail: khodosovtsev@i.ua

Authors' addreses:

*A.Ye. Khodosovtsev, V.V. Darmostuk, A.O. Naumovich,
N.G. Maluga*
Kherson State University
27, Universytetska Str.
Kherson 73000, Ukraine
e-mail: khodosovtsev@i.ua

Ю.А. Ходосовцева
Херсонський державний аграрний університет
вул. Стрітенська, 23
Херсон 73006
Україна

Yu.A. Khodosovtseva
Kherson State Agrarian University
23, Stritenska Str.
Kherson 73006
Ukraine

Перша знахідка *Postia ptychogaster* (Polyporales, Fomitopsidaceae) в Україні

МАРІЯ ВАСИЛІВНА ШЕВЧЕНКО

SHEVCHENKO M.V. (2018). **The first record of *Postia ptychogaster* (Polyporales, Fomitopsidaceae) in Ukraine.** *Chornomors'k. bot. z.*, **14** (1): 91–97. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/7

The mycological researches of aphylophoroid fungi completed at Ichnia National Nature Park (Ichnia district, Chernihiv Region, Ukraine) resulted in discovering *Postia ptychogaster*, which is a new polypore species for mycobiota of Ukraine. This species was found at different stages of development on fallen branches of *Picea abies*, which is the most favorable substrate for the species development. This species inherent feature is ability to form the anamorphic stage, preceding development of the teleomorphic stage. Such phenomenon is rather unusual for the species of Polyporales. The macro- and micromorphological features were provided for the study specimen, both of the anamorphic and the teleomorphic stages, with the original photos and figures thereof attached. We have also discussed the ecological peculiarities and the general distribution of *P. ptychogaster* in the world. We have found out that ceno optimum of this species is located within the coniferous forests zone. This assumption is supported by the fact that this species is the most common in the Northern European countries. In the Central Europe this species occurs less often, where all over the Southern European countries it has been record in Italy only. Most likely, in the mixed forests zone *P. ptychogaster* is located on the eastern boundary of this species natural area. We managed to find it in the Forest Steppe. Whereas, Ichnia national nature park is located on the northern part of the Forest Steppe, immediately adjacent to the mixed forests zone, probably, the substrate necessary for *P. ptychogaster* development was available there. Presumably, the foregoing species can be also found in the other districts in the mixed forests zone and in the northern Forest Steppe of Ukraine. However, new specimens should be search for to prove this assumption.

Key words: polypores, anamorphic stage, Ichnia National Nature Park

ШЕВЧЕНКО М.В. (2018). **Перша знахідка *Postia ptychogaster* (Polyporales, Fomitopsidaceae) в Україні.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **14** (1): 91–97. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/7

В результаті проведених мікологічних досліджень, спрямованих на вивчення афілофороїдних грибів, в Ічнянському Національному природному парку (Україна, Чернігівська область, Ічнянський район) було виявлено новий для мікобіоти України вид трутового гриба *Postia ptychogaster*. Зазначений вид був знайдений в різних стадіях розвитку на деревині *Picea abies*, яка є найсприятливішим субстратом для його розвитку. Характерною особливістю даного виду є здатність утворювати анаморфну стадію, яка передуює розвитку телеоморфної. Це досить нетипове явище для представників порядку Polyporales. Для дослідженого зразка наведені макро- та мікоморфологічні ознаки анаморфної і телеоморфної стадій, що супроводжуються оригінальними фотографіями та рисунками. Також обговорюються екологічні особливості й загальне поширення *P. ptychogaster* у світі. Встановлено, що ценооптимум зазначеного виду знаходиться в межах зони хвойних лісів. Це підтверджується тим фактом, що він найбільше поширений у країнах Північної Європи. У Центральній Європі цей вид зустрічається значно рідше, а з усіх південноєвропейських країн відомий лише в Італії. Вірогідно, що *P. ptychogaster* у зоні мішаних лісів знаходиться на південній межі свого ареалу. Нам вдалося виявити його у лісостеповій зоні. Зважаючи на те, що Ічнянський національний природний парк розташований у північній частині лісостепової зони, яка безпосередньо межує з зоною мішаних лісів, ймовірно, тут був наявний необхідний субстрат для розвитку *P.*

ptychogaster. Можна припустити, що зазначений вид може бути виявлений і в інших регіонах України, зокрема у зоні мішаних лісів та на півночі лісостепової зони. Однак для підтвердження цього припущення необхідний пошук нових зразків.

Ключові слова: трутові гриби, анаморфна стадія, Ічнянський національний природний парк

ШЕВЧЕНКО М.В. (2018). **Первая находка *Postia ptychogaster* (Polyporales, Fomitopsidaceae) в Украине.** *Черноморск. бот. ж.*, **14** (1): 91–97. doi: 10.14255/2308-9628/18.141/7

