

# УКРАЇНСЬКИЙ ТОМ 72 • 5 • 2015

## БОТАНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

### UKRAINIAN BOTANICAL JOURNAL

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ • ЗАСНОВАНИЙ 1921 р. • ВИХОДИТЬ ОДИН РАЗ НА ДВА МІСЯЦІ • КИЇВ

## З М І С Т

### *Геоботаніка, екологія, охорона рослинного світу*

- Дідух Я.П., Чусова О.О., Ольшевська І.А., Поліщук Ю.В. Річкові долини як об'єкт еколого-геоботанічних досліджень ..... 415
- Красова О.О., Шевчук Н.Ю., Коршиков І.І. Флористична та ценотична характеристики моніторингових степових ділянок південної частини Криворіжжя ..... 431

### *Судинні рослини: систематика, географія, флора*

- Федорова Т.А. Нові номенклатурні комбінації в роді *Nitrosalsola* (*Chenopodiaceae*) ..... 442
- Явнюк А.А., Шевцова Н.Л., Гудков Д.І. Оцінка впливу додаткового радіаційного опромінення на морфометричні показники насінневих паростків *Phragmites australis* із водойм Чорнобильської зони відчуження ..... 446

### *Червона книга України*

- Федорончук М.М., Дідух Я.П., Белемєць Н.М. Знайдена популяція (*locus classicus*) рідкісного виду *Spiraea pikoviensis* (*Rosaceae*) та його еколого-ценотична характеристика ..... 454
- Попова О.М., Рогозін С.Ю. Нове місцезнаходження рідкісного виду *Iris pontica* (*Iridaceae*) на Причорноморській низовині та стан його популяції ..... 462
- Якушенко Д.М., Орлов О.О. Нові знахідки *Utricularia australis* (*Lentibulariaceae*) в Україні ..... 468

### *Спорові рослини та гриби*

- Макаренко Я.М., Бесєдіна І.С. Рідкісні для України види роду *Agaricus* (*Agaricales*) із басейну р. Псел ..... 474

Кондратюк Т.О. Особливості росту темнопігментованого дріжджоподібного гриба <i>Pseudonadsoniella brunnea</i> ( <i>Meripilaceae</i> , <i>Basidiomycota</i> ) на різноманітних живильних середовищах . . . . .	478
Ходосовцев О.Є., Дармостук В.В., Громакова А.Б. <i>Japewia</i> ( <i>Ramalinaceae</i> , <i>Ascomycota</i> ) — новий рід для ліхенобіоти України . . . . .	484

**Фізіологія, анатомія, біохімія, клітинна та молекулярна біологія рослин**

Клименко О.М. Ультроструктура фотосинтетичного апарату та вміст пігментів у плаваючих і підводних листках <i>Nuphar lutea</i> та <i>Nymphaea alba</i> . . . . .	487
Калашник Г.В., Гайдаржи М.М. Особливості епідерми проростків представників підродини <i>Cactoideae</i> ( <i>Cactaceae</i> ) . . . . .	498
Федорчук В.В., Ємець А.І. Вплив ортованадату натрію, інгібітору тирозинових протеїнфосфатаз, на <i>Agrobacterium</i> -опосередковану трансформацію рослин. . . . .	505

**Історія науки**

Чубірко М.М. Розвиток цитоембріологічних досліджень на кафедрі ботаніки в Ужгородському університеті (до 70-річчя Ужгородського національного університету) . . . . .	511
---	-----

**Ювілейні дати**

Шевера М.В., Протопопова В.В., Андрик Є.Й. Словацькому ботаніку, доктору Марії Заліберовій— 70 . . . . .	516
--	-----

**Втрати науки**

Дудка І.О. Пам'яті Віктора Тарасовича Білая . . . . .	518
Дубина Д.В. Лев Сергійович Балашов. Світлої пам'яті вченого . . . . .	521

---

**НОВІ ВИДАННЯ**

---

**Екосистеми лентичних водойм Чорногори (Українські Карпати)** /Микітчак Т., Решетило О., Костюк А., Попельницька О., Данилик І., Царенко П., Борсукевич Л., Мателешко О., Мартинов О., Ліліцька Г., Капустін Д., Гончаренко В., Кокіш А. / Інститут екології Карпат НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Львівський національний університет ім. Івана Франка. — Львів: ЗУКЦ, 2014. — 288 с.

Коллективна монографія висвітлює сучасний стан лентичних екосистем масиву Чорногора (Українські Карпати): фізико-географічні параметри водойм, різноманіття гідробіонтів, які їх населяють, екологічні особливості видів водоростей, бріофітів, вищих судинних рослин, планктонних ракоподібних, водяних жуків, бабок і амфібій та їхніх угруповань. Аналізується антропогенний вплив на водойми Чорногори. Обговорено шляхи й завдання охорони та збереження оселищ рідкісних видів. Подано фотокаталог лентичних водойм Чорногори.

*Для науковців у галузі екології, ботаніки, зоології, географії, викладачів і студентів, працівників природоохоронних організацій.*

---



<http://dx.doi.org/10.15407/ukrbotj72.05.415>

YA.P. DIDUKH, O.O. CHUSOVA, I.A. OLSHEVSKA, YU.V. POLISHCHUK

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine

2, Tereshchenkivska str., Kyiv, 01004, Ukraine

[ya.didukh@gmail.com](mailto:ya.didukh@gmail.com),

[chusovaolia@mail.ru](mailto:chusovaolia@mail.ru)

## RIVER VALLEYS AS THE OBJECT OF ECOLOGICAL AND GEOBOTANICAL RESEARCH

Didukh Ya.P., Chusova O.O., Olshevska I.A., Polishchuk Yu.V. **River valleys as the object of ecological and geobotanical research.** — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72(5): 415–430.

The river valleys are characterized by high diversity of ecosystems, their originality, complex structure and dynamics. Changes in vertical displacements from the plain to channel in various parts of catena, which can be seen as an intricate complex integrating coenoses formation, geomorphological and pedogenic processes, are very important. Plant communities serve as indicators of territorial and temporal changes. Combinations of the communities within the ecological series influenced by environmental factors are characterized as 'ecomers', which reflect the trends of ecosystem changes, i.e.  $\beta$ -coenodiversity. Quantitative assessment of these plant communities is possible based on the synphytoindication methodology. There were selected three model river valleys, namely, those of the Sluch, Dniester, and Krasna rivers. Comparison of these rivers is of a special interest because they have different dimensions and flow in different natural areas. The topological differentiation in ecological series of the river valleys served for comparison of the 'ecomers', i.e. for assessment of  $\beta$ -coenodiversity differentiation towards changes of leading ecological factors.

**Key words:** river valley,  $\beta$ -coenodiversity, catena, ecomer, plant communities

### Introduction

The biosphere depends on the water regime which determines distribution of ecosystems and their diversity. Rivers play important role and the way they function depends on many factors such as climate, topography, geological structure, water resources, vegetation, etc. On the other hand, rivers are difficult paragenetic systems which affect the nature of topography, landscape, soil, and biotic components of the ecosystems. These functions of the river are defined by paragenetic structure of the river valley that is formed by a complex interaction of zonal-regional location, climate impact, watercourse power, altitude, exposure and slope of the banks, geological structure, landscape structure, riverbed nature, presence of terraces, degree of floodplain inundation, vegetation, hydrological regime, etc. The movement of physical, chemical, and

biotic components of the energy flows occurs both in a horizontal direction, from the source of the river to its mouth, and vertically, from the plain to the channel. River valleys are the subject of study in many disciplines such as geography, landscape ecology, and geobotany.

Ranking of the configuration of river basins reflects particular features of their organization. The lower rank rivers are known to be more sensitive to seasonal climate change as well as other phenomena and appear to be more uniform than rivers of higher levels. In the basins of lower rank rivers, the volume of flow depends on afforestation areas, waterlogging, soil cover, and rainfall, whereas in the basins of higher rank ones these dependencies entirely disappear and are not present within the levels 6 and 7 (Hrodzynskyi, 2005).

In addition to zonal-regional characteristics, river valleys also vary from the source to the mouth and are divided into the upper, middle and lower reaches, each with its own characteristics.

© YA.P. DIDUKH, O.O. CHUSOVA, I.A. OLSHEVSKA,  
YU.V. POLISHCHUK, 2015

The patterns of territorial distribution, the structure of valleys, and the form of landscape components are indicators of the processes they were formed by, which can be described within the framework of fractal theory, such as sinusoidal tortuosity of channel, arborescence of hierarchical combination of tributaries, character of cirques and ravines systems on shores, linearity of alluvial sediment, shape and location of the oxbow lakes.

Apart from the patterns that reflect the nature of regional changes of river valleys and horizontal movement of the material-energy reserve, change in vertical displacements from the plain to channel in various parts of the catena including water parting, slopes, terraces, floodplain, and riverbed, is also essential.

The functioning of the catena depends heavily on geomorphological factors associated with relief, namely changes in exposure, steepness, and, consequently, heat, light, humidity, and evaporation. Significant altitudinal differentiation of relief in some catenas may result in vertical change in the altitudinal zones of vegetation and soils. In this case, the shape of slopes is important. Convex slopes indicate the presence of active deep erosion, while concave slopes indicate the reduction of soil erosion and reduction in the rate of vertical movements (Devis, 1962). Hydrological regime is greatly affected by the geological structure, which causes the internal pressure and outflow of ground water to the surface. Peculiarities of relief lead to changes in the distribution of sediments, and, consequently, formation of soil and its wealth. In the eluvial zone, the internal ecogenetic nature of successions defines the processes of natural accumulation of matter and organics, leading to autogenous pedogenesis. These processes slow down as slope steepness of the river valley increases. This transit zone is dominated by the processes of denudation and surface erosion, which cause soil depletion. In turn, soil depletion halts and even completely stops certain stages of the vegetation succession. Geological sediments and organics-rich soils tend to accumulate at the foothills of the slopes. In some places, colluvial sediments in the form of talus, landslides, and marl accumulate under the rocky outcrops. Alluvial fans of shallow sedimentary rocks are observed at the base of the slopes and occasionally can be found even in the floodplain.

All this determines complex nature of the ecosystems differentiation in the catena. The catena can be regarded as an intricate complex which integrates formation of coenoses, geomorphological and pedogenic processes.

Geomorphological processes affect the kinematics of relief, alluvial, transitive, and accumulative processes. The formation of coenoses within catena is determined by successions, which, in contrast to plakor, do not reach the final stages, but rather transition to the stable state due to the action of a specific external limiting factor on a particular succession unit, which should be interpreted as ecoclimacteric. Nodal stages (links) of plant communities form through these processes of certain direction and speed. The order in which these stages are located in the river valleys are considered as series (rows). Based on the role of a limiting factor or a group of thereof, lithosere, hydrosere, psammosere, and autogenous series can be recognized. Therefore, the catena allows for the fullest expression of natural spatial and temporal properties of ecosystems, which characterize diversity of region's ecosystems and its dynamics (Didukh, 2008). In this context, the vegetation cover is an important indicator of landscape-territorial and temporal changes. Floodplain exposes an entirely different pattern of differentiation and functioning, the one determined by the direct action of the water environment and can be considered as a terraqueous component of landscape (Lavryk (2013) includes riverbed to it). Unlike mesorelief of slopes, geomorphological differentiation of the floodplain is not as significant and is caused by microrelief, where a variegated diversity of habitats is determined by the layer of groundwater.

In addition to the changes of microrelief proper and depth of groundwater, seasonal changes in water regime are of importance as well. Together with other factors, they determine the type of plant cover. Based on the duration of flooding, short-term, middling streamside, and long-term flooding communities are recognized. Certain indicator species are present in each of these communities (Ramenskii, 1939; Mirkin 1974; Kurkin, 1976). To assess the variability of damping, there are developed appropriate integral scales (Ramenskii, 1939; Didukh, 2012).

In general, the floodplain is a highly dynamic system. Floodplain ecosystems are the least stable, because their resistant stability increases and plastic stability decreases in the direction from riverbed to slopes and eluvial plains and vice versa, with plastic stability being the highest in the ecosystems of hydrogenous type (Didukh, 2014). Accumulation of mechanical deposits and organic sediments (the highest biomass productivity leads to accumulation of highest energy reserves) and constant turnover of these alluvial deposits are charac-

teristic for the floodplain. Therefore, the floodplain can be considered as an area of perturbation of paragenetic configuration of landscape, which is characterized by high degree of seasonal fluctuation, turbulence, and even catastrophic processes that are of great interest for the research of ecosystem dynamics. Unique vegetation classes (*Bidentetea tripartite*, *Nano-Juncetea*, *Salicetea purpureae*, *Alnetea glutinosae*, *Phragmito-Magnocaricetea*) form in the floodplain. Furthermore, floodplains allow for the incursion of invasive species and often have the highest concentration of transformer species (Didukh, 2014).

The third component of the river valley is the channel proper. Its functions are determined by such factors as width, depth, water flow capacity, speed and nature of water movement, seasonal changes in its extremes, bottom sediment substrate, the presence of rapids, flatwaters, pits, chemical composition of water (in particular the degree of eutrophication), to name a few. This type of habitats is distinguished by being the most dynamic. Rapid recovery (plasticity) is the key to their stability. Specific helophyte communities (*Lemnetea*, *Potametea*, *Zosteretea*), algal and zoological complexes, such as plankton and benthos, are important components of these habitats. Indicator scales and indices developed for these communities and complexes are used in the assessment of water (Rozenberg, 1984; Didukh, 2012).

It can be concluded that the river valleys are characterized by high diversity, originality, complex structure, and dynamics of ecosystems. Plant communities serve as indicators of territorial and temporal changes. Quantitative assessment of these plant communities is possible based on the synphytoindication methodology (Didukh, 2012). The success of such research requires logical ordering of distribution of territorial and temporal components of ecosystems reflecting these patterns. Methodology-wise, it is important to shape researcher's understanding of the river valley as a complex functional system.

### **Topological differentiation and temporal dynamics of the river valley ecosystems**

Differentiation of ecosystems can be analyzed from three angles:

1. topological ( $\alpha$ -diversity), reflected in classification of syntaxa;
2. topological ( $\beta$ -diversity), reflected in the way coenoses are connected in the landscape (phytocoenomers);

3. territorial ( $\gamma$ -diversity), the way coenoses are located in any given territory, and estimate the size of their areas (phytocoenokhors) (Didukh, 1995).

Phytocoenomers are understood as order of a set of communities that are linked to each other within a certain ecological series, thus reflecting a gradient of changes occurring throughout these communities, namely  $\beta$ -coenodiversity. When coenotic and ecological indicators are analyzed, in other words, when changes at the level of habitats are assessed, phytocoenomers are understood as *ecomers*. The terms 'phytocoenomer' and 'phytocoenokhor' were introduced by V.B. Sochava (Sochava, 1972; 1979) in the framework of mapping of vegetation, once it was determined that hierarchy of the syntaxonomic units does not correlate and cannot be used for mapping of vegetation at any scale. In Western Europe this is reflected in Symphytosociology (Tuxen, 1979) and subsequently in the dynamic-catenal phytosociology (Rivas-Martinez, 2005).

Logics behind a legend to a map differs from the logics behind classification of vegetation. The former depends primarily on the size of the plots occupied by coenoses and the way they are linked, rather than on the extent of taxonomic differences. When similar types of coenoses are merged into one, their rank is elevated to the highest syntaxonomic category they have in common. If, however, coenoses are very different, they cannot be presented as one system, since their properties expressed in khoric units are lost. Hence, there is a need to find other traits or factors that can be used as a basis to form a unified system. In this case, instead of transcending the boundaries of the coenotic (syntaxonomic) categories proper, other characteristics, such as ecological series, stages of succession are used. In contrast to the well-developed and fine-tuned syntaxonomic classification, research into underpinning such systems is in its infancy. Novel mathematical methodology that can be used to evaluate the ranks of phytocoenomers and phytocoenokhors, to determine their scope, degree of differentiation, subordination, and, first and foremost, to determine principles upon which a sound system can be formed, is urgently needed.

Ecomers can be viewed as analogous to stratigraphic columns in geology, with suites being equivalent to the link of plant communities, facies, and series being equivalent to eco-topological series of plant communities. Research on spatial heterogeneity of plant cover at the level of landscape brings to light yet another problem, namely, which elementary units (links) should be used. This problem is further complicated by the con-

tinuous mode of changes, variation in extent of difference between adjacent departments, and presence of different stages of succession.

Rivas-Martinez (2005) proposed to call series of plant communities the *sigmeta*. Depending on the structure, distribution groups and factors that determine this distribution, he proposed to allocate *geosigmeta*, *permasigmeta* and *permageosigmeta* and have even developed principles for giving them Latin names according to the syntaxon, which represented a particular link. The development of these ideas finds support in mapping complex combination of plant communities (Pedrotti, 2013).

Thus the lowest part of an ecomer is a link. All links of various stages of succession combined together are understood as series. Serial communities are the ones which are at present in the intermediate stages of development, relative to the stable (climax) state. Dynamically, each plant association belongs to one or another of initial, intermediate, mature or deviant stages out of a vegetation series (Rivas-Martinez, 1987; 2011). Combination of links which change each other in a limited area and are caused by the limiting activity of a single or several mutually dependent factors, e.g., humidity, salinity, drainage, are considered as ecological (ecotopological) series (Isachenko, 1969; Didukh, 1995). M.A. Holubets (2005) defines ecological series as a naturally occurring or imaginary arrangement of living systems according to the gradient of environment or according to selected structural and functional indicators of a system that is being studied, provided that the indicators reflect the gradual changes of the ecological gradient. The combination of regularly occurring diverse communities, which are distributed based on the particulars of micro-relief forms, occupy limited areas, and do not form elements of landscape units is called a 'complex'. Regularly located communities (or complexes) that reflect the territorial distribution of communities caused by changes in mesorelief are considered as mesocombinations. Totality of heterogeneous communities, complexes or mesocombinations which reflect change in ecological conditions of macrorelief are known as macrocombinations (Isachenko, 1969).

Since the actual slopes of the river valley, floodplain, and channel are interconnected as spatial paragenetic parts of a landscape, they are combined at the level of the macrocombination. However, because they differ in structure, influence of limiting factors, the nature of dynamic processes, they are assigned to separate mezocombinations, which may be of different size

and structure. The banks can be steep, high, slopes — precipitous, floodplains — absent, and vice versa, a wide floodplain with oxbows, low banks, and slight terraces. The same applies to the relation between these components of the river valley and the channel.

Distribution of communities across the catena of slopes and on the floodplain, direction and speed of successions are different. Changes in habitats of the slopes are defined by the changes in mesorelief and are considered as mesocombination determined by the influence of a single system-forming ecofactor, which allows to maintain the state of dynamic equilibrium within the given system. Elementary mesocombination is a combination of coenoses represented by phytokhor of landscape level (100 × 100, 200 × 200 m), and mapped on the scale of 1:100000 (Yurtsev, 1988). Mesocombination is formed by a set of eco-topological series of a given landscape, which changes depending on altitude, steepness of slopes, and geological rock (Belikovich, 2000). In a different landscape, certain series, or links of some series can vanish altogether.

In the floodplain, phytocoenosis changes are determined by microrelief. It is within microrelief that fluctuations in groundwater and type of alluvial deposits are observed, and, consequently, processes of soil formation, which determine the type of succession, transition from peat-swamp, silty-marsh to meadow alluvial type. This natural change of communities from coastal vegetation to riverine sediment manes and shafts within a microrelief are considered as *complexes*. However, great variety, large areas of similar sites (links) and complexes in the floodplain allow to consider the totality of these elements on the level of mesocombination. Patterns of change of phytocoenoses (biotopes) within the riverbed are tied to the depth of water, speed of its movement, and type of the bottom substrate. Transition from hydrotops proper to floating (*Lemnetea*), rooted (*Potametea*) and coastal hydro-aerial communities (*Phragmito-Magnocaricetea*) forms ecological series, which can be joined into mesocombinations.