В результате проведенных микологических исследований, направленных на изучение афиллофороидных грибов, в Ичнянском Национальном природном парке (Украина, Черниговская область, Ичнянский район) был обнаружен новый для микобиоты Украины вид трутового гриба *Postia ptychogaster*. Указанный вид был найден в разных стадиях развития на древесине *Picea abies*, являющейся наиболее благоприятным субстратом для его развития. Характерной особенностью данного вида является способность образовывать анаморфную стадию, которая предшествует развитию телеоморфной. Это достаточно нетипичное явление для представителей порядка Polyporales. Для исследованного образца приведены макро- и микроморфологические признаки анаморфной и телеоморфной стадий, которые сопровождаются оригинальными фотографиями и рисунками. Также обсуждаются экологические особенности и общее распространение *Postia ptychogaster* в мире. Установлено, что ценооптимум указанного вида находится в пределах зоны хвойных лесов. Это подтверждается тем фактом, что он наиболее широко распространен в странах Северной Европы. В Центральной Европе этот вид встречается значительно реже, а из всех южноевропейских стран известен лишь в Италии. Вероятно, *P. ptychogaster* в зоне смешанных лесов находится на южной границе своего ареала. Нам удалось обнаружить его в лесостепной зоне. Принимая во внимание то, что Ичнянский национальный природный парк расположен в северной части лесостепной зоны, которая непосредственно граничит с зоной смешанных лесов, вероятно, здесь сложились определенные микроклиматические условия, а также имелся необходимый субстрат для развития *P. ptychogaster*. Предположительно, что указанный вид может быть обнаружен и в других регионах Украины, в частности в зоне смешанных лесов и на севере лесостепной зоны. Однако для подтверждения этого предположения необходим поиск новых образцов.

Ключевые слова: трутовые грибы, анаморфная стадия, Ичнянский национальный природный парк

Дослідження афілофороїдних грибів, зокрема і представників порядку Polyporales, на території України розпочалося ще у ХІХ столітті. Однак видовий склад грибів у різних ботаніко-географічних районах України вивчений досить нерівномірно. До найкраще обстежених регіонів можна віднести Закарпаття, Карпати, Правобережне Полісся, Харківський Лісостеп та Лівобережний злаково-лучний степ, у яких кількість відомих афілофороїдних грибів становить понад 200 видів [USICHENKO, 2002; AKULOV et al., 2003; ORDYNETS, AKULOV, 2011; ORDYNETS et al., 2011; ORDYNETS et al., 2017]. У той же час в Україні залишаються регіони, в яких відомості про видовий склад грибів зазначеної групи практично відсутні. До таких малодосліджених територій належить і Лівобережний Лісостеп, де розбудова мережі об'єктів природно-заповідного фонду призвела до необхідності інвентаризації біоти заповідних територій, зокрема і мікобіоти. Ічнянський національний природний парк (Ічнянський районн, Чернігівська область, Україна), відповідно до мікофлористичного районування України [HELUTA, 1989], належить до Лівобережного Лісостепу і є однією з недосліджених в мікологічному плані заповідних територій, де афілофороїдні гриби досі не вивчалися. З огляду на це, тут у 2016 році нами були розпочаті перші спеціалізовані мікологічні дослідження афілофороїдних грибів, в результаті чого вдалося виявити місцезнаходження нового для мікобіоти України трутовика із роду *Postia* Fr.

(Fomitopsidaceae, Polyporales, Basidiomycota). До цього роду належать види з мономітичною гіфальною системою, які поширені у Північній півкулі і викликають буру гниль деревини [HIBBETT, DONOGHUE, 2001; CUI, LI, 2012; RYVARDEN, MELO, 2014]. Систематичне положення представників роду *Postia* впродовж ХХ століття було дискусійним: одні мікологи розглядали їх в межах близького роду *Oligoporus* Bref. [RYVARDEN, GILBERTSON, 1994; NÚÑEZ, RYVARDEN, 2001], решта ж виділяли в окремий рід *Postia* [LARSEN, LOMBARD, 1986; RENVALL, 1992; NIEMELÄ et al., 2004; WEI, DAI, 2006; DAI, HATTORI, 2007]. Сучасні молекулярно-генетичні дослідження дозволили встановити, що *Postia* та *Oligoporus* є окремими родами [SCHIGEL, 2006; BINDER et al., 2013].

Матеріали та методи дослідження

Збір та гербаризацію проводили за загальноприйнятими мікологічними методиками [RYVARDEN, MELO, 2014]. Матеріалом для цієї статті був зразок *P. ptychogaster*, зібраний у вересні 2017 року в Ічнянському національному природному парку. Зібраний зразок передано до Національного гербарію Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW-M).

Для дослідження мікроструктур виготовляли тимчасові мікропрепарати у 5% водному розчині гідроксиду калію, бавовняному синьому та реактиві Мельцера. Систематичне положення та сучасну латинську назву гриба узгоджено з базою даних «Index Fungorum» [<http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>].

Результати досліджень та їх обговорення

В результаті мікологічного обстеження Ічнянського національного природного парку ми виявили трутовик *P. ptychogaster*, який раніше не наводився для мікобіоти України. Нижче подаємо основні макро- та мікоморфологічні ознаки дослідженого зразка, а також оригінальні фотографії і рисунки, відомості про субстратну спеціалізацію, дату та місце збору і загальне поширення *P. ptychogaster* у світі. За сукупністю діагностичних ознак досліджений зразок із Ічнянського Національного природного парку подібний до зразку з Окського Біосферного заповідника (Росія, Рязанська область, Спаський район, околиця с. Брикін Бір), який зберігається в Національному гербарії Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW-M) [МУСОТНЕСА..., 2008].

POSTIA PTYCHOGASTER (F. Ludw.) Vesterh., in Knudsen & Hansen, *Nordic J. Bot.* 16(2): 213. 1996 (Рис. 1-2)

Bas.: *Polyporus ptychogaster* F. Ludw.

Syn.: *Oligoporus ptychogaster* (F. Ludw.) Falck & O. Falck, *Ceratomyces albus* (Corda) Sacc.

Анаморфна стадія: *Ptychogaster fuliginoides* (Pers.) Donk

Syn.: *Ptychogaster albus* Corda, *Trichoderma fuliginoides* Pers.

Плодові тіла однорічні, розпростерті, розпростерто-відігнуті, легко відділяються від субстрату, завтовшки 1–3(–5) см, завширшки 3–5(–6) см, у свіжому стані м'якої консистенції, після висихання стають крихкими. Абгіменіальна поверхня плодових тіл біла, злегка опушена, неясно зональна, пізніше дещо буріс. Контекст білий, двошаровий, близько 10–12(–14) мм завтовшки: перший шар, який прилягає до трубочок, щільний, воскоподібний, завтовшки 3–4 мм, другий – пухкий, завтовшки 7–8(–10) мм, утворений гіфальними тяжами. Гіменофор трубчастий. Трубочки довжиною 2–3(–4) мм, одного кольору з контекстом. Поверхня гіменофору спочатку біла, згодом стає світло-кремовою. Трубочки круглі, округло-кутасті, 2–3(–4) штук на 1 мм, при дозріванні краї стають дещо розсіченими. Гіфальна система мономітична, гіфи

безбарвні, тонкостінні, з пряжками, діаметром 3,5–5,2 мкм. Цистиди та інші стерильні елементи гіменію відсутні. Базидії булавоподібні, розміром 17–20 × 5–6 мкм, із базальною пряжкою, чотириспорові, стеригми довжиною до 4 мкм. Базидіоспори безбарвні, еліпсоїдні, (3,8–)4–5(–5,7) × 2,2–2,8(–3) мкм, гладенькі, тонкостінні, неамілоїдні, недекстриноїдні, з маленьким апікулюсом. На абгіменіальній поверхні трутовика часто розвивається нестатеве спороношення, представлене хламідоспорами. Анаморфну стадію утворюють округлі, подушкоподібні структури, сформовані гіфами пухкого шару контексту, діаметром 2–5(–8) см, спочатку білого, пізніше вохряно-жовтого кольору, сильно опушені, часто із прозорими або світло-жовтими краплинами ексудату на поверхні; ці структури швидко перетворюється на коричневу борошністу масу хламідоспор. Хламідоспори еліпсоїдної форми, розміром 6,5–8(–9,2) × 3,4–4,2 мкм, деякі із них з одним усіченим кінцем, гладенькі, жовті, світло-коричневі, декстриноїдні, ціанофільні.

Досліджений зразок: Україна, Чернігівська обл., Ічнянський р-н, Ічнянський Національний природний парк, урочище Кути, кв. 40/38, на опалих гілках штучно насаджених *Picea abies* (L.) H. Karst., віком 50–60 років, оточених сосновим лісом, 16.09.2017, KW-M 70924.

Екологічні особливості: Сапротроф на опалій та сухостійній деревині переважно хвойних порід. Найчастіше розвивається на *Picea abies*, рідше – на *Pinus* sp. та *Larix* sp. [RYVARDEN, GILBERTSON, 1994; BERNICCIA, 2005; RYVARDEN, MELO, 2014]. За літературними даними [RYVARDEN, MELO, 2014] відомо кілька знахідок цього виду з деревини *Betula* sp.

Поширення у світі: Європа (Італія [VIZZINI, ZOTTI, 2008], Польща [FRIEDRICH, 2006; KUJAWA et al., 2012], європейська частина Росії [NIEMELA et al., 2001; KOTIRANTA et al., 2007], Україна, Фінляндія [KUNTTU et al., 2011], Франція [PIERI, RIVOIRE, 2007], Чехія [VAMPOLA et al., 2014]); Північна Америка (Канада [GINNS, 2017], США [ZHOU et al., 2016]). Довгий час вид вважали європейським ендеміком [RYVARDEN, GILBERTSON, 1994; BONDARTSEVA, 1998; BERNICCIA, 2005; VIZZINI, ZOTTI, 2008], поки не з'явилися повідомлення про знахідки в США [ZHOU et al., 2016] та Канаді [GINNS, 2017].

Зважаючи на субстратні уподобання *P. ptychogaster*, його ценооптимум знаходиться в межах зони хвойних лісів. Це підтверджується тим фактом, що зазначений вид найбільше поширений в країнах Північної Європи. В Центральній Європі він трапляється значно рідше, а з усіх південноєвропейських країн відомий лише в Італії, де був виявлений на півночі країни, в регіональному природного парку «Superga Hill» [VIZZINI, ZOTTI, 2008], який, відповідно до фізико-географічного районування, розташований в зоні мішаних лісів. Вірогідно, що *P. ptychogaster* у зоні мішаних лісів знаходиться на південній межі свого ареалу. Нам вдалося виявити його у північній частині лісостепової зони, що безпосередньо межує з зоною мішаних лісів. Ймовірно, наявність необхідного субстрату є лімітуючим фактором для поширення *P. ptychogaster*. Можна припустити, що зазначений вид може бути виявлений і в інших регіонах України, зокрема у зоні мішаних лісів та на півночі лісостепової зони. Однак для підтвердження цього припущення необхідний пошук нових зразків.