Therefore, the cross-section of the river valley can be viewed as an ecosystem of landscape level, which is characterized by a conjunction of three types of mesocombinations: valley slopes are a mesocombination of pedo-lithogenic type, floodplain is the one of pedo-hydrogenous type, and channel — of hydrogenous type proper; each of these combines individual links (specific plant communities or habitats) and includes relevant complexes, series (Fig. 1). The plakor portion is consid-

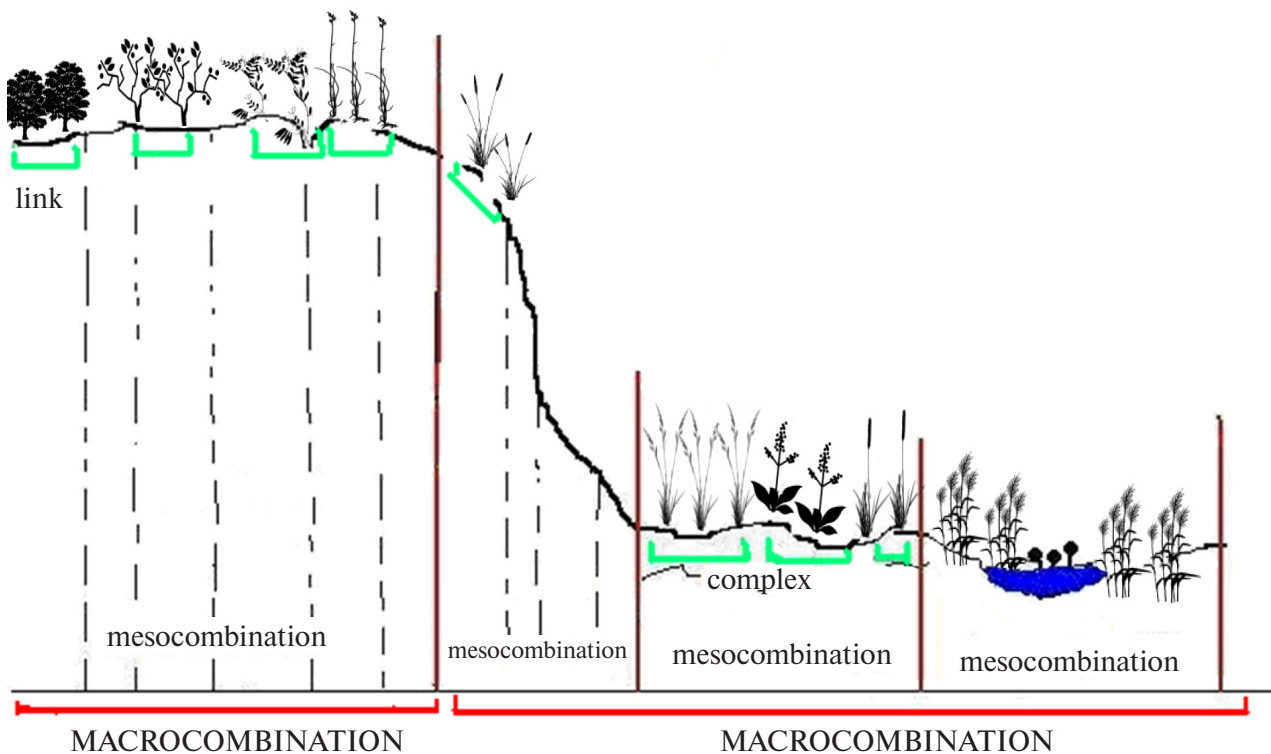











Fig.1. The cross-section of the river valley

Symbols:  — 1;  — 2;  — 3;  — 4;  — 5;  — 6;  — 7;  — 8;  — 9

Legend: 1 — *Quercus robur*; 2 — *Prunus spinosa*; 3 — *Vicia angustifolia*; 4 — *Poa angustifolia*; 5 — *Koeleria cristata*; 6 — *Festuca pratensis*; 7 — *Salvia pratensis*; 8 — *Alopecurus pratensis*; 9 — *Phragmites australis*

ered as a separate mesocombination or even a complex of thereof, and is a subject of a separate analysis. The totality of mesocombinations within given landscape is treated as a *macrocombination*.

Mesocombination changes, loss of individual series, which are observed from the upper river to its mouth characterize regional, eckhoral aspects which, albeit important, are not going to be considered here. The phenomenon of a shift in phytokhorion boundaries along river banks due to the presence, on the southern slopes, of communities of a vastly different type from the ones characteristic for the given region, is well-known. Particularly relevant is the question whether the river valley can be interpreted as a barrier (boundary) between the eckhors of regional level (zoning), or whether it is a link within the zoning units. When large rivers are considered, their differentiating role is not

questioned, whereas the role of middle rivers is up for discussion. In traditional geo-botanical zoning, when khorions were delimited based on the characteristics of plakor vegetation, boundaries between khorions were generally tied to rivers. However, eco-geo-botanical zoning of Central-Podilskyi geobotanical district, conducted by our group based on the analysis of distribution of all types of communities when plakor vegetation is violated or destroyed, has led us to question how appropriate it is to establish such boundaries strictly based on the plakor areas (Didukh, Vasheniak, 2013).

River valleys are interesting from the standpoint of dynamics, kinetics of ecosystems, which explore patterns underpinning changes in state of certain points (elements) in time. Kinematic approaches have already made their way into geomorphology (Devdariani, 1964); however, they are relevant to ecology as well. Environ-

mental kinematics is clearly a promising direction of future research, and a lot of valuable data can be gained from research on the river valley ecosystem dynamics. Of particular interest, from this standpoint, is research on positional-dynamic and paragenetic aspects, which reflect the type, speed, and magnitude of change in matter-energy processes (Hrodzynskiy, 1993), as well as direction, speed, degree of stability, risk of loss, appearance of some and disappearance of other elements, all of which are the basis for predicting future changes. Furthermore, successional development of vegetation has long been known to be complicated by the large-scale fluctuating changes, reflected in the fact that, in different years, vegetation of the same plot was recorded as belonging to different formations (Shennikov, 1924; Rabotnov, 1974).

The problem of the dynamics of ecosystems is particularly relevant due to the spread of the invasive transformer species, which change the structure of natural coenoses. The fact that river valleys serve as not only migration routes for the hydrophytes proper, which are waterborne, but also for species that, at first glance, are not directly connected to water, has been recorded in botanical literature long ago (Shennikov, 1924). Type of mezorelief provides far more diverse conditions than the plakor areas. When zonal climatic conditions are similar due to drainage, angle of slope (steepness), exposure, and baseline erosion, indicators of the thermal regime are higher and those of humidity are lower than on plakor. This, in turn, leads to a significant increase in intensity of evaporation and affects the hydrothermal regime. That said, excessively humid habitats of floodplains are the coldest. Observed elevated extent of plant cover differentiation occurs because of this high gradient of changes in hydrothermal regime. At the same time, species distributed along the border of their range are of narrower ecological amplitude relative to zonal species, and, under such diverse ecological-coenotic conditions, are able to find plots suitable for their distribution. The river valleys are highways spreading southern, more xerophytic species up north and northern, boreal species down south (Didukh, 2008).

This is of particular importance for the climate change research. We associate distribution of invasive species along the river valleys with the indirect climate changes. Temperature rise has been proven to affect ecosystems of high, 'cold' latitudes the most. Of all ecosystems of our temperate latitudes, the coldest and, thus, the most vulnerable are hydrophilic ones, and the toughest ones are the dry, lithophilic ecosystems.

Furthermore, the hydrophilic ecosystems of floodplains transformed the most through reclamation, creation of reservoirs, dams, and straightening of channels, which all cause eutrophication. Together, all of these factors determine the type of transformation of the floodplain ecosystems.

Therefore, research on the patterns of spatial-temporal changes and functioning of the river ecosystems is of utmost importance.

### **Methods of ecomer assessment**

Field research of these aspects involves establishing a system of ecoprofiles and visual assessment of changes in plant cover based on the traits of the dominant species, which reflect the lowest level of syntaxa (variants). The geobotanical descriptions are provided for each site. If a given plot is small, several plots, with similar plant cover, relief, geology, and soil are described. Depending on the type of limit of important ecological factors and their interrelation (orographic features, height and steepness, slope exposure, outcrops of the geological rocks and their location, the impact of anthropogenic factors, type of soil, among others), each specific ecoprofile reflects this distribution, which is determined by the interaction of various factors. The task to be completed is to describe sufficient number of ecoprofiles to adequately represent all types of combinations. The next step is to process the data collected during the field research, and to create a database of geobotanical descriptions and to calculate ecofactor indicators based on phytoindication scales. Such calculations will allow to correct the position of the individual links relative to changes of indicators of ecofactors in order to construct ecological series.

In theory, these series can be constructed based on indicators of all 12 ecofactors. However, that is not necessary, and such series are constructed with respect to changes in key ecofactors or a group of thereof, or based on the corresponding structure of the coenoses (e.g. lithogenous, sylvatic, hydrogenous, psammogenous) (Sămărghișan, 2003). Ecological series should be distinguished from dynamic ones, which reflect successional development. Consequently, their links are represented by time-serial communities.

At the same time, syntaxonomic vegetation classification is constructed. Indicators evaluating similarity characteristics (floristical, ecological) between syntaxa, type of displacement of dominant species or individual groups are calculated as well.

The next step is the selection of ecomers (mesocombinations). The essence of this step lies



in construction of one or two conditional series based on actually existing profiles, ecological series, and classification data. Conditional series, in turn, characterize patterns in link distribution for a given region. Such series (mesocombinations) differ from ecological series in that the latter reflect how the links are ordered (the order of links) relative to changes in the dominant factor or several, mutually dependent dominant factors, such as change of steppe, forest, psammophyte vegetation.

Mesocombination reflects the sequence of links typical for this particular region. For example, the upper part of the slope of the bank can be composed of quaternary loess rocks, on top of which develop steppe communities (*Festucion valesiacae*, *Fragario viridis-Trifolion montani*), whereas on the slope of a bank, where the soil is washed away, steppe communities are represented either with certain differences or entirely different syntaxa. Furthermore, in the middle of the slope it is possible that the outcrops of tertiary limestone or chalk can occur in the middle part of a slope, and Devonian or Silurian sediments might be present in the bottom part of the slope. These links can be represented with *Stipo pulcherrimae-Festucion pallentis*, *Alyso-Sedetalia*, and, on the cliffs, with *Asplenietea trichomanis* communities. At the base of the slopes, where collin deposits of rocks accumulate, communities of the class *Thlaspietea rotundifolii*, shrubs (cl. *Rhamno-Prunetea*), or the edge coenoses (cl. *Trifolio-Geranietea*) form. Further down, where alluvial sandy sediments occur, *Agrostion vinealis* coenoses are present, which transition into meadow communities on the terraces and floodplains. In other cases, different pattern of alternation of coenoses may occur, e. g., typical nemoral forest coenoses (*Carpinus-Quercus*) are replaced by the thermophilic forests (*Quercion petraea*), but on the «foreheads», open edge coenoses (*Trifolio-Geranietea*) are observed. These latter coenoses transition into the meadow—steppe coenoses (*Cirsio-Brachypodion*), which, in turn, are replaced with steppe shrubs (*Prunion fruticosae*, *Berberidion vulgaris*). Forests of the *Alnion incanae* alliance are common at the bottom of the slope.

Thus, on one hand, each mesocombination combines elements, links of various ecological series, and, on the other hand, includes elements that could be absent from any given actually existing profile due to various reasons.

## Research results

Let us consider this approach on the example of specific valleys, namely, those of the Sluch, Dniester, and Krasna rivers. Comparison of these rivers is of a special interest because they have different dimensions and flow in different natural areas. However, we did not intend to provide an exhaustive description or comparison of the ecomers of these rivers, which would require more extensive data collection. In the present study, we were merely trying to illustrate how the methodology of this approach could be practically applied.

The **Sluch** river takes its source in the Forest-Steppe zone of Podillya Upland near the village Chervony Sluch of Teofipol District, Khmelnytsky Region, flows through Polissya lowlands, and falls into the Horyn river. Based on the peculiarities of physical and geographical characteristics, the river is divided into upstream, middle part, and downstream. The upper part of the river stretches from the source in Khmelnytsky Region to the town of Myropil (Romaniv District, Zhytomyr Region), where the banks of Sluch are composed of loess rocks. The middle part of the river cuts through the Ukrainian Crystalline Massif from Myropil to Sosnove village (Bereznovsky District, Rivne Region), and the downstream part stretches from Sosnove to the confluence into the Horyn river in Rivne Region. The Sluch is a stream of the fourth order, with length of 451 km (Hrodzynskyi, 2007). Width of its valley is from 0.2 to 0.8 km in the upper part, to 5 km downstream. Width of the channel is from 5 to 50 m, with a maximum of 110 m. The slope of the river is 0.4 m / km.

Studies were conducted in the upstream and in the middle part of the river. Eco-coenotic profiles were established in the environs of the town of Staryi Ostropol (Starokostiantyniv District, Khmelnytsky Region). The South-Eastern slope of the left bank of the Sluch river is 20 m high. Its upper part is occupied by coenoses of *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae* alliance (dominated by *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, and occasional *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wöl.) Klask.). Coenoses of *Festucion valesiacae* alliance with dominant species *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Medicago falcata* L., and some *Carex humilis* Leyss. are present in the middle part of the slope, and bottom part of the slope is occupied by the *Koelerio-Corynephoretea* coenoses, with *Sedum acre* L., *Euphorbia cyparissias* L. → *Melica transsylvanica* Schur being the dominant species. This

series combined meadow-steppe vegetation in the upper part, and psammo-pteridophytic in the bottom part.

Another profile was established near the village Mala Tokarivka (Romaniv District, Zhytomyr Region) on the left bank of Sluch, whose height reached 15 m, where the conditions are more mezophytic than in the previous site. Upland area was represented by the meadow coenoses of *Cynosurion cristati*, the well-heated and well-drained upper part of the slope — with *Cariceto praecocis-Thymetum marschalliani*, the middle part of the slope (with the 20° steepness) — by *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae* (with dominant *Elytrigia intermedia*), and the bottom part — by *Arrhenatherion* (with dominant species *Briza media* L.).

Geobotanical descriptions of these plots were used to develop syntaxa classification and to perform their comparison based on the indicators of 12 ecofactors according to the method of synphytoindication.

**Dniester** is one of the longest rivers in Ukraine, with length of 1362 km. It originates in the north-eastern slopes of the Ukrainian Carpathians, flows through the Pre-Carpathian basin, Lviv basin, southern Podillya Plate, slopes of the Ukrainian Crystalline Massif, Black Sea lowlands, and falls into the Black Sea. Based on the peculiarities of orographic characteristics, Dniester is divided into upper (Carpathian), middle (Podolian), and lower (Black Sea plain) parts. The middle part of the river is the most interesting and unique. Here, the valley narrows and deepens, acquiring the canyon-like shape, with steep slopes (30—70°), cliffs (over 80°) up to 250 m high, and winding meanders.

On the cross-section profile of the banks, three parts can be clearly distinguished. Upper part, usually a gentle slope composed of Quaternary loam, clay, and Miocene deposits; middle part, with cliffs composed of solid rocks of middle Baden (gypsum, limestone), chalk (limestone, sandstone), Silurian and Devonian (limestone, dolomite, mudstone and marl) deposits; and lower part, where products of these rocks accumulate. This three-tiered profile of the Dniester Canyon plays an important role in the development of exogenous processes in the valley. The upper and middle parts of slopes are affected by such processes as erosion, sheet flood, in the middle part water denudation and landslides occur, and at the bottom part accumulative processes take place (talus, colluvial deposits and alluvial fans are formed).

Dniester valley is presented by the complex of heterochronous terraced levels. Of the 7—11 currently recognized levels of the terraces (Herenchuk, 1980),

only terraces of the levels 1—5 are present within the canyon. Fourth Middle Pleistocene terrace is located at the height of 70—60 m, third — at the height of 50—45 m. Narrow bottom of the valley is formed by Late Pleistocene terraces, the second one at the height of 35—25 m, and the first one at the height of 15—10 m. Terraces are expressed fragmentarily on convex, sloping areas of meanders.

Floodplain is rather narrow and clearly separated from the terraces by steep ledges. It can be divided into high (7—5 m) and low (3.5—0.5 m) parts.

Gray-forest and black-forest soils have formed in loess-loam and loess areas; sod-carbonate soils (rendzinas) formed on carbonate rock weathering products. Rendzinas are typically washed away on steep slopes. Certain peculiarities of the climatic characteristics of the Dniester Canyon can be attributed to the Orographic heterogeneity surfaces. A specific microclimate forms on the slopes and near foot of the slope. This microclimate causes the effect of Transdnistrian «warm Podillya». The effect is caused by the canyon-like valley that serves as a barrier that protects from the wind and retains heat accumulated by the slopes from solar radiation. Consequently, elevated temperatures are observed within the canyon. Winter period here is 20—25 days shorter, and the average temperature of air 1.5—2.0° C higher than that of the uplands. This difference in temperature has a marked effect on vegetation of plants (Herenchuk, 1980; Denysyk, 2007).

Warm and mild climate, diversity of geological and geomorphological structures, and edaphic conditions contributed to formation of nemoral forests with elements of Mediterranean flora, Central and Eastern European steppe coenoses, and petroglyphic vegetation within the canyon, which includes a large number of endemic, relict and rare species. Accordingly, diverse plant communities, which form certain ecological series, are present in the valley. Steppe-petroglyphic ecological series occurs on the southern slopes: *Festuca valesiaca* and *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng are dominant in the upper part of the slope near plakor → *Teucrium chamaedrys* L., *Festuca ovina* L. — in places of quaternary rocks denudation on convex slopes → *Seseli hippomarathrum* Jacq, *Teucrium pannonicum* A.Kern. are dominant on petrous limestone screes → *Teucrium chamaedrys*, *Melica transsylvanica* — further down, on the colluvial deposits. Another Steppe series is represented by the following change of dominants: *Poa angustifolia* L. on plakor (upland) → *Festuca valesiaca*, *Bothriochloa ischaemum* dominate dry areas

near plakor → *Stipa capillata* L. is dominant on convex slopes → *Elytrigia intermedia* — in areas with loess deposits → *Poa versicolor* Besser is a dominant species on the outcrops of limestone with intense denudation → *Teucrium chamaedrys*, *Melica transsilvanica* — on the colluvial deposits → *Agrostis tenuis* Sibth., *Briza media* — on alluvial sediments. Presence of the Central European Steppes, forming a following ecological series of changing of dominants on the northern slopes, is a peculiar feature of this part of the valley: *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv. is a dominant species on the even areas → *Carex humilis* (*Sesleria heufleriana* Schur) — in the upper part of the convex slopes → *Seseli hippomaranthrum*, *Teucrium pannonicum* — in the middle part and on carbonate cliffs → *Inula ensifolia* L., *Anthericum ramosum* L. — further down, in areas with intense denudation and flushing carbonates → *Melica transsilvanica*, *Teucrium chamaedrys*, *Bupleurum falcatum* L. — in the bottom part, on colluvial and diluvial deposits. Shrub series on dry slopes is characterized by *Prunus spinosa* L. growing on the top → *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb. is a dominant species further down → *Caragana frutex* (L.) K. Koch — in the dry conditions of middle part → *Swida sanguinea* (L.) Opiz, *Ulmus minor* Mill. — in the bottom part. Forest series is represented with *Fraxinus excelsior* L., *Carpinus betulus* L., and *Quercus robur* L. on flat plakor areas → *Carpinus betulus* — on slopes near the top → *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, and *Stellaria holostea* L. → *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Cornus mas* L., and *Aegonychon purpurea-coeruleum* Holub. — on the convex southern slopes → *Fraxinus excelsior*, *Aegopodium podagraria* L. — in the bottom part, on accumulative soils. These examples do not exhaust the list of series of the middle Dniester, which are presented by various combinations and require further study.

The **Krasna** river is a left feeder of the Seversky Donets and flows within the southern part of Central Russian Upland (Steppe zone) from north to south. The length of the river is 124 km, the drop height of riverbed is 0.5 m/km. River valley is quite wide and its length is 3.5 km, while the width of the floodplain is 200–250 m. The river is fed predominantly by meltwater. Geomorphologically, the area is located 150–200 m above the sea level and is composed of cretaceous rocks, which are well developed here. Carbon rocks form the base of this territory, with Upper Cretaceous deposits further up, and, finally, the Quaternary loess. Relief is dominated by the denudation forms. The right bank of the river is fairly high (up to 60 m), steep (30–35°),

sometimes scarp, frequently dissected by ravines mostly in the west-east direction. The ravines are fairly long for the most part, and assume the shape of a «circus» along the banks of the Krasna river. Outcrops of Cretaceous rocks, sand, and loess deposits are observed here. The left bank of Krasna is gently sloping (3–7°). Three wide terraces can be traced within the right bank: floodplain, sandy terrace, and a terrace above the sandy terrace proper. The latter terrace transitions into plakor (Ekomerezha, 2013).