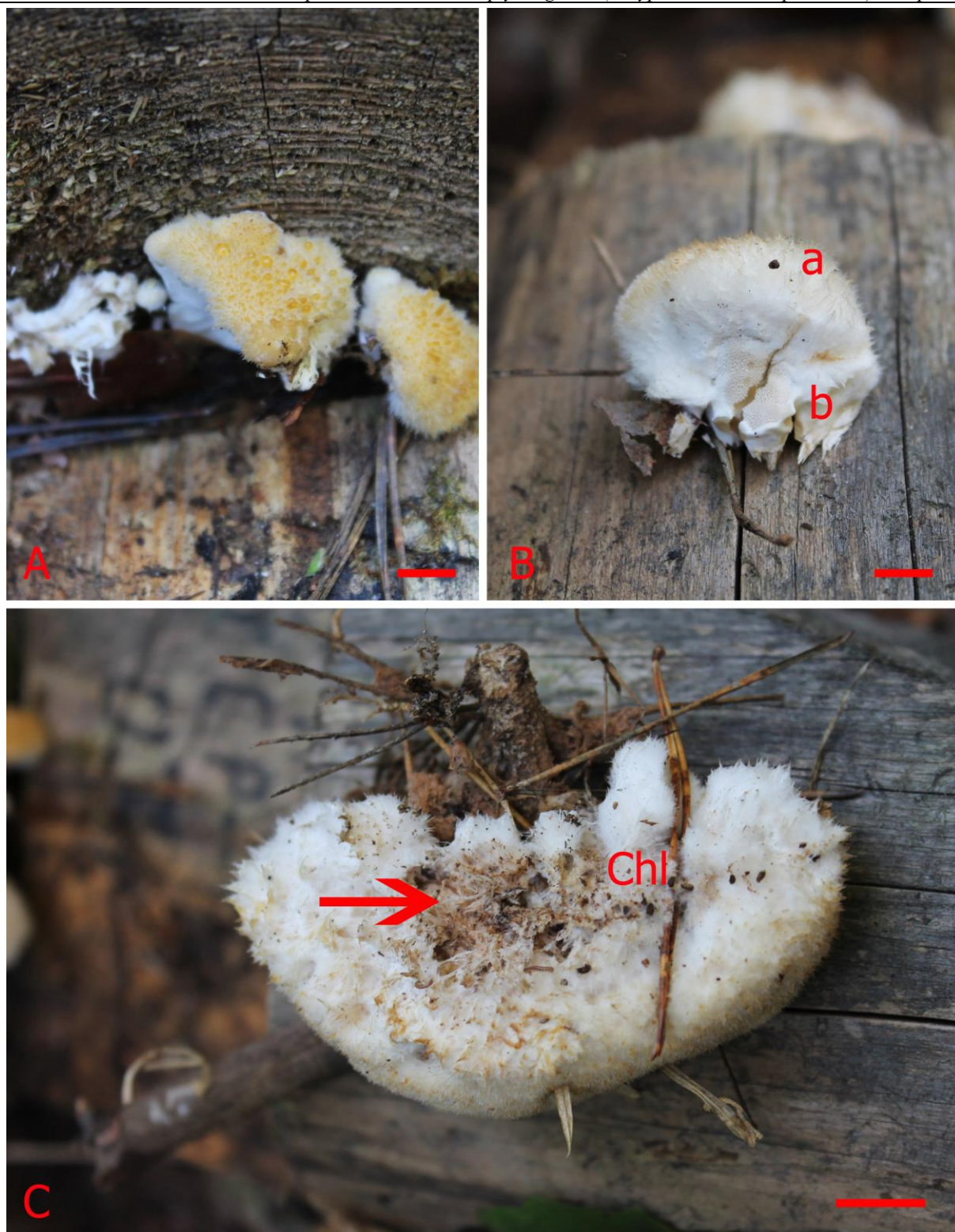


Рис. 1. *Postia ptychogaster*: A – початкові стадії розвитку анаморфи із світло-жовтими краплинами; B – плодове тіло з анаморфною (a) та телеморфною (b) стадіями; C – анаморфна стадія із коричневою масою хламідоспор (Chl) (лінійки A, B, C – 1 см).

Fig. 1. *Postia ptychogaster*: A – young anamorphic stage with light yellow drops; B – fruiting body with anamorphic (a) and teleomorphic (b) stages; C – anamorphic stage with brown mass of chlamydospores (Chl) (bars: A, B, C – 1 cm).