In regard to climate, the investigated area is characterized by average rainfall of 450–500 mm. The average annual temperature is 7–8° C, average January temperature is from –8 to –6° C, average July temperature is from 21 to 22° C, indicating subcontinental (subarid) climate with deficit of moisture and drought in August and September.

Medium-humic blackearth predominate in the soil mantle. Rendzinas (sod-calcareous soils) or chalk outcrops occupy the slopes of the right bank (Hrytsenko, 2004).

The vegetation of the valley is represented by deciduous ravine forests, with plakor occupied by sites of forb-fescue-feather-grass steppe. Chalk outcrop vegetation is present on the steep right bank, along with forb-herb-grass meadows which form a patchy complex of combinations in the catena and are characterized by high gradient of changes of various ecological factors.

The nature of the chalk outcrops (the presence or absence of soil cover, the mobility of the substrate, chemical and physical properties of the chalk) is one of the leading factors of formation of ecological series in the valley of the Krasna river.

Forest vegetation in the floodplain areas is represented by communities with dominance of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Salix alba* L., and *Populus nigra* L., whereas communities with *Fagetalia sylvaticae* (*Scillo sibericae-Quercion roboris*) are present on the slopes of ravines and areas adjacent to plakor. Shrub steppe, with dominant species *Caragana frutex* and *Prunus stepposa* Kotov, can often be encountered on the slopes of the valley and ravines. Communities of *Amygdalus nana* L. and *Spiraea hypericifolia* L. are more rare. In more humid conditions, at the bottom, thickets of *Acer tataricum* L., *Rhamnus cathartica* L., *Padus avium* Mill. occur.

Steppe series form on rendzinas and on the blackearth soils with underlying loess. Gentle slopes of the upper part are occupied by forb-grass steppe of *Fragario viridis-Trifolion montani* alliance. *Festucion valesiacae* steppe coenoses are common in drier areas adjacent

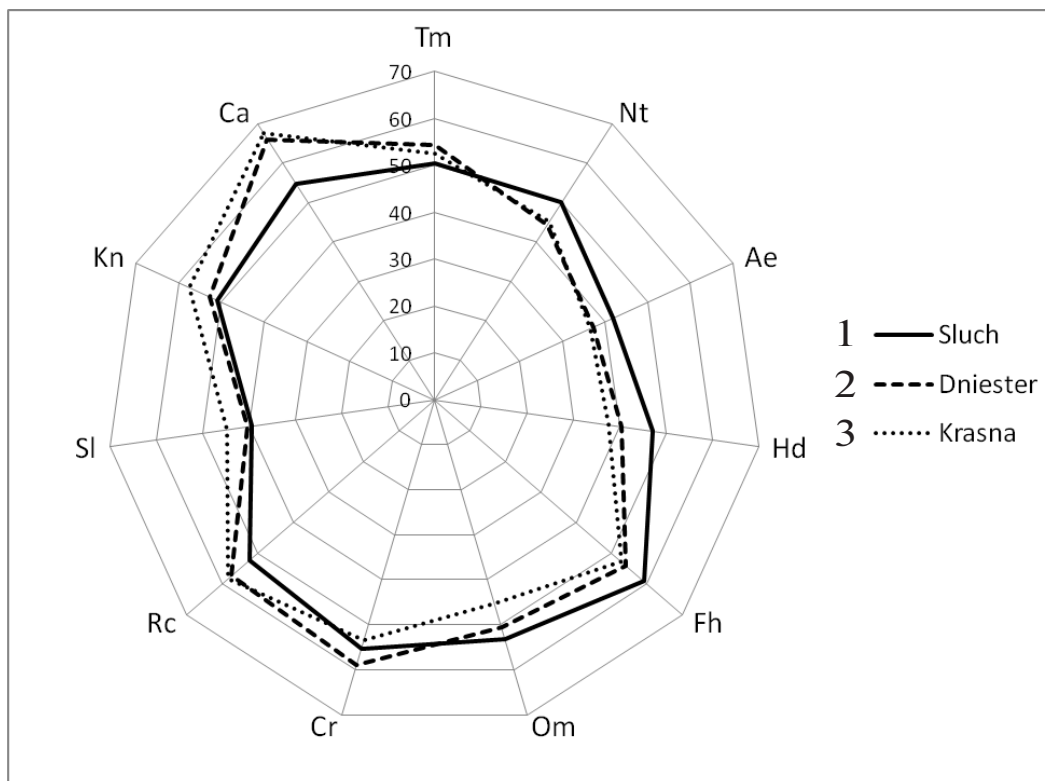


Fig. 2. Patterns of distribution of the mean values of leading ecological factors in river valley catena: 1 — Sluch; 2 — Dniester; 3 — Krasna

to plakor. In places with good drainage, communities of *Artemisia marschalliani-Elytrigion intermediae* alliance are formed, and, further down, typical steppe communities *Stipion lessingianae* are present.

In the middle reaches of the Krasna river, the right bank is very steep and is characterized by the most flushing regime. Chalk outcrops are observed here, and the ravine system is represented by narrow ravines with steep slopes. From upland to foot of the slope, the following series is usually formed: *Stipion lessingianae* → *Centaureo carbonatae-Koelerion talievii* → *Artemisia hololeuca-Hyssopion cretacei* → *Festucion valesiaca* → *Artemisia marschalliani-Elytrigion intermediae*.

The steeper are the slopes, the bigger is the area occupied by communities with dominance of *Artemisia hololeuca* M. Bieb. ex Besser (predominantly on the slopes with eastern exposure), and by communities with *Hyssopus cretaceus* Dubj. as a dominant species. The latter communities favor slopes with eastern and southern exposure, composed of denser chalk. On more gentle slopes, less affected by erosion and land-loss, the communities of tomillares are either fragmented or do not form at all. Under such conditions, lower alpine communities *Centaureo carbonatae-Koelerion*

*talievii* with dominant species *Thymus cretaceus* Klokov & Des.-Shost. and *Pimpinella tragium* Vill. occur on the loose chalk substrate. *Centaureo carbonatae-Koelerion talievii* communities alternate with xerophyte communities, such as *Festucion valesiaca* or *Artemisia marschalliani-Elytrigion intermediae*. At the bottom of the slopes, in the area with talus material accumulation, xerophytic communities with considerable share of *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst. are formed. These coenoses transition into *Artemisia marschalliani-Elytrigion intermediae* grass communities, followed by meadow-steppe communities of the floodplains.

Thus the following series of coenoses is formed: *Stipa capillata* + *Festuca valesiaca* → *S. lessingiana* L. + *F. valesiaca* → *Artemisia hololeuca* → *Thymus cretaceus* + *Pimpinella tragium* → *Bromopsis inermis* + *Elytrigia intermedia* → *Krascheninnikovia ceratoides*. Coenoses of tomillares are not present when this series occupies gentle slopes. Shrub communities with dominance of *Caragana frutex* are often formed on plakor and upper parts of the steppe slopes of the northern, northeastern, and eastern exposures. The latter species is adapted to steppe conditions and can withstand considerable grazing and mowing. Therefore, its communities often develop

where grass communities would have otherwise thrived. An example of ecological series involving *Caragana frutex* is as follows: *Stipa capillata* + *Festuca valesiaca* → *Festuca valesiaca* + *Poa angustifolia* → *Caragana frutex* + *Poa angustifolia* + *Elytrigia intermedia* → *Bromopsis inermis* + *Elytrigia intermedia* → *Thymus cretaceus* + *Pimpinella titanophylla*, and further down → *Ceratoides papposa*.

### Comparative analysis of ecomers on river's slopes.

The examples of changing links in ecological series of the valleys of three model rivers served for comparison of ecomers i.e. for assessment of  $\beta$ -coenodiversity differentiation towards the changes of leading ecological factors.

Ecological factors by the nature of the mean value of bias can be divided into two groups: the first in which the highest rates associated with the moisture regime (soil humidity, variability of moisture, aeration, mineral nitrogen's content in soil, humidity) are characteristic for the Sluch valley, and the second, with the chemical properties of soil (salt regime, acidity, carbonate content and continental climate), typical of the Krasna valley (Fig. 2). Indicators of the Dniester valley occupy an intermediate position, except thermal climate and crioclimate, which are the highest ones here, leading to the effect of «warm Podillya». Thus, the mean values in general depend on regional location of the valleys and in the system of global ecological space according to climate indicators occupy the optimal position (50–60 % of the scale), except for humidity of the Krasna which is at around 45 %.

By the indications of soil humidity (*Hd*) ecomers of the Krasna (6.5–9.3 points) and Sluch (9.2–11.4 points) river valleys are characterized by the widest gradient among groups of grassy slopes and of the Dniester valley — by the narrowest one (8.0–9.2 points). Although given forest communities, the picture changes dramatically and gradient of ecomers of Sluch is the narrowest and the widest is on valley Krasna (Fig. 3, *a*). The stabilizing role of forests is to increase the ecosystem humidity by two points approximately as it can be seen on these data. This is also confirmed by indicators of soil aeration (*Ae*), which is closely correlated with the previous one (Fig. 3, *c*). Important role in the accumulation and nitrogen mineralization play the forests, where the figures differ significantly from those of herbaceous communities (Fig. 3, *h*). Herewith, among grass habitats the wettest indicators

*Hd* are for the Sluch, accordingly, the driest ones are for the Dniester and Krasna valleys, while the driest forests are characteristic for the Dniester valley. With regard to the variability of damping, these figures for all valleys have similar amplitudes (2 points); however, they are naturally reduced from the Sluch to Dniester and to the Krasna valley (Fig. 3, *b*).

Indicators of chemical properties of soil vary in the opposite direction. The lowest and the narrowest parameters *Rc*, *Sl* and *Ca* are characteristic for the Sluch, the larger and wider ones — for the Dniester and the highest gradient — for the river Krasna, where the biotopes from loess and arid slopes to tomillares are represented. The indicators *Rc*, *Sl*, *Ca* of these coenoceses does not overlap with other and differ significantly, indicating a different type of conditions of their existence (Fig. 3, *d–f*).

Estimating of ecomers by the climatic indicators is important. The warmest biotopes (*Tm*, *Cr*) are characteristic for the canyonlike Dniester valley, not for the open steppe of the Krasna river valley (Fig. 3). As for those environmental parameters that are associated with precipitation (*Om*, *Kn*), a clear zonal pattern of their changes is observed (Fig. 3, *a*, *i*). Forests increase these figures in the first case and reduce in the second, although not essential, wherein range of amplitudes of all four climatic factors increases from the forest zone to the steppe.

The next stage of analysis of the biotopes in river valleys was to assess their similarities-differences by complex of ecological performance. For this purpose, a dendrogram was built by Ward method that reflects Linkage Distance. Dendrogram at  $D > 30$  is divided into two large clusters according to the habitat specifics, not to the river valley grounds. The «A» cluster can be called a «humid» and the «B» cluster an «arid» (Fig. 4). The first in its turn is divided into two groups at level  $D > 10$ :  $A_1$  — nemoral deciduous forests of river basins,  $A_2$  — grassy meadows communities ( $A_{21}$ ,  $A_{22}$ ), which at the highest level ( $D > 5$ ) are adjacent to xerophytic forests *Quercetalia pubescenti-petraeae* and rock communities *Asplenion rutae-murariae* ( $A_{23}$ ). This strange combination can be explained by the fact that petrophytic rock communities were not available elsewhere except the Dniester valley. Instead,  $A_{21}$  and  $A_{22}$  clusters include strictly speaking biotopes of the Sluch valley. The «arid» «B» cluster has a lower degree of differentiation and at the level ( $D > 5$ ) is divided into three parts:  $B_1$  — steppe biotopes,  $B_2$  —

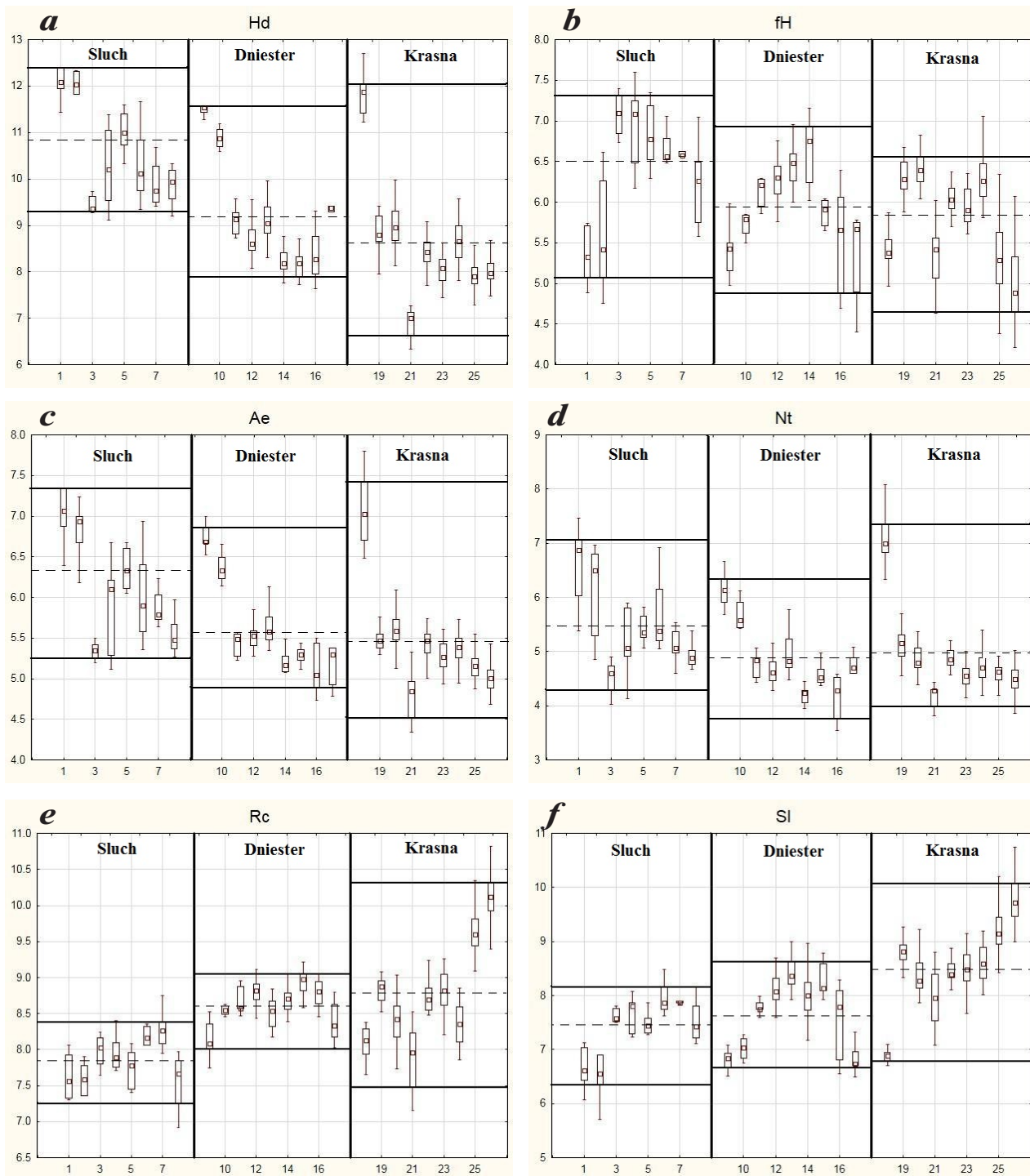
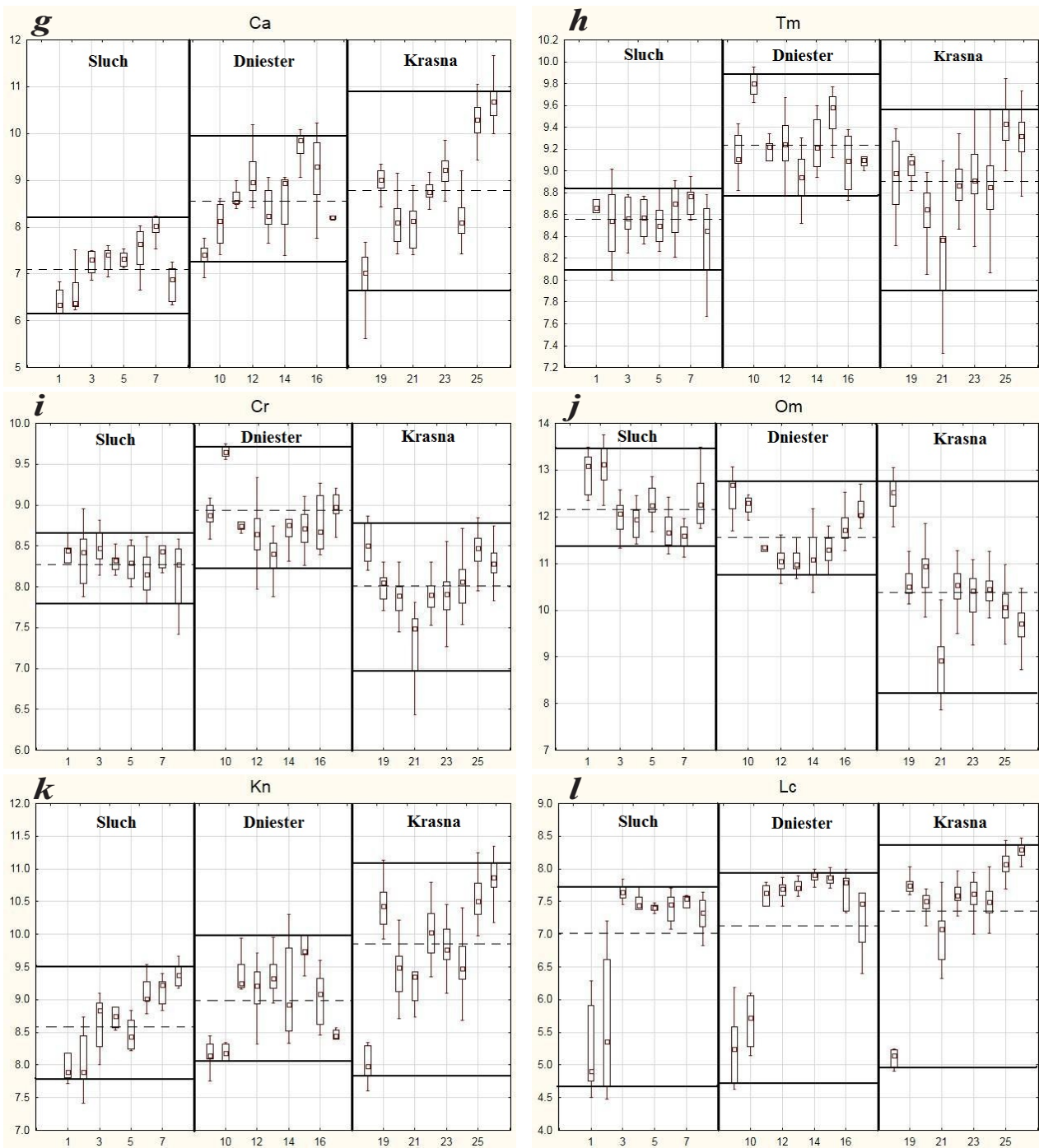


Fig.3. Distribution of xerophytic steppe communities depending on ecological scales: *a* — soil humidity; *b* — variability of damping; *c* — aeration of soil; *d* — nitrogen content; *e* — acidity; *f* — total salt regime



Continuation fig.3. Distribution of xerophytic steppe communities depending on ecological scales: *g* – carbonate content in soil; *h* – thermal climate; *i* – cryo-climate; *j* – humidity; *k* – continental climate; *l* – light in community

Legend: 1. *Carpinion betuli*; 2. *Quercio-Fagetea, Quercetalia robori-petraeae*; 3. *Agrostion vinealis*; 4. *Brizetomediae-Anthoxantheum (Cynosion cristati)*; 5. *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae*; 6. *Festucion valesiacae*; 7. *Thymo pulegioides-Sedion sexangulare*; 8. *Asplenietea trichomanis, Androsacetalia vandellii* (with dominant species *Asplenium trichomonas*); 9. *Carpinion betuli*; 10. *Quercion petraeae*; 11. *Prunion fruticosae*; 12. *Festucion valesiacae*; 13. *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae*; 14. *Allyso-Sedion* (with dominant species *Sedum acre*); 15. *Allyso-Sedion*; 16. *Galio campanulatae-Poion versicolor*; 17. *Asplenion rutae-murariae*; 18. *Scillo sibericae-Quercion roboris*; 19. *Prunion fruticosae*; 20. *Fragario viridis-Trifolion montani*; 21. *Artemisio-Kochion*; 22. *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae*; 23. *Festucion valesiacae*; 24. *Stipion lessingianae*; 25. *Centaureo carbonatae-Koelerion talievii*; 26. *Artemisio hololeucaae-Hyssopion cretaceae*

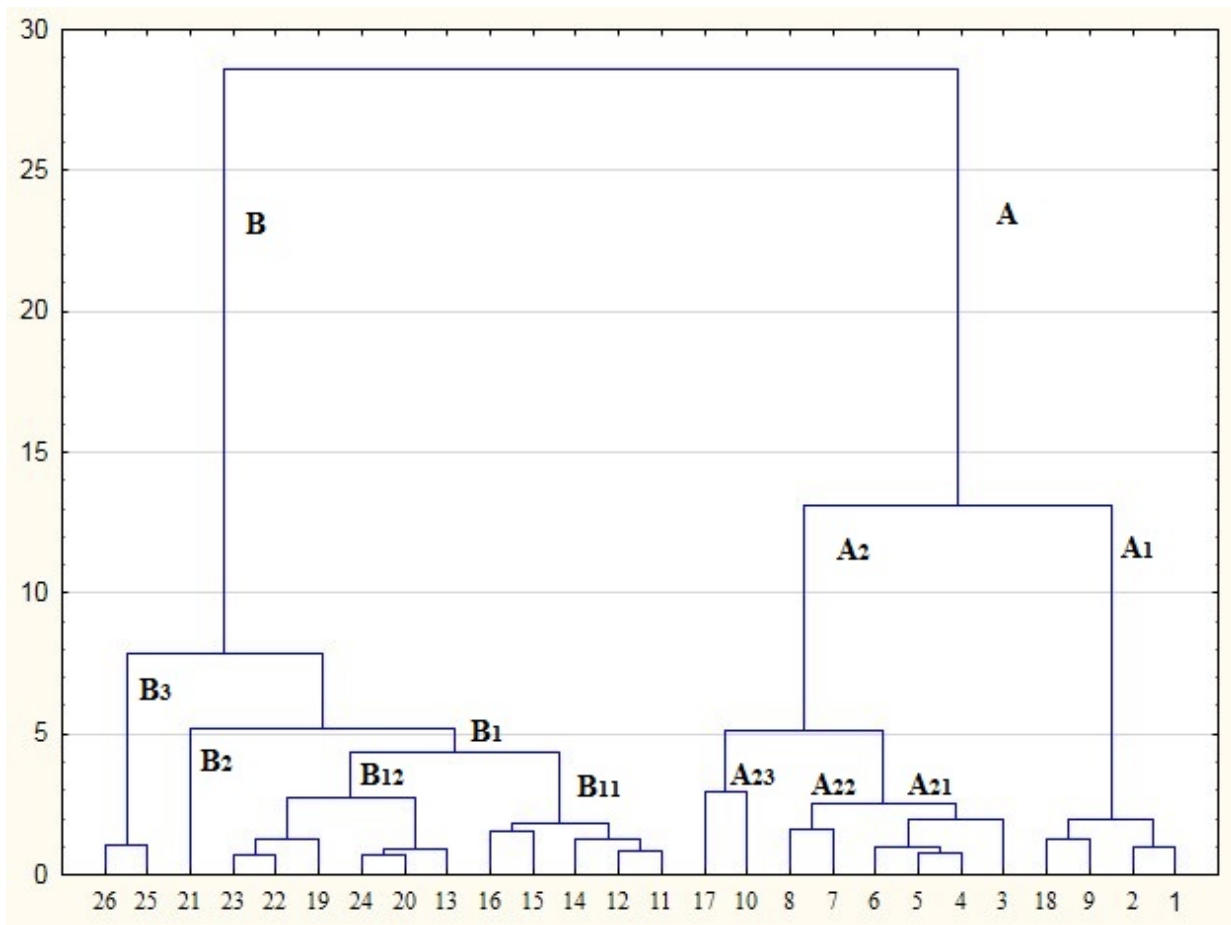


Fig. 4. Distribution of communities in relation to the cumulative influence of ecological factors (Euclidean distances, Ward method)

Legend: see Fig. 3

desert steppes *Artemisio-Kochion*,  $B_3$  — tomillares *Artemisio hololeucae-Hyssopion cretaceae* and petrophytic steppes *Centaureo carbonatae-Koelerion talievii*.

In turn,  $B_1$  is divided into two clusters at the level  $D > 4$ :  $B_{11}$  — steppes and petrophytic communities of the Dniester river and  $B_{12}$  — steppe communities of the Krasna river, adjacent to loess outcrops biotopes *Artemisio marschalliani-Elytrigion intermediae* (13) of the Dniester valley, which are also represented on the slopes of the Krasna valley (22). At the same time, we note that communities of this union are also present in the Sluch valley (5) although they are quite different from the south ones.

### Conclusions

Analysis of ecomers of the river valleys indicates that each valley includes diverse, enough differentiated by

the ecological conditions habitats, which analogues may occur in different areas and different by structure and size river valleys. This confirms the high diversity of river valleys as important ecological corridors providing biodiversity conservation. At the same time, the technique permits to conduct quantitative comparative analysis both of individual habitats and ecomers of the valleys entirely, to assess their topological structure that reflects change in  $\beta$ -coenodiversity. Such studies are important for developing specific habitat conservation measures and forecasting their possible changes.

### REFERENCES

- Belikov A.V. *Rastitelnyi pokrov severnoi chaste Koriakskogo nagoria*, Vladivostok: Dalnauka, 2000, 420 p. [Беликович А.В. *Растительный покров северной части Корякского нагорья*. — Владивосток: Дальнаука, 2000. — 420 с.]



- Devdariani A.S. *Izmerenie peremeshchenii zemnoi poverkhnosti*, Moscow: Nauka, 1964, 247 p. [Девдариани А. С. *Измерение перемещений земной поверхности*. — М.: Наука, 1964. — 247 с.].
- Devis V.M. *Geomorfologicheskie ocherki*, Moscow: Inostrannaiia literatura, 1962, 455 p. [Дэвис В.М. *Геоморфологические очерки*. — М.: Иностран. лит-ра, 1962.—455 с.].
- Didukh Ya. P. *Etiudy fitoekologii*, Kyiv: Aristei, 2008, 286 p. [Дідух Я.П. *Етюдії фітоєкології*. — К.: Арістей, 2008. — 286 с.].
- Didukh Ya. P. *Osnovy bioindykatsii*, Kyiv: Naukova Dumka, 2012, 344 p. [Дідух Я.П. *Основи біоіндикації*. — К.: Наук. думка, 2012. — 344 с.].
- Didukh Ya.P. *Ekolog. i noosferol.*, 1995, **1**(1–2), pp. 56–73 [Дідух Я.П. Структура классификационных единиц растительности и ее таксономические категории // *Эколог. i ноосферол.* — 1995. — **1**(1–2). — С. 56–73].
- Didukh Ya.P., Vasheniak Yu.A. *Ukr. botan. zhurn.*, 2013, **70**(6), pp. 715–722 [Дідух Я.П., Вашеняк Ю.А. Эколого-геоботаничне районування Центрального Поділля // *Укр. ботан. журн.* — 2013. — **70**(6). — С. 715–722].
- Ekolohichnyi atlas Luhanskoï oblasti*. Ed. A.V. Hrytsenko, Luhansk: LODA, 2004, 167 p. [*Екологічний атлас Луганської області* / Гол. ред. А.В. Грищенко. — Луганськ: ЛОДА, 2004. — 167 с.].
- Ekomerezha stepovoïzony Ukrainy: pryntsyppu stvorennia, struktura, element*. Eds D.V. Dubyna, Ia.I. Movchan, Kyiv: LAT & K, 2013, 409 p. [*Екомережа степової зони України: принципи створення, структура, елементи* / Ред. Д.В. Дубина, Я.І. Мовчан. — Kyiv: LAT & K, 2013. — 409 с.].
- Holubets M.A. *Vstup do heosotsiosistemolohii*, Lviv: Polli, 2005, 199 p. [Голубець М.А. *Вступ до геосоціосистемології*. — Львів: Поллі, 2005. — 199 с.].
- Hrodzynskiy M.D. *Piznannia landshaftu: mistse i prostir*, Kyiv: Kyivskiy universytet, 2005, vol. 2, 503 p. [Гродзинський М.Д. *Пізнання ландшафту: місце і простір*. — К.: Київський ун-тет, 2005. — Т. 2. — 503 с.].
- Hrodzynskiy M.D. Richkova dolyna yak landshaftotvirnyi prostir. In: *Richkovi dolyny. Pryroda — landshafty — liudyna*, Chernivtsi; Sosnovets: Ruta, 2007, pp. 146–153 [Гродзинський М.Д. Річкова долина як ландшафтотвірний простір // *Річкові долини. Природа — ландшафти — людина*: зб. наук. праць. — Чернівці; Сосновець: Рута, 2007. — С. 146–153].
- Isachenko T.I. Slozhenie rastitel'nogo pokrova i kartografirovanie. In: *Geobotanicheskoe kartografirovanie*, Lviv, 1969, pp. 20–33 [Исаченко Т.И. Сложение растительного покрова и картографирование // *Геоботаническое картографирование*. — Львов, 1969. — С. 20–33].
- Yurtsev V.A., *Botan. zhurn.*, 1988, **73**(10), pp. 1380–1395 [Юрцев В.А. Основные направления современной науки о растительном покрове // *Ботан. журн.* — 1988. — **73**(10). — С. 1380–1395].
- Kurkin K.A. *Sistemnye issledovaniia dinamiki lugov*, Moscow: Nauka, 1976, 284 p. [Куркин К.А. *Системные исследования динамики лугов*. — М.: Наука, 1976. — 284 с.].
- Lavrik O.D. *Fizichna geografiia ta geomorfologiia*, 2013, **2**(70), pp. 86–96 [Лаврик О.Д. Річкові ландшафти: проблематика виділення, термінології і типології // *Фізична географія та геоморфологія*: міжвідомчий наук. збірник. — 2013. — **2**(70). — С. 86–96].
- Mirkin V.M. *Zakonomernosti razvitiia rastitelnosti rechnykh poim*, Moscow: Nauka, 1974, 174 p. [Миркин В.М. *Закономерности развития растительности речных пойм*. — М.: Наука, 1974. — 174 с.].
- Pedrotti F. *Plant and Vegetation Mapping*, Berlin; Heidelberg: Springer, 2013, 294 p.
- Pryroda Khmelnytskoi oblasti*. Ed. K.I. Herenchuk, Lviv: Vyshcha shkola, 1980, 152 p. [*Природа Хмельницької області* / Ред. К.І. Геренчук. — Львів: Вища шк., 1980. — 152 с.].
- Rabotnov T.A. *Lugovedenie*, Moscow: Izd-vo MGU, 1974, 384 p. [Работнов Т.А. *Луговедение*. — М.: Изд-во МГУ, 1974. — 384 с.].
- Ramenskii L.G. *Vvedenie v kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie zemel*, Moscow: Selkhozgiz, 1938, 620 p. [Раменский Л.Г. *Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель*. — М.: Сельхозгиз, 1938. — 620 с.].
- Rivas-Martinez S. Nociones sobre Fitosociologia, Biogeografia y Bioclimatologia. In: *La Vegetacion de Espana*. Eds M. Peinado, S. Rivas-Martinez, Madrid: Serv. Publ. Universidad Alcal de Henares, 1987, pp. 17–46.
- Rivas-Martinez S. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science, *Plant Biosystems*, 2005, **139**(2), pp. 135–144.
- Rivas-Martinez S. *Memoria del mapa de series de Vegetacion de Espana*, Madrid: I.C.O.N.A., 2011, **18**(1), pp. 5–424.
- Rozenberg G.S. *Modeli v fitocenologii*, Moscow: Nauka, 1984, 265 p. [Розенберг Г.С. *Модели в фитоценологии*. — М.: Наука, 1984. — 265 с.].
- Sămărghitan M. The vegetation landscape of Gurghiu valley from a symphytosociological perspective, *Contribuții Botanice*, 2003, **38**(2), pp. 049–056.
- Serednie Prydnistrov'ia*. Ed. H.I. Denysyk, Vinnytsia: PP Vydavnytstvo Teza, 2007, 431 p. [*Середніє Придністров'я* / Ред. Г.І. Денисик. — Вінниця: ПП «Видавництво «Теза», 2007. — 431 с.].
- Sochava V.B. Klassifikatsiia rastitelnosti kak ierarkhiia dinamicheskikh sistem. In: *Geobot. Kartografirovanie*, Leningrad: Nauka, 1972, pp. 3–18 [Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем // *Геобот. картографирование*. — Л.: Наука, 1972. — С. 3–18].
- Sochava V.B. *Rastitelnyi pokrov na tematicheskikh kartakh*, Novosibirsk: Nauka, 1979, 190 p. [Сочава В.Б. *Растительный покров на тематических картах*. — Новосибирск: Наука, 1979. — 190 с.].
- Tüxen, R. Sigmeten und Geosigmeten, ihre Ordnung und ihre Bedeutung für Wissenschaft, Naturschutz und Planung. In: *Landscape Ecology. Landschaftsforschung und Ökologie*, 1979, vol. 16 (Biogeographica), pp. 79–82.

Recommended for publication Submitted 30.04.2015  
by S.L. Mosyakin

Дідух Я.П., Чусова О.О., Ольшевська І.А.,  
Поліщук Ю.В. **Річкові долини як об'єкт еколого-  
геоботанічних досліджень.** — Укр. ботан. журн. — 2015. —  
72(5): 415—430.

Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01004, Україна

Долини річок характеризуються високою різноманітністю екосистем, їх оригінальністю, складною структурованістю і динамічністю. Важливе значення у формуванні закономірностей територіального розподілу цих екосистем мають вертикальні переміщення від плакору до русла на різних ділянках катени, яку можна розглядати як складний комплекс, де інтегруються геоморфологічні, ґрунтовірні процеси та ценозоутворення. Індикаторами цих територіально-часових змін виступають відповідні рослинні угруповання, поєднання яких у межах екологічного ряду під впливом екологічних чинників трактується як екомери, що відображає градієнт змін, тобто  $\beta$ -різноманіття. Кількісна оцінка цих рослинних угруповань можлива на основі методики синфітоіндикації. Для роботи було обрано три модельні річки (Случ, Дністер і Красна), які мають різну розмірність і протікають у різних природних зонах. На їхньому прикладі проведено порівняння екомерів, тобто оцінено диференціацію  $\beta$ -ценорізноманіття щодо зміни провідних екофакторів.

**К л ю ч о в і с л о в а:** річкова долина,  $\beta$ -різноманіття, катена, екомери, рослинні угруповання.

Дидух Я.П., Чусова О.А., Ольшевская И.А.,  
Полищук Ю.В. **Речные долины как объект эколого-  
геоботанических исследований.** — Укр. ботан. журн. —  
2015. — 72(5): 415—430.

Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины  
ул. Терещенковская, 2, г. Киев, 01004, Украина

Долины рек характеризуются высоким разнообразием экосистем, их оригинальностью, сложной структурированностью и динамичностью. Важное значение в формировании закономерностей территориального распределения этих экосистем имеют вертикальные перемещения от плакора до русла на разных участках катены, которую можно рассматривать как сложный комплекс, где интегрируются геоморфологические, почвообразующие и процессы ценозообразования. Индикаторами этих территориально-временных изменений выступают соответствующие растительные сообщества, сочетание которых в пределах экологического ряда под влиянием экологических факторов трактуется как экомеры, что отражает градиент изменений, то есть  $\beta$ -ценоразнообразие. Количественная оценка этих растительных сообществ возможна на основе методики синфитоиндикации. Для работы были выбраны три модельные реки (Случ, Днестр и Красная), которые имеют разную размерность и протекают в разных природных зонах. На их примере проведено сравнение экомеров, т. е. дана оценка дифференциации  $\beta$ -ценоразнообразия по отношению к изменению ведущих экофакторов.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** речная долина,  $\beta$ -разнообразие, катена, экомеры, растительные сообщества.

## ФЛОРИСТИЧНА ТА ЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНІТОРИНГОВИХ СТЕПОВИХ ДІЛЯНОК ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЖЖЯ

Красова О.О., Шевчук Н.Ю., Коршиков І.І. Флористична та ценотична характеристики моніторингових степових ділянок південної частини Криворіжжя. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 431—441.

Здійснено структурно-порівняльний аналіз флори та виявлено ценотичний склад рослинності п'яти моніторингових ділянок (на одній з яких дотримується 40-річний режим абсолютного заповідання) у Південному Криворіжжі. Найвищі показники видового та ценотичного різноманіття, зокрема раритетного, властиві територіям із помірним антропогенним впливом. Режим абсолютного заповідання на ділянці «Урочище Степок» призвів до зниження раритетної складової фіторізноманітності.

**Ключові слова:** фіторізноманітність, Степ, моніторингові ділянки, антропогенне навантаження, заповідання, Криворіжжя

### Вступ

Збереження степів в Україні — загальнодержавна проблема, яка надзвичайно гостро постає в промислово розвинених регіонах, де зовсім мало територій із режимом заповідання.

Водночас концепція ефективного збереження різноманіття степової біоти за умов абсолютної заповідності спричиняє гострі дискусії. Ця проблема набула для степових заповідників актуальності ще в 1960-ті роки, коли внаслідок заповідання вони почали втрачати степову компоненту; до того ж режим багатьох із них не відповідає тому, що записано в положенні про заповідники (Didukh, 2014).

За інформацією Національного екологічного центру України, оприлюдненою О.В. Василюком (Vasilyuk, 2011), структура природно-заповідного фонду будь-якого з адміністративних районів степових областей нині далека від оптимальної: більшість об'єктів природно-заповідного фонду взагалі не є степовими. Самі лише їхні назви часто свідчать про те, що в них охороняються не степи, а штучні лісові насадження, ставки й навіть лісосууги.

Вивченню стану фіторізноманіття заповідних територій степової зони присвячено чимало публікацій (Didukh et al., 1998; Fitoriznomanittya..., 2012), проте порівняльні дані стосовно видового та синтаксономічного представництва за умов абсолют-

ного заповідання та на суміжних територіях, які не мають природоохоронного статусу, майже не висвітлені. Такі дослідження дають змогу з'ясувати, як впливають абсолютне заповідання й антропогенний тиск на склад флори та рослинності в межах одного географічного регіону. Зважаючи на кризовий стан природного середовища Кривбасу, в 1997 р. тут була запроваджена система екологічного моніторингу, до об'єктів якої входить кілька степових ділянок. Елементи моніторингової мережі підібрали з урахуванням рівня трансформації геоморфологічної будови, специфіки літооснови, едафо- й гігротопу, рівня трансформації рослинності та фауністичних комплексів (Smetana et al., 2008).

Вивчення залишків степових екосистем останніми роками активізувалося у зв'язку з розробкою екомережі степової зони України та її регіональних аспектів (Voronova et al., 2008; Vinokurov, 2011; Ekomerezha..., 2013; Moysienko, 2011).

Мета нашої роботи — структурно-порівняльний аналіз флористичного складу, а також оцінка ценотаксономічної різноманітності степових моніторингових ділянок південної частини Криворіжжя за різних режимів господарського використання.