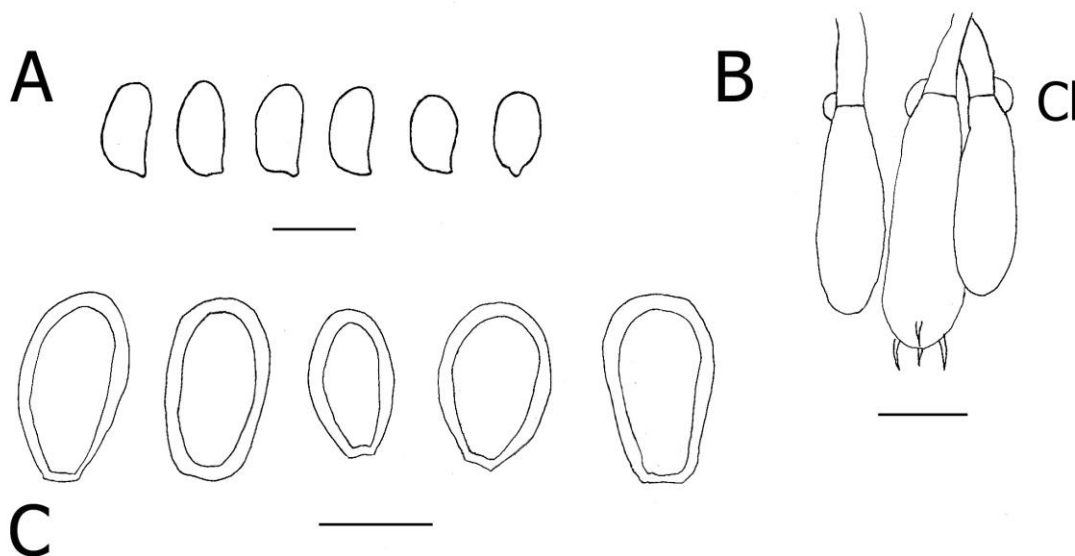


Рис 2. *Postia ptychogaster*: А – базидіоспори; В – базидія (в центрі) і базидіоли (з двох боків) з базальними пряжками (cl); С – хламідоспори (лінійки – 5 мкм).

Fig. 2. *Postia ptychogaster*: А – basidiospores; В – basidium (between the basidioles) and basidioles (next to the basidium) with basal clamps (cl); С – chlamydospores (bars – 5 μ m).

Висновки

Мікологічні дослідження афілофороїдних грибів, проведені в Ічнянському національному природному парку, дозволили виявити новий для мікобіоти України вид трутового гриба *Postia ptychogaster* на різних стадіях розвитку. Наведено основні макро- та мікроморфологічні ознаки дослідженого зразка, що супроводжуються оригінальними фотографіями і рисунками анаморфної і телеоморфної стадій, також зазначені відомості про субстратну спеціалізацію, дату та місце збору і загальне поширення у світі цього виду.

Подяки

Автор щиро вдячний д.б.н., проф. В.П. Гелюгі і шановному анонімному рецензенту за слушні зауваження щодо рукопису статті, а також заступнику директора Ічнянського національного природного парку В.М. Маломуж за всебічне сприяння у проведенні польових досліджень.

References

- AKULOV A.YU., USICHENKO A.S., LEONTYEV D.V., YURCHENKO E.O., PRYDIUK M.P. (2003). Annotated checklist of aphyllorphoid fungi of Ukraine. *Mycena*, **2**: 1–76.
- BERNICCIA A. (2005). *Polyporaceae s.l.* In: *Fungi Europaei*, Vol. 10: 808 p. Italy: E. Candusso.
- BINDER M., JUSTO A., RILEY R., SALAMOV A., LOPEZ-GIRALDEZ F., SJÖKVIST E., COPELAND A., FOSTER B., SUN H., LARSSON E., LARSSON K.-H., TOWNSEND J., GRIGORIEV I.V., HIBBETT D.S. (2013). Phylogenetic and phylogenomic overview of the Polyporales. *Mycologia*, **105** (6): 1350–1373.
- BONDARTSEVA M.A. (1998). *Definitorium fungorum Rossiae. Ordo Aphylliphorales*. Petropoli: Nauka, 391 p. (in Russian)
- CUI B.-K., LI H.-J. (2012). A new species of *Postia* (Basidiomycota) from Northeast China. *Mycotaxon*, **120**: 231–237.
- DAI Y.C., HATTORI T. (2007). *Postia japonica* (Basidiomycota), a new polypore from Japan. *Mycotaxon*, **102**: 113–118.
- FRIEDRICH S. (2006). Threatened and protected macromycetes in the Wkrzańska Forest. *Acta Mycol.*, **41**(2): 229–240.
- GINNS J. (2017). Polypores of British Columbia. Prov. B.C. Victoria, B.C. Tech. Rep. 104. URL: <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/TR104.htm> [26/2/2018].