### Матеріали та методи дослідження

Ми вивчали п'ять моніторингових ділянок південної частини Криворіжжя, що входить до складу се-

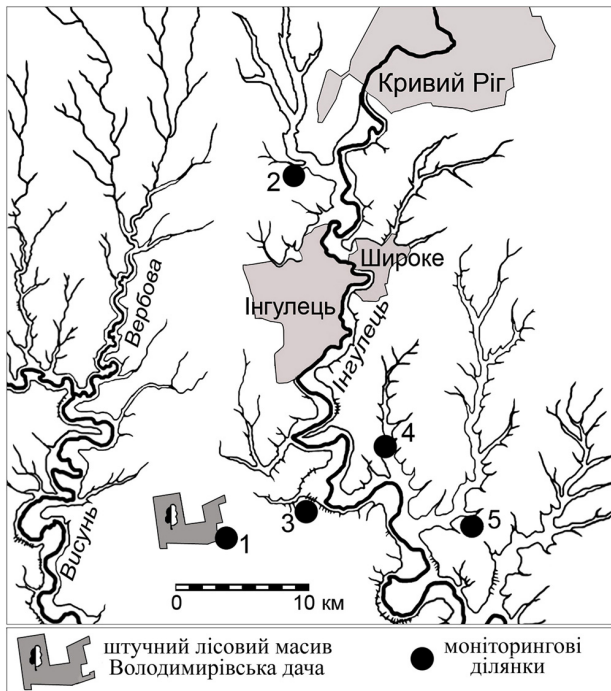


Рис. 1. Картохема розміщення моніторингових ділянок у південній частині Криворіжжя: 1 — «Урочище Степок», 2 — «Балка Зелена», 3 — «Урочище Пригір'я», 4 — «Балка Комарова», 5 — «Балка Кобильня»

Fig. 1. A schematic map of monitoring sites in the southern part of Kryvyi Rih area: 1 — «Stepok Landmark», 2 — «Zelena Ravine», 3 — «Prygir'ya Landmark», 4 — «Komarova Ravine», 5 — «Kobyl'nyia Ravine»

редньостепової підзони Причорноморської ландшафтної провінції (Marynych et al., 2003). Обстежена територія розташована в басейні річки Інгулець, правобережна частина якого належить до Бузько-Інгульського геоботанічного округу, а лівобережна — до Дніпровсько-Азовського (Didukh, Shelyah-Sosonko, 2003).

Моніторингова ділянка «Урочище Степок» розміщена на вододілі річок Інгулець і Висунь, «Урочище Пригір'я» — на схилі корінного правого берега Інгульця, решта — в пониззі великих балок — Зелена, Комарова та Кобильня (рис. 1).

Розташована на південній межі гірничопромислового регіону ділянка «Урочище Степок» є унікальним залишком плакорної цілини (*Пам'ятка природи «Степок»* / <http://www.duecomk.gov.ua/main.php?act=zhpo> (10.05.2015)). Цю пам'ятку природи загальнодержавного значення площею 11 га створено в 1975 р. з метою збереження типових для середнього Степу ландшафтних комплексів

(Polozhennya..., 2012), відтоді тут запроваджено режим абсолютного заповідання.

Антропогенне навантаження на рослинність інших моніторингових ділянок (схилівих екосистем) нерівномірне, диференціює залежно від крутизни схилів, висота яких становить 20—25 м. На приплакорних позиціях і підніжжях пасквальна дигресія добре виражена, а на крутосхилах, малодоступних для свійської худоби, вона є мінімальною.

У межах моніторингової ділянки «Балка Зелена» зафіксовано помірне випасання, оскільки прогону худоби від найближчого населеного пункту перешкоджає залізничний шлях. Суттєво впливають на стан рослинності періодичні пали, але цей чинник не можна вважати цілком негативним (Krasova, 2012). Моніторингова ділянка «Балка Кобильня» розміщена на межі Дніпропетровської та Херсонської областей, віддалена від населених пунктів, а тому антропогенний тиск на біогеоценотичний покрив тут мінімальний. Дестабілізацію фітосистем ділянки «Урочище Пригір'я» (відрізок правобережної частини долини Інгульця, що має форму підковоподібного «амфітеатру») спричиняють, окрім випасання, спроби заліснення та рекреаційний тиск місцевого населення. На ділянку «Балка Комарова», що поблизу доволі великого села Шестірна, негативно впливають надмірне випасання худоби, спорудження гребель уперек русла водотоку, лісомеліорація та рекреація. На комплексному градієнті посилення антропогенного впливу моніторингові ділянки розташовані таким чином: «Урочище Степок» → «Балка Кобильня» → «Балка Зелена» → «Урочище Пригір'я» → «Балка Комарова». Розміри ділянок — 11—15 га. Три макети великомасштабних картосхем рослинного покриву виконані за методикою зйомки ключових ділянок (Vyshivkin, 1984). Легенди до картосхем розроблені на основі сучасних уявлень про територіальну структуру рослинного покриву. Видовий склад рослинності визначений за обробкою 675 геоботанічних описів (на ділянках 1, 3, 4, 5 їх виконано відповідно 135, 100, 86, 84; в «Урочищі Степок», територія якого відзначається дрібноконтурною мозаїчністю, — 270). Проведено структурно-порівняльний аналіз флористичного складу за ознаками біоморф (Raunkiaer, 1934; Serebryakov, 1964), лінійної системи життєвих форм В.М. Голубєва (Golubev, 1972), систем екоморф

Таблиця 1. Таксономічна структура флор п'яти моніторингових ділянок Південного Криворіжжя

Таксони	Назва моніторингової ділянки									
	«Урочище Степок»		«Балка Зелена»		«Урочище Пригір'я»		«Балка Комарова»		«Балка Кобильня»	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%	кількість	%
Родина	30	62,5	45	93,8	48	100	37	77,1	40	83,3
Рід	89	54,9	162	100	162	100	118	72,8	125	77,2
Вид	128	51,0	251	100	236	94	167	66,5	185	73,7

Примітка: % — від загальної кількості таксонів, виявлених на всіх моніторингових ділянках.

і ценоморф О.Л. Бельгарда (Belgard, 1950). Для визначення різноманітності видового складу ділянок застосовано індекс К. Шеннона (Shmidt, 1984).

Інвентаризація ценотичного різноманіття здійснена на рівні формацій домінантної класифікації.

За даними Управління екології та природних ресурсів Миколаївської облдержадміністрації, «Урочище Степок» являє собою цілинну ділянку степу, що представлена корінними угрупованнями *Festuca valesiaca* Gaudin, *Stipa lessingiana* Trin et Rupr., *S. ucrainica* P. Smirn. та *S. capillata* L. (Pamyatka pryrody..., 2015).

### Результати досліджень та їх обговорення

З'ясовано, що видовий склад п'яти моніторингових територій Південного Криворіжжя ( $\alpha$ -різноманітність) значно варіює (табл. 1).

За величиною індексу Шеннона, що відображає видове багатство та вирівняність розподілу видів у вищих таксонах, флористичні вибірки ділянок утворюють такий ряд: «Урочище Пригір'я» (4,55) → «Балка Зелена» (4,53) → «Балка Кобильня» (4,43) → «Урочище Степок» (4,16) → «Балка Комарова» (4,14). Відбувається зниження видової різноманітності від об'єктів із помірним рівнем антропопресингу до території з надмірним пасовищним навантаженням («Балка Комарова»). Цікаво, що індекс Шеннона практично однаковий як на останній ділянці, так і в «Урочищі Степок».

Основу біоморфологічного спектра флористичного складу моніторингових ділянок за І.Г. Серебряковим (Serebryakov, 1964) формують трав'янисті полікарпіки: 54,5—69,8 % від загальної кількості видів (табл. 2).

Частка монокарпиків, яка певною мірою може слугувати показником порушеності екосистем, збільшується в півтора раза на заповідній ділянці

та майже вдвічі — в «Балці Комаровій» порівняно з «Балкою Кобильня». Відсотковий склад типів наземних пагонів є відносно постійним на всіх ділянках. За будовою кореневої системи на них переважають стрижнекореневі рослини. У структурі підземних пагонів частка каудексових рослин, адаптованих до аридних умов, найвища в «Балці Комаровій», найнижча — в «Урочищі Степок». Це свідчить про те, що причини зниженого різноманіття в «Балці Комаровій» та в «Урочищі Степок» різні. В першому випадку — це безпосереднє значне антропогенне навантаження, а в другому — опосередковане (примусова зміна режиму функціонування екосистеми).

Аналіз спектрів життєвих форм за біологічними типами К. Раункієра (Raunkiaer, 1934) показав, що на всіх моніторингових ділянках домінують гемікриптофіти (рис. 2).

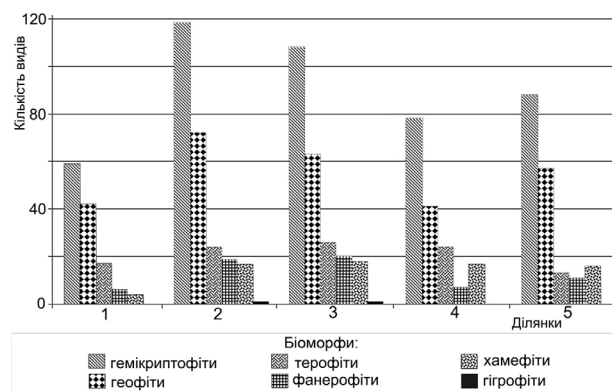


Рис. 2. Біоморфологічна структура видового складу моніторингових ділянок (за типами К. Раункієра). У м о в н і п о з н а ч е н н я: 1 — «Урочище Степок», 2 — «Балка Зелена», 3 — «Урочище Пригір'я», 4 — «Балка Комарова», 5 — «Балка Кобильня»

Fig. 2. Biomorphological structure of species composition of monitoring sites (according to K. Raunkiaer types). S y m b o l s i n d i c a t e: 1 — «Stepok Landmark», 2 — «Zelena Ravine», 3 — «Prygir'ya Landmark», 4 — «Komarova Ravine», 5 — «Kobylnya Ravine»

Таблиця 2. Біоморфологічні спектри флор п'яти моніторингових ділянок Південного Криворіжжя

Ознаки життєвої форми	Назва моніторингової ділянки									
	«Урочище Степок»		«Балка Зелена»		«Урочище Пригір'я»		«Балка Комарова»		«Балка Кобильня»	
	участь, %	кількість видів	участь, %	кількість видів	участь, %	кількість видів	участь, %	кількість видів	участь, %	кількість видів
За загальним габітусом і тривалістю життєвого циклу										
деревні рослини	4,7	6	8,4	21	9,3	22	5,4	9	7,0	13
напівдеревні рослини	2,3	3	5,2	13	5,5	13	8,4	14	7,0	13
трав'яні полікарпіки	67,2	86	65,3	164	63,1	149	54,5	91	69,8	129
монокарпіки	25,8	33	21,1	53	22,1	52	31,7	53	16,2	30
За структурою наземних пагонів										
безрозеткові	44,5	57	46,2	116	47,0	111	44,9	75	47,6	88
напіврозеткові	47,7	61	47,4	119	47,5	112	49,1	82	43,8	81
розеткові	7,8	10	6,4	16	5,5	13	6,0	10	8,6	16
За типом кореневих систем										
стрижнева	61,7	79	66,1	166	66,9	158	71,9	120	64,3	119
мичкувата	36,7	47	33,9	85	32,7	77	28,1	47	35,7	66
без кореня	1,6	2	—	—	0,4	1	—	—	—	—
За структурою підземних пагонів										
каудексові	39,1	50	43,4	109	44,2	104	47,9	80	45,4	84
короткокореневищні	23,4	30	24,3	61	22,0	52	19,8	33	24,8	46
довгокореневищні	13,3	17	7,6	19	7,2	17	7,8	13	10,3	19
рослини без спеціалізованих утворень	18,8	24	20,3	51	22,0	52	22,1	37	15,7	29
інші	5,4	7	4,4	11	4,6	11	2,4	4	3,8	7

Найбільше видів цієї групи виявлено на ділянці «Балка Зелена» (118), найменше — в «Урочищі Степок» (59). Підвищення частки фанерофітів на ділянках «Урочище Пригір'я» та «Балка Зелена» зумовлене розвитком бічних ярів на схилах, що являють собою придатні оселища для чагарникової та деревної рослинності. Частка хамефітів є практично однаковою на схилістих степових ділянках; вона знижується лише в «Урочищі Степок», оскільки існування рослин даної життєвої форми значною мірою пов'язане з кам'янистими карбонатними ґрунтами. Фракція гігрофітів представлена лише одним видом — *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., якому властивий широкий діапазон адаптивних стратегій. Ми відзначили його розростання в заростях *Prunus spinosa* L. за наявності водотривкого горизонту і виклинювання ґрунтових вод.

У спектрах гігоморф усіх ділянок майже однакові частки становлять мезоксерофіти. Проте участь еуксерофітів на ділянці «Урочище Степок» вдвічі, а то й утричі менша, ніж на ділянках схилістих степів, що зумовлено впливом резерватогенної мезофітизації (рис. 3, а).

Серед трофоморф на всіх ділянках переважають мезотрофи (53,4–60,5 %). За ступенем освітленості на ділянках схилістих степів частки геліофітів і сціогеліофітів співвідносяться приблизно як 2:1. Лише у флористичному складі «Урочища Степок» участь цих груп майже однакова (51,1 : 48,9).

Ценоморфологічний склад рослинності доволі одноманітний: у спектрах усіх ділянок переважають степанти: від 30,8 % в «Урочищі Степок» до 40,6 % — у «Балці Кобильня» (рис. 3, б). Частка рудерантів і культурантів є найбільшою саме на ділянці з режимом абсолютного заповідання — 27,1 %, тоді як на ділянках схилістих степів вона становить 16,7–23,3 %.

На момент обстеження «Урочища Степок» у 2004 р. констатовано перехідний стан рослинності від кореневищно-злакової до злаково-різнотравної стадії резерватної зміни (Smetana et al., 2008). З корінних степових угруповань виявлено лише два фітоценози формації *Stipeta capillatae* (рис. 4).

Зникли угруповання *Stipeta ucrainicae* (виявлено не більше двох десятків дернин *Stipa ucrainica* у складі різнотравних фітоценозів)

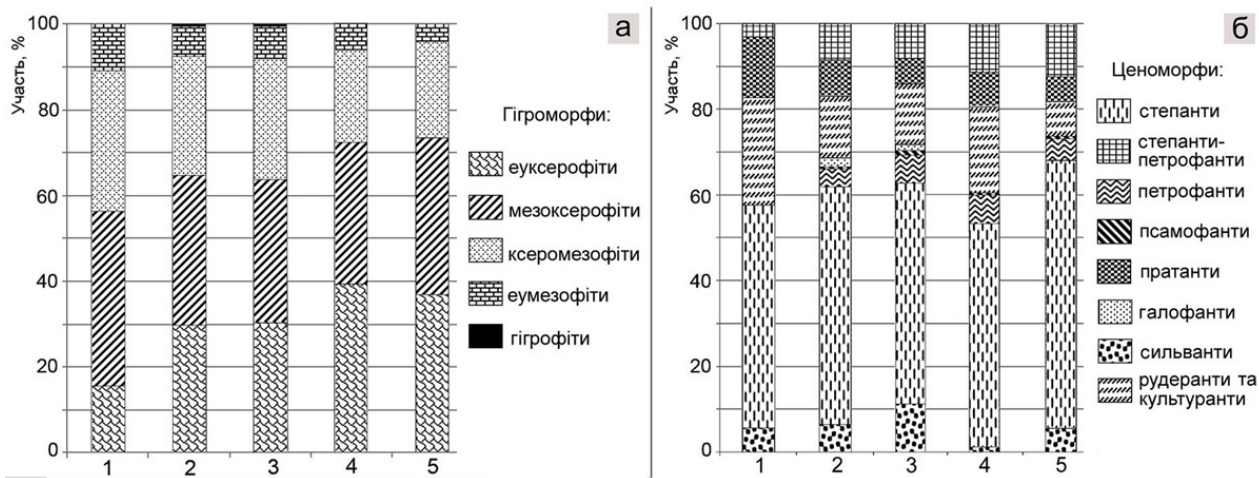


Рис. 3. Структура видового складу моніторингових ділянок: а — гігроспектри, б — ценоспектри; 1 — «Урочище Степок», 2 — «Балка Зелена», 3 — «Урочище Пригір'я», 4 — «Балка Комарова», 5 — «Балка Кобильня»

Fig. 3. Species composition structure of monitoring sites: а — hygrospectra; б — coenospectra; 1 — «Stepok Landmark», 2 — «Zelena Ravine», 3 — «Prygir'ya Landmark», 4 — «Komarova Ravine», 5 — «Kobylnya Ravine»

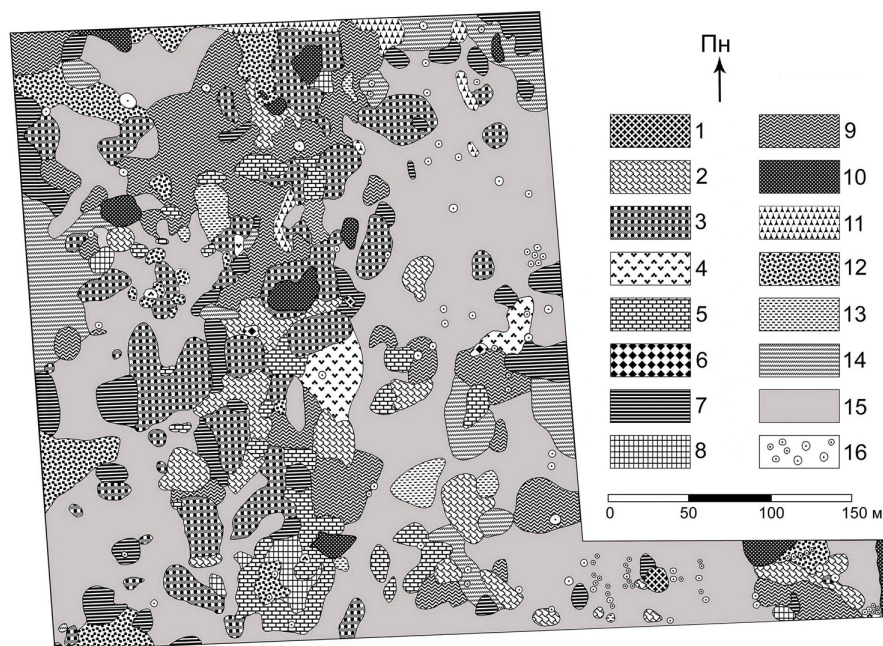


Рис. 4. Картошхема рослинного покриву пам'ятки природи «Урочище Степок» станом на 2004 р. Угрупування формацій: 1 — *Stipeta capillatae*, 2 — *Poeta angustifoliae*, 3 — *Bromopsideta inermis*, 4 — *Festuceta rupicolae*, 5 — *Cariceta praecocis*, 6 — *Elytrigieta stipifoliae*, 7 — *Elytrigieta intermediae*, 8 — *Elytrigieta trichophorae*, 9 — *Elytrigieta repentis*, 10 — *Pruneta stepposae*; (угруповання з домінуванням): 11 — *Galium ruthenicum*, 12 — *Vicia cracca*, 13 — *Leonurus villosus*, 14 — *Ballota nigra*, 15 — *Galium aparine*; 16 — окремі кущі та дерева

Fig. 4. A schematic map of vegetation cover of natural monument «Stepok Landmark» as of 2004. Legend (formation communities): 1 — *Stipeta capillatae*, 2 — *Poeta angustifoliae*, 3 — *Bromopsideta inermis*, 4 — *Festuceta rupicolae*, 5 — *Cariceta praecocis*, 6 — *Elytrigieta stipifoliae*, 7 — *Elytrigieta intermediae*, 8 — *Elytrigieta trichophorae*, 9 — *Elytrigieta repentis*, 10 — *Pruneta stepposae*; (communities with dominance of): 11 — *Galium ruthenicum*, 12 — *Vicia cracca*, 13 — *Leonurus villosus*, 14 — *Ballota nigra*, 15 — *Galium aparine*; 16 — solitary bushes and trees

і *Stipeta lessingiana*. Масовий розвиток отримали кореневищно-злакові угруповання формацій *Poeta angustifoliae*, *Festuceta rupicola*, *Elytrigietea repentis*, *E. intermediae*, *E. trichophorae*, *Bromopsideta inermis* (44,9 % площі ділянки) та різнотравні фітоценози з домінуванням *Galium ruthenicum* Willd., *Vicia cracca* L., *Ballota nigra* L., *Leonurus villosus* Desf. ex D'Urv., *Galium aparine* L. Формування ценоструктур із рудеральних видів зумовлене специфікою мікроклімату урочища. Підвищена вологість поверхневого шару ґрунту (за рахунок багаторічного накопичення мертвої органіки та слабкої циркуляції приземного шару повітря через оточення ділянки лісовою «ширмою») зумовлює інтенсифікацію деструктивних процесів органічної речовини. Завдяки цьому природно створюються сприятливі умови для розселення рудералів-нітрофілів із прилеглих деревних насаджень.