- HELUTA V.P. (1989). *Flora of the fungi of Ukraine: powdery mildew fungi*. Kiev: Naukova dumka, 255 p. (in Ukrainian)
- HIBBETT D.S., DONOGHUE M.J. (2001). Analysis of character correlations among wood decay mechanisms, mating systems, and substrate ranges in homobasidiomycetes. *Systematic Biology*, **50**: 215–242.
- KOTIRANTA H., USHAKOVA N., MUKHIN V.A. (2007) Polypore (Aphyllphorales, Basidiomycetes) studies in Russia. 2. Central Ural. *Ann. Bot. Fennici*, **44**: 103–127.
- KUJAWA A., WRZOSEK M., DOMIAN G., KĘDRA K., SZKODZIK J., RUDAWSKA M., LESKI T., KARLIŃSKI L., PIETRAS M., GIERCZYK B., DYNOWSKA M., ŚLUSARCZYK D., KAŁUCKA I., ŁAWRYNOWICZ M. (2012). Preliminary studies of fungi in the Biebrza National Park (NE Poland). II. Macromycetes. *Acta Mycol.*, **47**(2): 235–264.
- KUNTTU P., KULJU M., PENNANEN J., KOTIRANTA H., HALME P. (2011). Additions to the Finnish aphyllphoroid fungi. *Folia Cryptog. Estonica*, **48**: 25–30.
- LARSEN M.J., LOMBARD F.F. (1986). New combinations in the genus *Postia* Fr. (Polyporaceae). *Mycotaxon*, **26**: 271–273.
- MYCOTHECA Petropolitana ab Instituto Botanico nomine V.L. Komarovii Academiae Scientiarum Rossicae edita (series exsiccatorum). Fasc. III – V (nos. 41–100). (2008). St. Petersburg. 32 p.
- NIEMELÄ T., DAI Y.C., KINNUNEN J., SCHIGEL D.S. (2004). New and in North Europe rare polypore species (Basidiomycota) with annual, monomitic basidiocarps. *Karstenia*, **44**: 67–77.
- NIEMELA T., KINNUNEN J., LINDGREN M., MANNINEN O., MIETTINEN O., PENTTILA R., TURUNEN O. (2001). Novelties and records of poroid Basidiomycetes in Finland and adjacent Russia. *Karstenia*, **41**: 1–21.
- NÚÑEZ M, RYVARDEN L. (2001). East Asian polypores 2. Polyporaceae s. lato. *Synopsis Fungorum*, **14**: 165–522.
- ORDYNETS O.V., AKULOV O.YU. (2011). Aphyllphoroid fungi of the «Kreidova flora» branch of Ukrainian Steppe Nature Reserve. *Studia Biologica*, **5**(3): 109–124. (in Ukrainian)
- ORDYNETS O.V., AKULOV O.YU., SHYIAN-HLOTOVA H.V. (2011). Aphyllphoroid fungi of Stanychno-Luhanske branch of Luhansk Nature Reserve. *Nature Reserves in Ukraine*, **17**(1–2): 28–33. (in Ukrainian)
- ORDYNETS A., SAVCHENKO A., AKULOV O., YURCHENKO E., MALYSHEVA V.F., KÖLJALG U., VLASÁK J., LARSSON K.-H., LANGER E. (2017). Aphyllphoroid fungi in insular woodlands of eastern Ukraine. *Biodiversity Data Journal*, **5**. doi: 10.3897/BDJ.5.e22426
- PIERI M., RIVOIRE B. (2007). Inventaire des polypores des îles Sainte Marguerite, Port-Cros et Porquerolles, France. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, **76**(5): 81–97.
- RENVALL P. (1992). Basidiomycetes at the timberline in Lapland 4. *Postia lateritia* n. sp. and its rust-coloured relatives. *Karstenia*, **32**: 43–60.
- RYVARDEN L., GILBERTSON R.L. (1994). European polypores. Part 2. *Synopsis Fungorum*, **7**: 394–743.
- RYVARDEN L., MELO I. (2014). Poroid fungi of Europe. *Synopsis Fungorum*, **31**: 1–456.
- Schigel D.S., Niemelä T., Larsson K.H., Larsson E. (2006). Phylogeny of the *Postia*–*Oligoporus* complex of poroid Basidiomycetes. *8-th International mycological congress, Cairns, Australia, August 20-25, 2006*: 46.
- USICHENKO A.S. (2002). Afilloforovyye griby Kharkovskoi oblasti. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu im. V. N. Karazina*, **551**(2): 222–227. (in Russian)
- VAMPOLA P., ORDYNETS A., VLASÁK J. (2014). The identity of *Postia lowei* (Basidiomycota, Polyporales) and notes on related or similar species. *Czech Mycol.*, **66**(1): 39–52.
- VIZZINI A., ZOTTI M. (2008). *Postia ptychogaster*, an unusual two-stage polypore new to Italian mycobiota. *Mycotaxon*, **103**: 319–328.
- WEI Y.L., DAI Y.C. (2006). Three new species of *Postia* (Aphyllphorales, Basidiomycota) from China. *Fungal Diversity*, **23**: 391–402.
- ZHOU L.-W., NAKASONE K.K., BURDSALL H. JR., GINNS J., VLASÁK J., MIETTINEN O., SPIRIN V., NIEMELÄ T., YUAN H.-S., HE S.-H., CUI B.-K., XING J.-H., DAI Y.-C. (2016). Polypore diversity in North America with an annotated checklist. *Mycol. Progress*, **15**: 771–790.

Рекомендує до друку
Леонтьєв Д.В.

Надійшла 22.12.2017

Адреса автора:

М.В. Шевченко
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного
НАН України
вул. Терещенківська, 2
Київ, 01004
Україна
e-mail: Shevchenko_Mariya@ex.ua

Author's address:

M.V. Shevchenko
M.H. Kholodnyi Institute of Botany
the National Academy of Sciences of Ukraine
2 Tereshchenkivska Str.
Kyiv, 01004
Ukraine
e-mail: Shevchenko_Mariya@ex.ua

The new concept of biota protection oin the Republic of Moldova. The Red Data Book of Moldova (2015)

Cartea Roșie a Republicii Moldova. = The Red Book of the Republic of Moldova / Min. Mediului al Rep. Moldova, Acad. de Științe a Moldovei, Grădina Botanică & Inst. de Zoologie; Comisia Naț.: Valeriu Munteanu [et al.]; Col. de red.: Gheorghe Duca (președinte) [et al.]. – Ed. a 3-a. – Chișinău: Î.E.P. Știința, 2015 (Combinatul Poligr.). – 492 p.