Чагарникова рослинність не отримала значного поширення на вихідний момент моніторингу, проте поява істотної кількості окремих екземплярів кущів і дерев свідчить про поглиблення змін сільвантогенного характеру.

Структура рослинного покриву в правобережній і лівобережній частинах басейну Інгульця має деякі відмінності, зумовлені історичними причинами та сучасними динамічними процесами, незважаючи на те, що річка не є суттєвою водною перепорою для розповсюдження діаспор.

Ценорізноманітність моніторингових ділянок, закладених на схилах долин річок, представлена шістьма типами рослинності (стеги, чагарники, луки, синантропна рослинність, рослинність вапнякових відслонень, ліси).

Уявлення про формаційний склад і просторовий розподіл ценоструктур правобережних ділянок створюють великомасштабні картосхеми «ключових локалітетів» площею 5,5 га (рис. 5, а) та 7,4 га (рис. 5, б). За обраною роздільної здатності картосхем, що унеможливило відображення дрібноконтурних мозаїк угруповань, п'ять контурів представлені як мікрокомбінації.

Найбільші площі серед справжньостепових ценозів у межах обох «ключів» займають угруповання формації *Stipeta lessingiana*. Петрофітні стеги представлені шістьма формаціями, з яких за зайнятими площами переважає *Botriochloeta ischaemi*. Дещо менші ділянки займають похідні угруповання з домінуванням *Galatella villosa* (L.) Rchb. f.

Слід указати на ценотичне значення *Potentilla incana* P. Gaerth., B. Mey. & Schreb., що розглядається українськими степознавцями як індикатор пасовищної дигресії (Shelyah-Sosonko, Kostylov, 1981); відповідно, ценози з домінуванням цього виду вважаються серійними угрупованнями інших формацій. Проте, за нашими спостереженнями, певні угруповання з домінуванням цього виду є первинними, а саме ті, що розвиваються на місці виходів кам'янистих порід (особливо часто у верхів'ях каньйоноподібних ярів).

Своєрідної фізіономічності степовим ділянкам надають напівчагарничкові угруповання *Jurineeta brachycephalae*, приурочені до крутих схилів із дерново-степовими та примітивними ґрунтами (Smetana et al. 2006; 2009). Серед лучно-степових ценоструктур за площею абсолютно переважає угруповання формації *Poeta angustifoliae*, інші угруповання найчастіше трапляються як мікрофітоценози, що входять до складу комбінацій. Чагарникові зарості, представлені здебільшого формаціями *Crataegeta fallacinae* та *Pruneta stepposae*, розвинені в нижніх частинах схилів і по днищах латеральних ярів. Луки виявлені лише в «Балці Зелений» у вигляді вузьких смуг і мікроценозів по тальвегу (угруповання *Elytrigietea repentis*, *Bromopsideta inermis*). Окрім формацій, наведених у легенді до картосхем, на ділянці «Урочище Пригір'я» є невеликий локалітет байрачного лісу (формація *Ulmata minoris*) на днищі глибокого каньйоноподібного яру.

Характерна риса лівобережних балок — поширення угруповань із домінуванням *Linum czernjajevii* Клоков. Значну площу в приплакорній частині схилу східної експозиції на ділянці «Балка Комарова» займають фітоценози формації *Koelerieta cristatae*. На схилі західної експозиції виявлені мікроугруповання *Caraganeta scythicae*.

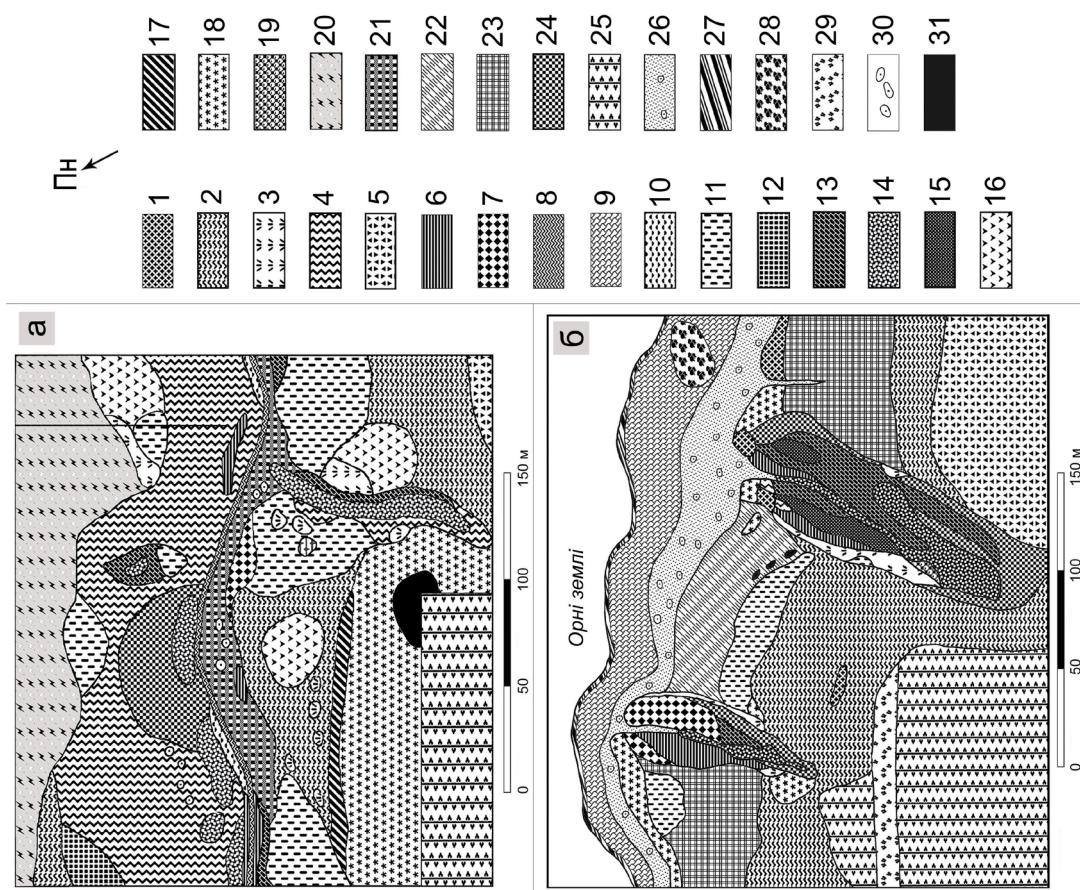
На ділянці «Балка Кобильня» відсутня формація *Stipeta asperellae*, натомість розповсюджені ценози *Stipeta pulcherrimae*, які взагалі характерні для підзони різнотравно-кострицево-ковилових степів (Krasova, Kucherevskyy, 2005). Спорадично трапляються фрагменти формації *Amygdaleta nanae*. Серед лучно-степових угруповань, окрім фітоценозів формацій *Poeta angustifoliae*, *Festuceta rupicola*, *Bromopsideta inermis*, *Galieta ruthenici*, виявлені «латки» *Carex praecox* Schreb.

Таким чином, в «Урочищі Степок» зафіксовано всього 12 типів угруповань, тим часом як на ділянках «Балка Зелена» та «Балка Кобильня» — по 21,



Рис. 5. Картохеми рослинного покриву «ключових локалітетів» у межах моніторингових ділянок: а — «Балка Зелена», б — «Урочище Пригір'я». Угруповання формаций: 1 — *Stipeta capillatae*, 2 — *Stipeta lessingiana*, 3 — *Stipeta asperellae*, 4 — *Botriochloeta ischaemi*, 5 — *Festuceta valesiaca*, 6 — *Elytrigietea intermediae*, 7 — *Elytrigietea stipifoliae*, 8 — *Elytrigietea repentis*, 9 — *Poeta angustifoliae*, 10 — *Calamagrostidetia epigeioris*, 11 — *Jurineeta brachycephalae*, 12 — *Teucrieta chamaedrytis*, 13 — *Chamaecyseta granitici*, 14 — *Crataegeta fallacinae*, 15 — *Prunetia stepposa*; угруповання з домінуванням: 16 — *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., 17 — *Galatella linoxyris* (L.) Rchb. f., 18 — *Potentilla incana* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb., 19 — *Rubus caesius* L., 20 — *Artemisia absinthium* L.; мікрокомбінатії: 21 — *Stipeta capillatae* у комплексі з *Stipeta lessingiana* та угрупованнями з домінуванням *Galatella villosa*, 22 — *Poeta angustifoliae* у комплексі з *Festuceta rupicola*, *Bromopsideta inermis* та угрупованнями з домінуванням *Galium ruthenicum*, 23 — *Stipeta lessingiana* у комплексі з *Elytrigietea stipifoliae* та *Festuceta valesiaca*, 24 — *Stipeta lessingiana* у комплексі з *Jurineeta brachycephalae*, 25 — неформовані угруповання з переважанням *Botriochloeta ischaemum* (L.) Keng і *Cephalaria uralesis* (Murr.) Roem. et Schult., 26 — *Poeta angustifoliae* у комплексі з *Elytrigietea repentis* та угрупованнями з переважанням *Xeranthemum annuum* L., *Sisymbrium loeselii* L. (перелоги); інші види: 27 — смуга скотобійних стежок із розрідженими заростями *Rosa sp.*, 28 — зарості *Acer negundo* L. та *Sambucus nigra* L. з *Galium aparine* L. у трав'яному ярусі, 29 — насадження *Lonicera tatarica* L., 30 — окремі кущі *Crataegus fallacina* Klokov, 31 — ділянки без рослинності (карстові лійки, виймки ґрунту)

Fig. 5. Schematic maps of vegetation cover of «key localities» within the monitoring sites: а — «Zelena Ravine»; б — «Prigir'ya Landmarks». Legend (formation communities): 1 — *Stipeta capillatae*, 2 — *Stipeta lessingiana*, 3 — *Stipeta asperellae*, 4 — *Botriochloeta ischaemi*, 5 — *Festuceta valesiaca*, 6 — *Elytrigietea intermediae*, 7 — *Elytrigietea stipifoliae*, 8 — *Elytrigietea repentis*, 9 — *Poeta angustifoliae*, 10 — *Calamagrostidetia epigeioris*, 11 — *Jurineeta brachycephalae*, 12 — *Teucrieta chamaedrytis*, 13 — *Chamaecyseta granitici*, 14 — *Crataegeta fallacinae*, 15 — *Prunetia stepposa*; (communities with dominance of): 16 — *Galatella villosa* (L.) Rchb. f., 17 — *Galatella linoxyris* (L.) Rchb. f., 18 — *Potentilla incana* P. Gaertn., B. Mey. & Scherb., 19 — *Rubus caesius* L.; 20 — *Artemisia absinthium* L.; microcombinations: 21 — *Stipeta capillatae* combined with *Stipeta lessingiana* and communities with dominance of *Galatella villosa*, 22 — *Poeta angustifoliae* combined with *Festuceta rupicola*, *Bromopsideta inermis* and communities with dominance of *Galium ruthenicum*, 23 — *Stipeta lessingiana* combined with *Elytrigietea repentis* and communities with dominance of *Botriochloeta ischaemum* (L.) Keng and *Cephalaria uralesis* (Murray) Roem. et Schult.; 24 — *Stipeta lessingiana* combined with *Elytrigietea stipifoliae* and *Festuceta valesiaca*; 25 — unformed communities with dominance of *Botriochloeta ischaemum* (L.) Keng and *Cephalaria uralesis* (Murray) Roem. et Schult.; 26 — *Poeta angustifoliae* combined with *Elytrigietea repentis* and communities with sparse thickets of *Rosa sp.*, 28 — shrubbery of *Acer negundo* L. and *Sambucus nigra* L. with *Galium aparine* L. in grass layer, 29 — plantation of *Lonicera tatarica* L., 30 — solitary bushes of *Crataegus fallacina* Klokov, 31 — plots without vegetation (karst sinkholes, soil grooves)



Таблиця 3. Представленість раритетних видів у складі рослинності моніторингових ділянок

Види	Моніторингові ділянки				
	«Урочище Степок»	«Балка Зелена»	«Урочище Пригір'я»	«Балка Комарова»	«Балка Кобильня»
<i>Adonis vernalis</i> L.	—	+	+	—	+
<i>A. wolgensis</i> Steven	+	+	+	—	+
<i>Astragalus dasyanthus</i> Pall.	+	—	—	—	—
<i>A. odessanus</i> Besser	—	—	+	—	—
<i>A. ponticus</i> Pall.	—	—	+	—	—
<i>Bulbocodium versicolor</i> (Ker Gawl.) Spreng.	—	+	+	—	—
<i>Caragana scythica</i> (Kom.) Pojark.	—	+	+	+	+
<i>Chamaecytisus graniticus</i> (Rehman) Rothm.	—	+	+	+	
<i>Cymbochasma borysthena</i> (Pall. ex Schlecht.) Klokov et Zoz	—	—	+	+	+
<i>Elytrigia stipifolia</i> (Czern. ex Nevski) Nevski	+	+	+	+	+
<i>Eremogone cephalotes</i> (M. Bieb.) Fenzl	—	+	—	—	—
<i>Genista scythica</i> Pacz.	—	+	+	—	—
<i>Iris pontica</i> Zapal.	—	—	—	+	—
<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill. s.l.	—	+	—	—	+
<i>Stipa asperella</i> Klokov et Ossyecznyuk	—	+	+	—	—
<i>S. capillata</i> L.	+	+	+	+	+
<i>S. lessingiana</i> Trin. et Rupr.	—	+	+	—	+
<i>S. pulcherrima</i> K. Koch	—	—	—	—	+
<i>S. ucrainica</i> P. Smirn.	+	—	—	—	—
Всього	5	12	13	6	9

в «Урочищі Пригір'я» — 15, а в «Балці Комаровій» — 17. При цьому в складі балкових ділянок не враховані агломеративні угруповання карбонатних відслонень, що займають 3—4 % території ділянок, і рудеральні ценоструктури, частка яких становить 1—27 %.

Раритетна складова видового різноманіття моніторингових ділянок представлена 19 видами, занесеними до «Червоної книги України» (Red Data Book of Ukraine ..., 2009) (табл. 3). Найбільше «червонокнижних» видів відзначено на ділянках «Балка Зелена» та «Урочище Пригір'я» і саме тут трапляються три види, занесені до Європейського червоного списку (Bilz et al., 2011) — *Galium volhynicum* Pobed., *Orites hellmannii* (Claus) Klokov, *Vincetoxicum intermedium* Taliev.

Дискусійним моментом є виявлення таксонів, які потребують охорони у світовому масштабі. Відомо, що в базі даних IUCN (станом на 1 травня 2014 р.) інформація про рідкісні та зникаючі види флори України не завжди об'єктивно відображена. У переліку представлена досить звичайна на всіх схилових ділянках *Ephedra distachya* L., а також ширококорозповсюджені *Phragmites australis* (Cav.)

Trin. ex Steud. та *Poa angustifolia* L. (Korotchenko, Mosyakin, 2014).

Із десяти асоціацій, занесених до «Зеленої книги України» (2009) (*Amygdaletum nanae purum*, *Elytrigietum (stipifoliae) festucosum (valesiaceae)*, *E. (stipifoliae) poosum (angustifoliae)*, *E. stipifoliae purum*, *Stipetum (capillatae) festucosum (valesiaceae)*, *S. capillatae purum*, *S. (capillatae) stiposum (lessingianae)*, *S. (lessingianae) festucosum (valesiaceae)*, *S. (lessingianae) stiposum (capillatae)*, *Stipetum (pulcherrimae) jurineosum (brachycephalae)*), лише дві виявлені на заповідній ділянці «Урочище Степок»; у «Балці Зеленої» — 6, в «Урочищі Пригір'я» — 7, у «Балці Комаровій» — 5. У «Балці Кобильня» зафіксовано угруповання всіх десяти асоціацій.

Як видно з аналізу фактичного матеріалу, найнижчі показники фіторізноманіття властиві ділянці з режимом абсолютного заповідання, найвищі — ділянкам із помірним антропогенним впливом. Звичайно, висока різноманітність біоти є наслідком розмаїття ландшафтного; в цьому плані плакорне «Урочище Степок» характеризується найменшою кількістю оселищ, придатних для існування різних за екологією видів. Але рослинність даної ділянки на момент заповідання була

представлена корінними (переважно ковиловими) угрупованнями (Рамуатка ругrody..., 2015). За літературними даними, свого часу тут проводилося сінокосіння; часто через недогляд проходила худоба (Smetana et al., 2006). І хоча загальна кількість видів рослин за 40 років заповідання не зменшилася, популяції раритетних видів перебувають у критично-му стані.

Усе вищевикладене підтверджує думку про те, що цілковите усунення пасовищного процесу супроводжується кардинальною трансформацією екосистеми з уповільненням біологічного колаобігу та зниженням біологічного різноманіття. Пасовищно-дигресивний стан аридних екосистем слід розглядати як неминучу й обов'язкову форму їхнього існування (Abaturov, 2006).

Вагоме значення мають і латеральні яри в схилових ландшафтах, які відіграють роль «міні-рефугіумів» для збереження раритетного ценорізноманіття. Як видно з рисунків 5, а і 5, б, саме у верхніх частинах яружних схилів сконцентровані угруповання з домінуванням *Chamaecytisus graniticus*, *Elytrigia stipifolia* та *Stipa asperella*. За недоступності для випасу стабільність екологічних умов тут підтримується за рахунок балансу привнесення/змиву вапнякового делювію, гумусованого дрібнозему та відмерлих решток рослин.

## Висновки

Таким чином, серед моніторингових ділянок південної частини Криворіжжя найвищі показники видового та ценотичного різноманіття, у тому числі раритетного, властиві територіям із помірним антропогенним тиском. Сорокарічний режим абсолютного заповідання на ділянці «Урочище Степок» призвів до зниження раритетної складової фіторізноманіття.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Abaturov B.D. *Uspekhi sovremennoy biologii*, **126**(5), 2006, pp. 435–447 [Абатуров Б.Д. Пастбищный тип функционирования степных и пустынных экосистем // *Успехи современной биологии*. — 2006. — **126**(5). — С. 435–447].
- Belgard A.L. *Lesnaia rastitelnost iugo-vostoka USSR*, Kiev: Izd-vo Kiev. gos. un-ta, 1950, 294 p. [Бельгард А.Л. *Лесная растительность юго-востока УССР*. — Киев: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1950. — 294 с.].
- Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V. *European Red List of Vascular*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011, x + 132 p.
- Didukh Ya.P. *Zapovidna sprava*, 2014, **20**(1), pp. 5–7 [Дідух Я.П. Заповідники України: якими їм бути? // *Заповідна справа*. — 2014. — **20** (1). — С. 5–7].
- Didukh Ya.P., Shelyah-Sosonko Yu.R. *Ukr. botan. zhurn.*, 2003, **60**(1), pp. 6–17 [Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботаничне районування України та суміжних територій // *Укр. ботан. журн.* — 2003. — **60** (1). — С. 6–17].
- Didukh Ya.P., Tkachenko V.S., Plyuta P.H., Korotchenko I.A., Fitsaylo T.V. *Porivnyalna otsinka fitoriznomanitnosti zapovidnykh stepovykh ecosystem Ukrayiny z metoyu optymizatsiyi rezhymiv yikh okhorony*. Ed. Ya.P. Didukh, Kyiv, 1998, 75 p. [Дідух Я.П., Ткаченко В.С., Плюта П.Г., Коротченко І.А., Фіцайло Т.В. *Порівняльна оцінка фіторізноманітності заповідних степових екосистем України з метою оптимізації режимів їх охорони* / За заг. ред. Я.П. Дідуха. — К.: Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 1998. — 75 с.].
- Ekomerezha stepovoyi zony Ukrayiny: pryntsyipy stvorennnya, struktura, elementy*. Eds D.V. Dubyna, Ya.I. Movchan, Kyiv: LAT & K, 2013, 409 p. [*Екомережа степової зони України: принципи створення, структура, елементи* / Ред. Д.В. Дубина, Я.І. Мовчан. — К.: LAT&K, 2013. — 409 с.].
- Fitoriznomanitnya zapovidnykiv i natsionalnykh parkiv Ukrayiny. Ch. 1. Biosferni zapovidnyky. Pryrodni zapovidnyky*. Eds V.A. Onyshchenko, T.L. Andriyenko, Kyiv: Phytosociocentre, 2012, 406 p. [*Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч.1. Біосферні заповідники. Природні заповідники* / Ред. В.А. Онищенко, Т.Л. Андриєнко. — К.: Фітосоціоцентр, 2012. — 406 с.].
- Golubev V.N. *Vyulleten MOIP. Otd. Biol.*, **77**(6), 1972, pp. 72–80 [Голубев В.Н. Принципы построения и содержания линейной системы жизненных форм покрытосеменных растений // *Бюлл. МОИП. Отд. Биол.* — 1972. — **77**(6). — С. 72–80].
- Korotchenko I.A., Mosyakin S.L. In: *Roslynniyi svit u «Chervonii knyzi Ukrainy»: vprovadzhennya Globalnoi strategii zberezhennia roslin: materialy III mizhnarodnoi naukovoï konferentsii*, Lviv, 2014, pp. 42–47 [Коротченко І.А., Мосякін С.Л. Види флори України в базі даних Міжнародного союзу охорони природи (МСОП — IUCN) // *«Рослинний світ у «Червоній книзі України»: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин»: мат-ли III Міжнар. наук. конф.* — Львів, 2014. — С. 42–47].
- Krasova O.O. In: *Roslynniyi svit u «Chervoniy knyzi Ukrainy»: vprovadzhennya Globalnoi strategii zberezhennia roslin: materialy II mizhnarodnoi naukovoï konferentsii*, Kyiv: PALYVODA A.V., 2012, pp. 122–123 [Красова О.О. Знахідки *Eremogone cephalotes* (M. Bieb.) Fenzl на Криворіжжі і прилеглий території // *Рослинний світ у «Червоній книзі України»: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин: мат-ли II міжнар. наук. конф.* (9–12 жовтня 2012 р., м. Умань, Черкаська область). — К.: ПАЛИВОДА А.В., 2012. — С. 122–123].