In 2015, the Ministry of Environment, Academy of Sciences in the Republic of Moldova, Botanical Garden and Institute of Zoology, according to the national legal framework (The Environment Protection Act (1993), Law on State Protected Areas (1998), Law on the Red Book (2006), Law on the Plant World (2007), Law on Plant Communities (2007) etc.), the National Environmental Strategy for 2014–2023 (approved in 2014) and the Global Strategy for Plant Conservation 2011–2020, prepared and published the Red Book of the Republic of Moldova (the RBRM).

According to the Law of the Red Book, it should regulate nature protection activities, use and recovery of endangered, critically endangered, vulnerable, rare and not evaluated species of biota in order to prevent their disappearance and to ensure the conservation of genetic resources. This Law establishes the basic responsibilities of state structures at all levels, including scientific institutions of this field.

This edition of the Red Book is the third one after the issue of the first edition in 1978 (26 plant species and 29 species of vertebrates) and the second edition in 2001 (126 plant species and 116 animal species).

One volume of this edition of the RBRM includes plants, fungi and animals which require protection (while in Ukraine, for example, these groups of organisms are separated mainly due to the larger volume of material). The information about plants takes up almost a half of the book (plants and fungi are placed on pages 13–232, animals – on pages 234–469).

The RBRM provides information about 208 species of plants and fungi, 150 of which are angiosperms, 1 – gymnosperm, 14 – pteridophytes, 7 – bryophytes, 8 – algae, 14 – basidiomycetes, 14 – ascomycetes, which constitutes 88 species more than in the second edition of the Red Book. The Book also includes 219 animals species, among which 30 are mammals, 62 – birds, 9 – reptilian, 9 – amphibian, 23 – fish, 1 – cyclostomatous, 80 – insects, 1 – colembols, 1 – crustaceans, 3 – bivalves, which is 103 species more than in the second edition. It is interesting that the RBRM lists both rare (*Chrysopogon gryllus* (L.) Trin., *Colchicum triphyllum* G. Kunze, *Crambe tataria* Sebeók, *Eremogone cephalotes* (M. Bieb.) Fenzl, *Iris pontica* Zapal., *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht., *Schivereckia podolica* (Besser) Andr. ex DC., *Scorzonera austriaca* Willd., *Securigera elegans* Panč.) and common for Ukraine (*Achillea ochroleuca* Ehrh., *Convolvulus lineatus* L., *Dianthus polymorphus* M. Bieb., *Ephedra distachya* L., *Jurinea stoechadifolia* (M. Bieb.) DC., *Nepeta parviflora* M. Bieb., *Pimpinella titanophila* Woronow, *Scorzonera mollis* M. Bieb., *Silene supina* M. Bieb., etc.) species of plants. Some of the latter are weeds (*Centaurea salonitana* Vis., *Erodium ciconium* (L.) L'Her).

The taxonomic groups of plants are arranged in the following order: flowering plants (*Magnoliophyta*: *Magnoliopsida*; *Liliopsida*), gymnosperms (*Pinophyta*), seedless vascular plants (*Pteridophyta*), bryophytes (*Bryophyta*), algae (*Algae*), fungi (*Fungi*: *Basidiomycota*; *Ascomycota*). In the RBRM, before each major group of plants at the rank of division, there is a list of taxa in Latin and Romanian with names of families.



At the end of the RBRM there are indices of Latin and Moldavian (Romanian) names. The references (bibliography) are given by groups of organisms (separately for *Magnoliophyta*, *Pinophyta*, *Pteridophyta*, *Bryophyta*, *Algae*, *Fungi*).



Among seven IUCN categories in the Red Book of the Republic of Moldova only three (vulnerable (VU), endangered (EN), critically endangered (CR)) are used, such categories as Extinct (EX) and Extinct in the wild (EW), and T = Near threatened (NT) are ignored.

Traditionally, in the Red Data Books of the countries in Eastern Europe, the data for each species are accompanied with a photo and a dot chart of localities with subdivision into current isolated places of registration and places of registration in the past.

Paronychia cephalotes (Blak.) Hon. (= *Blaschewia cephalotes* Blak., *Paronychia turanica* Ilievski & Sikaroodi)

PARONICHIE-CAPITATA

Clasă Magnoliopsida
Familia Caryophyllaceae

STATUTUL. Specie critic periclinită (Critically Endangered (CR)).

DISTRIBUȚIE. În Republica Moldova se întâlnește lângă oraș. Buznești, Irboghești, s. Mirovești (Dobruța), oraș. Raionul (JIAȘEN). Specia se află la limita de nord a arealului. Plantele sunt găsite creșterea în Peninsula Balcanică, în partea de sud-vest a Europei Est-Europene, în Crimeea, Caucaz, Asia Mică (1, 3).

HABITATUL. Săculele dezvoltate din partea superioară a versanților însorși ai dealurilor.

ASPECTUL CANTITATIV. Creșterea în grupuri mici, dispersate. Cea mai mare populație a acestei specii, de peste 1 000 de plante mature, pe o suprafață de circa 2 ha, a fost înregistrată în apropierea s. Mirovești. A doua populație semnificativă se află lângă oraș. Buznești, ocupând un sector cu suprafață de 500 m². Cercetările recente nu au confirmat existența populației lângă oraș. Raionul.