- Krasova O.O., Kucherevskyy V.V. In: *Problemy fundamentalnoi i prykladnoi ekologii, ekologichnoi geologii ta ratsionalnogo pryrodokorystuvannya: materialy II mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii*, Kryvyi Rih, 2005, pp. 17—20. [Красова О.О., Кучеревський В.В. Ковилові угруповання причорноморської частини басейну Інгульця та їх фітоіндикаційні характеристики // *Проблеми фундаментальної і прикладної екології, екологічної геології та раціонального природокористування: мат-ли II міжнар. наук.-практ. конф.* — Кривий Ріг, 2005. — С. 17—20].
- Marynych O.M., Parkhomenko H.O., Petrenko O.M., Shyschenko P.H. *Ukr. geohraf. zhurn.*, 2003, **1**, pp. 16—23 [Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М., Шищенко П.Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України // *Укр. географ. журн.* — 2003. — № 1. — С. 16—23].
- Moysienko I.I. Flora Pivnichnogo Prychornomor'ya (strukturnyi analiz, synantropizatsiya, okhorona): Dr. Sci. Diss. Abstract, Kyiv, 2011, 36 p. [Мойсієнко І.І. Флора Північного Причорномор'я (структурний аналіз, синантропізація, охорона): Автореф. дис. ... докт. біол. наук. — Київ, 2011. — 36 с.].
- Polozhennya pro botanichnu pam'yatku pryrody zahalnodzhavnoho znachennya «Urochische Stepok»* available at: <http://www.menr.gov.ua/246-9/acts/normatyvni-akty-minprugudy-arhiv/> [Положення про ботанічну пам'ятку природи загальнодержавного значення «Урочище Степок» / Наказ Мін. екології та природних ресурсів України від 30.03.2012 № 207].
- Raunkiaе С. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford: Clarendon Press, 1934, xvi+632 p.
- Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom (Chervona knyha Ukrainy. Roslynnnyu svit)*. Ed. Ya.P. Didukh, Kyiv: Globalkonsaltnyh, 2009, 912 p. [Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 912 с.].
- Serebryakov I.G., Zhiznennyye formy vysshikh rasteniy i ikh izuchenie. In: *Polevaya heobotanika*, Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1964, vol. 3, pp. 146—205 [Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение / *Полевая геоботаника*. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. — Т. 3. — С. 146—205].
- Shelyah-Sosonko Yu.P., Kostylov O.V. *Ukr. botan. zhurn.*, **38(4)**, 1981, pp. 10—13 [Шеляг-Сосонко Ю.Р., Костильов О.В. Степові ділянки Правобережного Причорномор'я, що заслуговують на охорону // *Укр. ботан. журн.* — 1981. — **38(4)**. — С. 10—13].
- Shmidt V.M. *Matematicheskie metody v botanike*, Leningrad: Izd-vo Leningrad. un-ta, 1984, 288 p. [Шмидт В.М. *Математические методы в ботанике: Учеб. пособие*. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1984. — 288 с.].
- Skorodumov O.S. *Vplyv lisovykh nasadzhen na grunti v stepu*, Kyiv: Vyd-vo Ukr. akad. silskohosp. nauk, 1959, 222 p. [Скородумов О.С. *Влия лесовых насаждений на грунты в степу*. — К.: Вид-во Укр. акад. сільськогосподарських наук, 1959. — 222 с.].
- Smetana M.H., Smetana O.M., Krasova O.O. *Visnyk Kryvorizkogo tekhnichnogo universyietu*, Kryvyi Rih, 2006, **5(15)**, pp. 265—271 [Сметана М.Г., Сметана О.М., Красова О.О. Екологічна характеристика моніторингової ділянки «Пригір'я» // *Вісник Криворізького тех. ун-ту*. — Кривий Ріг, 2006. — **5(15)**. — С. 265—271].
- Smetana O.M., Mazur A.Yu., Smetana N.M., Krasova O.O. In: *Znachennya ta perspektyvy statsionarnykh doslidzhen dlya zberezheniya bioriznomanityta: materialy mizhnarodnoi naukovoi konferentsii, prysvyach. 50-richchyu vysokogir. biostatsionaru «Pozhyzhevskya»*, Lviv, 2008, pp. 382—383 [Сметана О.М., Мазур А.Ю., Сметана Н.М., Красова О.О. Мережа екологічного моніторингу Криворізького гірничопромислового регіону // *Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманіття: мат-ли Міжнар. наук. конф., присвяч. 50-річчю високогір. біостаніонару «Позжизжевська»*. — Львів, 2008. — С. 382—383].
- Smetana O.M., Smetana M.H., Krasova O.O. *Introduktsiya roslyn*, 2009, **1**, pp. 80—90 [Сметана О.М., Сметана М.Г., Красова О.О. Закономірності просторового розподілу ґрунтів та рослинного покриву балкових систем басейну р. Інгулець. Балка «Зелена» // *Інтродукція рослин*. — 2009. — **1**. — С. 80—90].
- Smetana O.M., Krasova O.O., Dolyna O.O., Korzhov D.M. In: *Naukovi zasady pryrodookhoronnoho menedzhtentu ekosystem Kanyonovogo Prydnistrov'ya. 100 rokiv botanichnykh doslidzhen u regioni: materialy mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii, m. Zalizchyyky*, Lviv, 2014, pp. 105—109 [Сметана О.М., Красова О.О., Долина О.О., Коржов Д.М. Моніторинг біогеоценотичного покриву пам'ятки природи «Урочище Степок» // *Наукові засади природоохоронного менеджменту екосистем Каньйонового Придністров'я. 100 років ботанічних досліджень у регіоні: мат-ли Міжнар. наук.-практ. конф., м. Заліщики*. — Львів: Ліга-Прес, 2014. — С. 105—109].
- Vasilyuk A. *Stepnoy byulleten*, 2011, **32**, pp. 13—16 [Васильюк А. Первые шаги к созданию «Степного кадастра» Украины // *Степной бюллетень*. — 2011. — **32**. — С. 13—16].
- Vinokurov D.S. *Chornomor. bot. zhurn.*, 2011, **7(4)**, pp. 329—346 [Винокуров Д.С. Ключові території Інгульського регіонального екокоридору: характеристика, зв'язки, оптимізація // *Чорномор. ботан. журн.* — 2011. — **7(4)**. — С. 329—346].
- Voronova S.M. *Zapovidna sprava v Ukraini*, 2008, **14(1)**, pp. 66—70 [Воронова С.М. Раритетний фитогеофонд та природно-заповідна мережа Єланецько-Інгульського регіону // *Запов. справа в Україні*. — 2008. — **14(1)**. — С. 66—70].
- Vyshivkin V.D. *Geobotanicheskoe kartografirovaniye*, Moscow: Nauka, 1984, 166 p. [Вышивкин В.Д. *Геоботаническое картографирование*. — М.: Наука, 1984. — 166 с.].
- Zelena knyha Ukrainy. Ridkisini i taki, scho perebuvalyut pid zagrozooyu znyknennya ta tyrovі pryrodni roslynni uhrupovannya, yakі pidlyahayut okhoroni*. Ed. Ya.P. Didukh, Kyiv: Alterpress, 2009, 448 p. [Зелена книга України. Рідкісні і такі, що перебувають під загрозою зникнення та типові природні рослинні угруповання, які підлягають охороні / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Альтерпрес, 2009. — 448 с.].

Рекомендує до друку  
Я.П. Дідух

Надійшла 17.05.2015 р.

Красова О.А.<sup>1</sup>, Шевчук Н.Ю.<sup>1</sup>, Коршиков И.И.<sup>1,2</sup>  
**Флористическая и ценоотическая характеристики мониторинговых степных участков южной части Криворожья.** — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 431—441.

<sup>1</sup>Криворожский ботанический сад НАН Украины  
ул. Маршака, 50, м. Кривой Рог, 50089, Украина

<sup>2</sup>Донецкий ботанический сад НАН Украины  
ул. Маршака, 16а, г. Кривой Рог, 50089, Украина

Проведён структурно-сравнительный анализ флоры и выявлен ценоотический состав растительности пяти мониторинговых участков (на одном из которых соблюдается 40-летний режим абсолютного заповедания) в Южном Криворожье. Наиболее высокие показатели видового и ценоотического разнообразия, включая раритетное, свойственны территориям с умеренным антропогенным влиянием. Режим абсолютного заповедания на участке «Урочище Степок» привёл к снижению раритетной составляющей фиторазнообразия.

**Ключевые слова:** фиторазнообразие, степь, мониторинговые участки, антропогенная нагрузка, заповедание, Криворожье.

Krasova O.O.<sup>1</sup>, Shevchuk N.Y.<sup>1</sup>, Korshykov I.I.<sup>1,2</sup>  
**Floristic and coenotic characteristics of steppe monitoring sites in the southern part of Kryvyi Rih area.** — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72(5): 431—441.

<sup>1</sup>Kryvyi Rih Botanical Garden, NAS of Ukraine  
50, Marshak Str., Kryvyi Rih, 50089, Ukraine

<sup>2</sup>Donetsk Botanic Garden, National Academy of Sciences of Ukraine  
16a, Marshak Str., Kryvyi Rih, 50089, Ukraine

We performed the structural and comparative analysis of flora and established coenotic composition of vegetation at five monitoring sites (of which one is under 40-year long regime of absolute reservation) in the southern part of Kryvyi Rih area. The highest indices of specific and coenotic diversity (including rarity one) are characteristic to the territories under temperate anthropogenic influence. The regime of absolute reservation at the site «Stepok Landmark» resulted in decrease of rarity component of phytodiversity.

**Key words:** phytodiversity, steppe, monitoring sites, anthropogenic influence, reservation, Kryvyi Rih area.



<http://dx.doi.org/10.15407/ukrbotj72.05.442>

T.A. FEODOROVA

M.V. Lomonosov Moscow State University

Biology Faculty

Department of Higher Plants

Leninskye Gory, 1, Building 12, Moscow, 119991, Russia

[torreya@mail.ru](mailto:torreya@mail.ru)

## NEW NOMENCLATURAL COMBINATIONS IN *NITROSALSOLA* (*CHENOPODIACEAE*)

Feodorova T.A. New nomenclatural combinations in *Nitrosalsola* (*Chenopodiaceae*). – Ukr. Bot. J. – 2015. – 72(5): 442–445.

Thirty-two new nomenclatural combinations are validated in the genus *Nitrosalsola* Tzvelev (*Chenopodiaceae*). The genus, as newly outlined, contains both annual and perennial (shrubs and subshrubs) species earlier treated in some infrageneric groups of *Salsola* L. s. l., or recently transferred to *Caroxylon* Thunb. The new circumscription of *Nitrosalsola*, its morphological characters, and the need for its segregation from *Caroxylon* are briefly discussed.

**К е y w o r d s:** new combinations, *Nitrosalsola*, *Caroxylon*, *Chenopodiaceae*, taxonomy

### Introduction

N.N. Tzvelev (1993) established the genus *Nitrosalsola* Tzvelev and initially included in it the annual species *Nitrosalsola nitraria* (Pall.) Tzvelev (the type of the genus), which was previously placed in *Salsola* L. sect. *Caroxylon* (Thunb.) Fenzl subsect. *Vermiculatae* Botsch. (Botschantsev, 1975) as *Salsola nitraria* Pall. The perennial woody (shrubs and subshrubs) species were included in the genus *Caroxylon* section *Caroxylon* (perennial species of subsection *Vermiculatae*, sect. *Belanthera* Iljin, with *Salsola orientalis* S.G. Gmel.), and in *Salsola* (sensu V.P. Botschantsev) section *Malpigipila* Botsch. H. Akhani et al. (2007) proposed a rather wide circumscription of the genus *Caroxylon* Thunb., including taxa earlier treated in *Salsola* sect. *Caroxylon* (subsections *Caroxylon* (Thunb.) Fenzl and *Tetragonae* (Ulbrich) Botsch.) and sections *Belanthera*, *Cardiandra* Aellen, and *Malpigipila*. Our molecular phylogenetic analysis revealed strong monophyly of the clade containing the annual *Nitrosalsola* species grouped with perennial representatives of subsection *Vermiculatae* (Feodorova, Samigullin, 2014). The annual species are derivative from perennial ones. This placement is well

supported by the shared presence of trichomes of the same type. The results of our investigations (reported in more detail in the mentioned article) show that annual and perennial species of subsection *Vermiculatae* have trichomes of the same type. In these annual species, phellogen differentiation in basal parts of the main stem followed by periderm formation can be regarded as an ancestral or atavistic feature that remained from hypothetical subshrubby ancestors (Feodorova, 2012). Since subsection *Vermiculatae* is monophyletic and is more distant from other groups (usually treated earlier as sections of *Salsola*), we suggested placing it in the extended genus *Nitrosalsola* (Feodorova, Samigullin, 2014). These species are grouped with subshrub species of subsection *Vermiculatae* on molecular trees, and thus our conclusion is that annual species have evolved from shrubs or subshrubs in the course of colonization of new substrates, particularly sandy habitats. In general, our molecular study outlined four clades within *Caroxylon* sensu Akhani & al.; we currently recognize two of these clades as genera *Caroxylon* sensu stricto and *Nitrosalsola*, while two or more remaining clades probably deserve recognition as segregate genera in the future (see also comments in Hernández-Ledesma et al., 2015).

© T.A. FEODOROVA, 2015

Based on our morphological and phylogenetic investigations, some taxa have to be transferred to the genus *Nitrosalsola*. Relevant nomenclatural combinations have been already proposed in our article (Feodorova, Samigullin, 2014). However, this electronic publication, available at the web site of the electronic journal «Вопросы современной альгологии», until now had no printed version, and the electronic version at present does not comply with conditions of effective publication outlined in Art. 29 and Art. 30 of the *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants* (McNeill et al., 2012). Consequently, the nomenclatural combinations proposed in the mentioned article (Feodorova, Samigullin, 2014) have not been effectively published. In order to ensure effective publication, these new combinations are validated here.

#### Validation of new combinations

*Nitrosalsola acanthoclada* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola acanthoclada* Botsch. 1968, *Novosti Sist. Vyssh. Rast.* 5: 233.

*Nitrosalsola aegaea* (Rech. f.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola aegaea* Rech. f. 1943, *Denksch. Akad. Wiss. Wien, Math.-Nat.* 105(2), Abt. 1: 67.

*Nitrosalsola algeriensis* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola algeriensis* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 498.

*Nitrosalsola arabica* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola arabica* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 499.

*Nitrosalsola baryosma* (Schult.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Chenopodium baryosmon* Schult. 1820, *Syst. Vég.* 6: 269.

Delile in 1813 mentioned this species as *Salsola foetida* but without any description (*nomen nudum*). J. A. Schultes (l. c.) properly described *Chenopodium baryosmon* in 1820. Thus, the new combination is based on that basionym. Some authors supposed that *Nitrosalsola baryosma* is a synonym of *Salsola imbricata* Forssk. (Boulos, 1991; Freitag, 1997). If so, the earlier name *S. imbricata* should have priority; however, this name had no type when it was first published; it was later typified by Boulos (1991). In contrast to this view, I agree with Botschantzev (1975) and Freitag (1989) that at present it would be more appropriate to recognize two species, *Nitrosalsola baryosma* and *Salsola imbricata*. Trichomes on branches of *S. imbricata* have smooth surface, but those of *Nitrosalsola baryosma* are with rough surface.

*Nitrosalsola brevifolia* (Desf.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola brevifolia* Desf. 1798, *Fl. Atlant.* 1: 218.

*Nitrosalsola chellalensis* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola chellalensis* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 499.

*Nitrosalsola damascena* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola damascena* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 500.

*Nitrosalsola delileana* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola delileana* Botsch. 1964, *Novosti Sist. Vyssh. Rast.* (vol. of 1964): 371.

*Nitrosalsola dendroides* (Pall.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola dendroides* Pall. 1803, *Illustr. Pl.*: 22, tab. 4.

*Nitrosalsola dzhungarica* (Iljin) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola dzhungarica* Iljin, 1936, *Trudy Bot. Inst. Akad. Nauk SSSR, ser. 1, 2*: 129.

*Nitrosalsola ericoides* (M.Bieb.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola ericoides* M.Bieb. 1806, *Mém. Soc. Imp. Nat. Moscou*, 1: 141.

*Nitrosalsola gaetula* (Maire) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola foetida* Delile var. *gaetula* Maire, 1833, *Bull. Soc. Hist. Nat. Afriq. Nord*, 27, 7: 257.

*Nitrosalsola gypsacea* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola gypsacea* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 500.

*Nitrosalsola heliaramiae* (Mouterde) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola heliaramiae* Mouterde, 1966, *Nouv. Fl. Liban, Syrie, texte 1*: 432; atlas 1: pl. 144, fig. 5.

*Nitrosalsola hispanica* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola hispanica* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 501.

*Nitrosalsola incanescens* (C.A. Mey.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola incanescens* C.A. Mey. 1833, in *Eichw., Pl. Casp.-Cauc.* 2: 35.

*Nitrosalsola laricina* (Pall.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola laricina* Pall. 1803, *Illustr. Pl.*: 21, tab. 13.

*Nitrosalsola libica* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola libica* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 501.

*Nitrosalsola mairei* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola mairei* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 502.

*Nitrosalsola mandavillei* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola mandavillei* Botsch. 1975, *Bot. Zhurn.* 60(4): 502.

*Nitrosalsola micranthera* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola micranthera* Botsch. 1952, Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Zool. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. (Tashkent) 13: 5.

*Nitrosalsola orientalis* (S.G. Gmel.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola orientalis* S.G. Gmel. 1784, Reise Russl. 4: 47, tab. 5.

*Nitrosalsola palaestina* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola palaestina* Botsch. 1975, Bot. Zhurn. 60(4): 503.

*Nitrosalsola portilloi* (Caball.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola portilloi* Caball. 1936, Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. 36(3): 143.

*Nitrosalsola praemontana* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola praemontana* Botsch. 1975, Bot. Zhurn. 60(4): 503.

*Nitrosalsola rodinii* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola rodinii* Botsch. 1975, Bot. Zhurn. 60(4): 504.

*Nitrosalsola roshevitzii* (Iljin) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola roshevitzii* Iljin, 1933, Bot. Zhurn. 18(4): 277.

*Nitrosalsola subglabra* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola subglabra* Botsch. 1975, Bot. Zhurn. 60(4): 504.

*Nitrosalsola syriaca* (Botsch.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola syriaca* Botsch. 1975, Bot. Zhurn. 60(4): 505.

*Nitrosalsola vermiculata* (L.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola vermiculata* L. 1753, Sp. Pl.: 223.