FACTORI LIMITATIVI. Condițiile extreme la limita arealului: biotopul specific, sărăcirea, scăderea populației locale.

PARTICULARITĂȚILE BIOLOGICE ȘI ECOLOGICE. Plante perene. Înflorește în mai-iunie. Se înmulțește prin semințe.

CULTIVAREA. Nu se practică.

MSURILE DE PROTECȚIE. Specie ocrotită de lege, înscrisă în Cartea Roșie a Republicii Moldova (art. 11-9). (2)

STABIL. Critically endangered taxon.

DISTRIBUTION. In the Republic of Moldova it can be met on the southern of the mountains of Buznești, Irboghești, the village of Mirovești (Dobruța) and the mountains of Raionul (Transnistria) regions. The species is known at the northern limit of the natural habitat. Outside the country it can be met in the Balkan Peninsula, in the South-Western part of the East-European Plain, the Crimea, the Caucasus and Asia Minor. (1, 3)

HABITAT. These plants on the upper parts of slopes facing of cliffs.

QUANTITATIVE ASPECT. Grows in small discrete groups. The most numerous population, of more than 1 000 adult plants on the area of about 2 ha, has been registered near the village of Mirovești. The second significant population is located near the commune of Buznești, which occupies the area of 500 m². Recent research has not confirmed the presence of the population in the commune of Raionul.

LIMITATION FACTORS. Extreme cold climate in the limits of the habitat specifically limited biotope, rarity and extensive biotope isolated population.

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS. A perennial plant. Blossoms in May-June. Propagates by seeds.

CULTIVATION. Not practiced.

PROTECTION STATUS. The species is protected by law, included in the Red Book of the Republic of Moldova (art. 11). (2)

PROTECTION MEASURES. Monitoring of the status of population identification and protection of new places of vegetation (the species on one conservation).

Information sources
1. Crăciun, Mădălina, 2009. A taxonomical study of the genus Paronychia. (2) I. Universitatea V. Ghendev & Sabaneiu

The species data of plants and fungi in the RBRM are similar to those in the Red Data Book of Ukraine (the RDBU), although given in a slightly different order: status (in the RDBU – nature conservation status of species), distribution (habitat of species and its distribution in Ukraine), habitat (conditions of growing), quantitative aspect (quantity and structure of population), limitation factors (reasons of quantity changes), biological and ecological characteristics (general biomorphological feature), cultivation (multiplication and propagation under special conditions), separately represented protection status and protection measures (in the RDBU these subsections are united: regime of population conservation and protection measures), information sources (main sources of information). Unlike the RDBU, in the RBRM such important features of species, as its scientific and applied (ecosystem, economic,

commercial) values, which are extremely important for understanding the value of the species by ordinary citizens are not indicated. The wordings of the names of fragments of species information presented in the RDBU in our opinion are more successful, because they reveal their content more precisely.

Of course, we consider it to be a positive point that the first name of the species is given in Latin, which, in accordance with the «International Code of Nomenclature of algae, fungi and plants» is the main, and the name in national language is given after it. Also the advantage of the book is a separate list of species of plants within the taxa of high rank. At the same time we consider that the systematics of taxonomic units, represented in the RBRM, is rather obsolete.

Of course, the advantage of the RBRM is the translation of materials into English, that makes the text more available to foreign users. But from other side the amount of information about each species is significantly reduced, which is a certain disadvantage. In our opinion the Red Book should concentrate detailed and regional, but not common information about biology, ecology structure of cenozes population of species, their reaction on unfavorable factors etc., because only detailed information can facilitate concrete actions on conservation of plants species.

In conclusion, we note again the fact that the lists of plants in the Red Books of Ukraine and Moldova have their differential peculiarities.

The disadvantages of the book include a limited amount of information about each plant, the use of only three zoological categories, and the use of obsolete nomenclature.

Among the positive aspects of the reviewed book it should be noted successful arrangements of taxonomic groups from organisms of higher rank to lower rank; availability of Latin (scientific) names of the species at first; the presence of the translation of taxa features into English.

Kolomiychuk V.P., Popova O.M.

ISSN 1990-553X
e-ISSN 2308-9628

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЧОРНОМОРСЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

Науковий журнал

Том 14

№ 1

2018

Автори несуть відповідальність за зміст статей, достовірність отриманих результатів та їх відповідність до норм чинного законодавства, моралі та етики.

Позиція редколегії може не збігатися з думками авторів статей.

Видання було здійснено за кошти шведсько-українського проекту
«Як був переможений Схід: на шляху до екологічної історії Євразійських степів»
(2013-2018 рр.)

Authors are responsible for the articles' content, the reliability of the results and their compliance with the current legislation, morality and ethics.

The position of the Editorial Board may not coincide with the authors' views.

Print were sponsored by Swedish-Ukrainian project «How the East was Won: Towards an environmental history of the Eurasian Steppe» (2013-2018).

Технічний редактор

Фоменко С.А.

Контент-менеджер

Клименко В.М.

Підписано до друку 14.06.2018.

Формат 60×84 1/8. Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. арк.12,79. Наклад 110. Зам. №

Видавець і виготовлювач

Херсонський державний університет.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ХС № 69 від 10 грудня 2010 р.
73000, Україна, м. Херсон, вул. Університетська, 27. Тел. (0552) 32-67-95.