*Nitrosalsola volkensis* (Asch. & Schweinf.) T.A. Theodorova, comb. nov. Basionym: *Salsola volkensis* Asch. & Schweinf. 1887, Ill. Fl. Égypte: 130.

#### Acknowledgments

I am grateful to my co-author and colleague Tagir H. Samigullin (M.V. Lomonosov Moscow State University) for molecular-phylogenetic tree building, and to Sergei L. Mosyakin (M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine) for his editorial comments on the manuscript. The article is dedicated to the living memory of Nikolai N. Tzvelev (Tsvelev) (1925–2015), an outstanding Russian plant taxonomist who already in 1993 validated the genus *Nitrosalsola* and several other segregate genera of *Salsoloidae* later confirmed by further molecular phylogenetic studies.

#### REFERENCES

- Akhani H., Edwards G.H., Roalson E.H. Diversification of the Old World *Salsola* s.l. (Chenopodiaceae): molecular phylogenetic analysis of nuclear and chloroplast datasets and a revised classification, *Intl. J. Plant Sci.*, 2007, **168**(6), pp. 931–956.
- Bochantsev V.P. Vidy podseksii *Vermiculatae* Botsch. seksii *Caroxylon* (Thunb.) Fenzl roda *Salsola* L. In: *Novosti Sist. Vyssh. Rast.*, Leningrad: Nauka, 1975, vol. 12, pp. 160–194 [Бочанцев В.П. Виды подсекции *Vermiculatae* Botsch. секции *Caroxylon* (Thunb.) Fenzl рода *Salsola* L. // *Новости сист. высш. раст.* – Л.: Наука, 1975. – Т. 12. – С. 160–194].
- Boulos L. The identity, typification and distribution of *Salsola imbricata* Forsskål, *Kew Bull.*, 1991, **46**, pp. 137–140.
- Feodorova T.A. Morfologicheskoe, molekulyarno-filogeneticheskoe i taksonomicheskoe issledovanie roda *Caroxylon* Thunb. sensu latissimo. In: *Leonid Vasil'yevich Kudryashov. Ad memoriam: Sbornik statey.* Ed. A.K. Timonin, Moscow: MAKS Press, 2012, pp. 155–170 [Федорова Т.А. Морфологическое, молекулярно-филогенетическое и таксономическое исследование рода *Caroxylon* Thunb. sensu latissimo // *Леонид Васильевич Кудряшов. Ad memoriam: Сборник статей* / Ред. А.К. Тимонин. – М.: МАКС Пресс, 2012. – С. 155–170].
- Feodorova T.A., Samigullin T.H. *Voprosy Sovremennoy Algologii*, 2014, 3S(7S) (available at: <http://algology.ru/525>) [Федорова Т.А., Самигуллин Т.Х. Таксономическое положение видов подсекции *Vermiculatae* Botsch. секции *Caroxylon* (Thunb.) Fenzl рода *Salsola* L. (*Chenopodiaceae* Juss.) // *Вопросы современной альгологии.* – 2014. – № 3S (7S): мат-лы междунар. конф. «Экологическая физиология водных фототрофов: распространение, запасы, химический состав и использование». III Сабининские чтения, Ч. 2 (available at: <http://algology.ru/525>)].
- Freitag H. Contributions to the chenopod flora of Egypt, *Flora*, 1989, **183**, pp. 149–173.
- Freitag H. *Salsola imbricata* Forssk. In: Rechinger K.-H. *Flora Iranica*, 1997, vol. 172, pp. 193–195.
- Hernández-Ledesma P., Berendsohn W.G., Borsch T., von Mering S., Akhani H., Arias S., Castañeda-Noa I., Egli U., Eriksson R., Flores-Olvera H., Fuentes-Bazán S., Kadereit G., Klak C., Korotkova N., Nyffeler R., Ocampo G., Ochoterena H., Oxelman B., Rabeler R.K., Sanchez A., Schlumpberger B.O., Uotila P. A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order *Caryophyllales*, *Willdenowia*, 2015, **45**(3), pp. 281–383.
- International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code)*, adopted by the Eighteenth International Botanical Congress, Melbourne, Australia, July 2011. Eds J. McNeill, F.R. Barrie, W.R. Buck, V. Demoulin, W. Greuter, D.L. Hawksworth, P.S. Herendeen, S. Knapp, K. Marhold, J. Prado, W.F. Proud'Homme van Reine, J.F. Smith, J.H. Wiersma, N.J. Turland, Königstein: Koeltz Scientific Books, 2012. In: *Regnum Vegetabile*, 2012, vol. 154, pp. 1–274.



Tzvelev N.N. *Ukr. Bot. J.*, 1993, **50**(1), pp. 78–85 [Цвелев Н.Н. Заметки о маревых Восточной Европы // *Укр. ботан. журн.* – 1993. – **50**(1). – С. 78–85].

Tzvelev N.N. Tribe *Salsoleae*. In: *Flora Vostochnoi Evropy (Flora Europae Orientalis)*. Ed. N.N. Tzvelev, St. Petersburg: Mir i Semiya, 1996, vol. 9, pp. 67–98 [Цвелев Н.Н. Триба *Salsoleae* // *Флора Восточной Европы* / Ред. Н.Н. Цвелев. – СПб.: Мир и семья, 1996. – Т. 9. – С. 67–98].

Recommended for publication Submitted 30.09.2015  
by S.L. Mosyakin

Федорова Т.А. **Нові номенклатурні комбінації в роді *Nitrosalsola* (*Chenopodiaceae*)**. – Укр. ботан. журн. – 2015. – **72**(5): 442–445.

Московський державний університет імені М.В. Ломоносова

Ленінські гори, 1, будівля 12, м. Москва, 119991, Росія

Тридцять дві нові номенклатурні комбінації запропоновано в роді *Nitrosalsola* Tzvelev (*Chenopodiaceae*). Цей рід у новому розумінні містить як однорічні, так і багаторічні види (напівкущі та напівкущики), які раніше розглядали в межах деяких внутрішньородових груп роду *Salsola* L. s.l. або які нещодавно були перенесені до роду *Caroxylon* Thunb. Стисло обговорені новий обсяг роду *Nitrosalsola*, його морфологічні ознаки та необхідність виділення зі складу *Caroxylon* і *Salsola*.

Ключові слова: нові комбінації, *Nitrosalsola*, *Caroxylon*, *Salsola*, *Chenopodiaceae*.

Федорова Т.А. **Новые номенклатурные комбинации в роде *Nitrosalsola* (*Chenopodiaceae*)**. – Укр. ботан. журн. – 2015. – **72**(5): 442–445.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Ленинские горы, 1, строение 12, г. Москва, 119991, Россия

Тридцать две новые номенклатурные комбинации предложены в роде *Nitrosalsola* Tzvelev (*Chenopodiaceae*). Этот род в новом понимании содержит как однолетние, так и многолетние виды (полукустарники и полукустарнички), которые ранее рассматривались в составе некоторых внутривидовых групп рода *Salsola* L. s.l. или недавно были перенесены в род *Caroxylon* Thunb. Кратко обсуждены новый объем рода *Nitrosalsola*, его морфологические признаки и необходимость его выделения из состава родов *Caroxylon* и *Salsola*.

Ключевые слова: новые комбинации, *Nitrosalsola*, *Caroxylon*, *Salsola*, *Chenopodiaceae*.

## НОВІ ВИДАННЯ

**Зиман С.М., Дербак М.Ю., Булах О.В. Рідкісні і зникаючі судинні рослини високогірної флори Українських Карпат: порівняльні дослідження *in situ* й *ex situ*** / Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України; Національний природний парк «Синевир». – К.: Фітосоціоцентр, 2014. – 58 с.

Висвітлено результати багаторічних досліджень рідкісних і зникаючих судинних рослин високогірної флори Українських Карпат з акцентом на їх порівняльному вивченні *in situ* (у природних популяціях) й *ex situ* (на експериментальній дослідній ділянці Національного природного парку «Синевир»). Розглядаються актуальні проблеми охорони фіторізноманіття природно-заповідних об'єктів Карпат.

Для ботаніків і фахівців у галузі охорони природи.

А.А. ЯВНЮК<sup>1</sup>, Н.Л. ШЕВЦОВА<sup>2</sup>, Д.І. ГУДКОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний авіаційний університет

пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03680, Україна

[a\\_yavnyuk@ukr.net](mailto:a_yavnyuk@ukr.net)

<sup>2</sup> Інститут гідробіології НАН України

пр. Героїв Сталінграда, 12, м. Київ, 04210, Україна

[shevtsovanl@rambler.ru](mailto:shevtsovanl@rambler.ru)

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ДОДАТКОВОГО РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ НАСІННЄВИХ ПАРОСТКІВ *PHRAGMITES AUSTRALIS* ІЗ ВОДОЙМ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Явнюк А. А., Шевцова Н. Л., Гудков Д. І. Оцінка впливу додаткового радіаційного опромінення на морфометричні показники насіннєвих паростків *Phragmites australis* із водойм Чорнобильської зони відчуження. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 446—456.

Викладено результати досліджень впливу додаткового гострого іонізуючого випромінювання дозами 25, 75 та 150 Гр на ростові процеси паростків насіння *Phragmites australis* (Cav.) Trin. & Steud., що росте в умовах хронічного радіаційного забруднення у водоймах Чорнобильської зони відчуження. Проаналізовано лінійні показники паростків — довжина кореня та листка. Показано, що додаткове гостре опромінення пригнічує ріст кореня та листка паростків насіння очерету звичайного, що пов'язується з підвищеною радіочутливістю фізіологічних процесів раннього онтогенезу в рослин, які зазнають впливу малих доз хронічного опромінення.

Ключові слова: *Phragmites australis*, насіння, іонізувальне випромінювання, Чорнобильська зона відчуження

### Вступ

Вивчення наслідків радіаційного опромінення біологічних систем на різних рівнях організації та пов'язаних із цим екологічних ризиків для живих організмів за подальшого розвитку атомної енергетики не втрачає своєї актуальності. Сучасний екологічний стан територій, які зазнали радіонуклідного забруднення, потребує розробки та запровадження зручних методів виявлення та прогнозування негативного впливу іонізуючого випромінювання на біоту на основі аналізу радіобіологічних ефектів у типових представників флори та фауни. Порушення на ранніх стадіях онтогенезу окремих видів є джерелом важливої інформації про вразливість популяцій в умовах підвищеного антропогенного навантаження. Зручним об'єктом для таких досліджень стали повітряно-водні рослини завдяки прикріпленому способу життя, значному видовому різноманіттю та широкому розповсюдженню, а також достатньо високій прогнозованості відбору проб рослинного походження. Це є важливою складовою моніторингових досліджень з використанням методів біоіндикації та біотесту-

вання. Для вивчення порушень раннього онтогенезу зазвичай об'єктом слугує насіння, оскільки в стані спокою накопичені в ньому відхилення є латентними і проявляються тільки у процесі проростання. Пророщення насіння за стандартизованих лабораторних умов виключає вплив сторонніх факторів та виявляє рівень радіаційних ушкоджень, яких зазнала рослина у природному середовищі (Pozolotina et al., 2008). Порушення ростових процесів у паростків вищих водних рослин, які є невід'ємною ланкою міграції радіонуклідів у водоймах, досліджено ще недостатньо ґрунтовно.

Метою роботи було вивчення лінійних показників паростків насіння *Phragmites australis* (Cav.) Trin. & Steud. (очерету звичайного) з водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), батьківські рослини якого зазнали хронічного опромінення, та контрольної водойми (з фоновим рівнем радіонуклідного забруднення) після додаткового гострого опромінення.

### Об'єкт і методи досліджень

За об'єкт досліджень ми взяли насіннєвий матеріал *Phragmites australis*, відібраний в оз. Глибоке (ЧЗВ) та водоймі-охолоднику (ВО) ЧАЕС, де батьківські

рослини отримують підвищені радіаційні дозові навантаження. Результати досліджень порівнювали з показниками паростків насіння очерету з оз. Вербне (м. Київ) із фоновим рівнем радіонуклідного забруднення.

Насіння пророщували в лабораторних умовах у чашках Петрі у трьох повтореннях з розрахунку 30—31 зернівка на чашку за освітлення 5—10 кЛк і температури 20—24° С із дотриманням умов рандомізації. Аналізували лінійні показники паростків насіння до появи першого справжнього листка.

Досліджено лінійні показники росту насінневого потомства очерету звичайного, а саме довжину кореня та листка паростків насіння. Проведено кореляційний аналіз залежностей цих показників від дози додаткового гострого опромінення (Lakin, 1990), а також аналіз за факторами хронічного та гострого опромінення (Rokitskiy, 1973; Zaks, 1976).

Для отримання інформації про приховані фізіологічні порушення в насінневого потомства очерету водойм ЧЗВ було використано метод провокаційного гострого опромінення (Heraskin et al., 2010). Зернівки очерету додатково опромінювали на імпульсному лінійному прискорювачі електронів «ИЛУ-6» (Росія) в діапазоні енергій 1,2—2,5 МеВ. Опромінення проводили дозами 25, 75 та 150 Гр з потужністю поглиненої дози 0,69 Гр/с. Для кожної водойми залишали неопромінений власний контроль (ВК).

Лінійні показники росту кореня та листка паростків визначали за допомогою біокуляра МБС-9 зі збільшенням 8 × 2.

У процесі виконання робіт використано методи розрахунку потужності поглиненої дози за рахунок основних дозоутворювальних радіонуклідів (<sup>137</sup>Cs і <sup>90</sup>Sr), що були інкорпоровані в тканинах батьківських рослин і містилися в навколишньому водному середовищі (Brown et al., 2003), методи пророщування насіння в лабораторних умовах (Kroger, 1950), модифіковані для зернівок очерету звичайного, і методи математичної обробки отриманих даних (Zaks, 1976).

## Результати досліджень та їх обговорення

Ранні етапи індивідуального розвитку вищих рослин, зокрема органогенез і проростання насіння, залежать від багатьох чинників навколишнього середовища (вологості, температури, кисневого режиму, освітлення тощо) та характеризуються підвищеною чутливістю меристематичних тканин

та органів до дії негативних факторів довкілля, в тому числі іонізувального випромінювання. В умовах радіонуклідного забруднення порушення нормальних процесів проростання насіння проявляються у вигляді різноманітних аномалій розвитку паростків, значної затримки проростання та пригнічення росту вегетативних органів.

Результати аналізу морфологічних показників насіння очерету звичайного з водойм із різним рівнем радіонуклідного забруднення несуттєво відрізнялися від даних попередніх досліджень (Shevtsova et al., 2010).

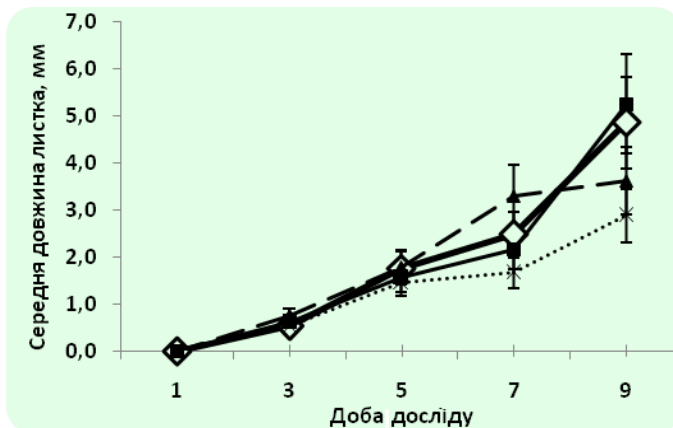
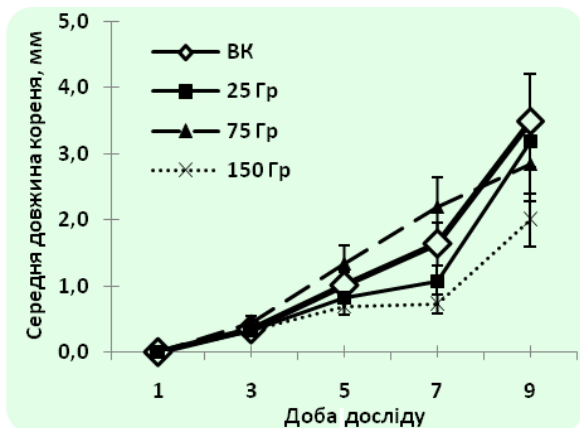
Для зіставлення біологічних ефектів у насінневого потомства вищих рослин з водойм із різним рівнем радіонуклідного забруднення визначали потужність поглиненої дози батьківськими рослинами. Розрахована середня потужність поглиненої рослинами дози в оз. Глибоке, ВО ЧАЕС та оз. Вербне становила 11,9,3,7 і 0,03 сГр/рік відповідно.

Оскільки радіостійкість рослин в умовах тривалого радіаційного стресу може змінюватися (Dineva et al., 1994; Pozolotina, 2003; Hrodzynskiy, 2008, 2013), необхідно було з'ясувати, чи існують такі зміни в насінневого потомства очерету звичайного з водойм ЧЗВ.

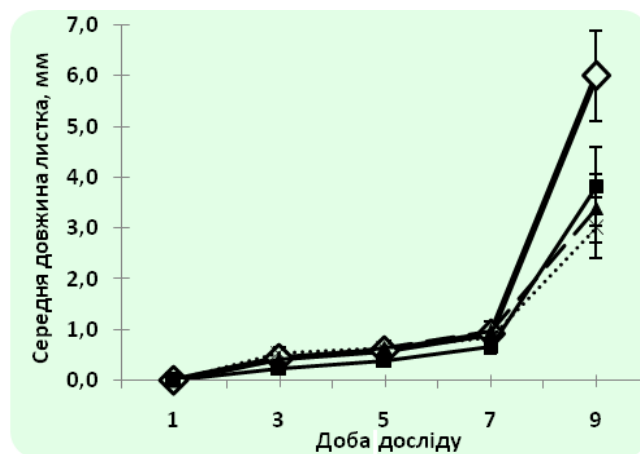
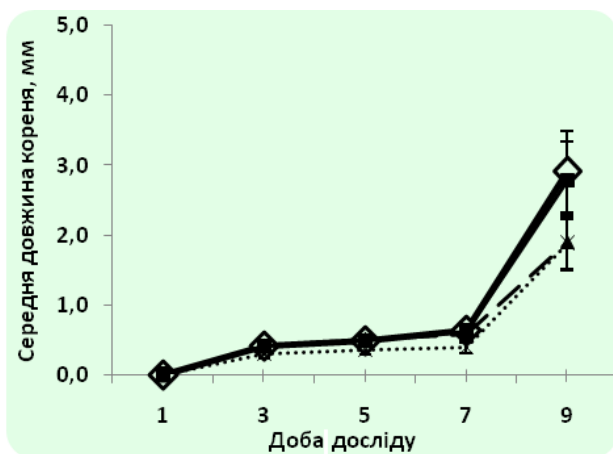
Додаткове гостре опромінення насіння виявило зміни в ростових реакціях паростків насіння рослин із водойм з різним дозовим навантаженням на батьківські рослини (рис. 1, табл. 1).

Якщо в насінневого потомства з контрольної водойми фаза логарифмічного росту наставала після третьої доби незалежно від отриманої дози гострого опромінення, то для всіх вибірок із водойм ЧЗВ це спостерігалось лише після сьомої доби (рис. 1, *b*, *c*). До сьомої доби, незалежно від отриманої насінням дози хронічного та гострого опромінення, фіксувалася затримка росту кореня та листка паростків насіння з водойм ЧЗВ.

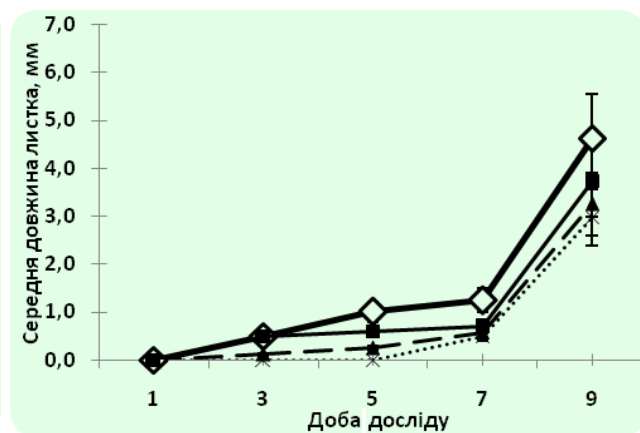
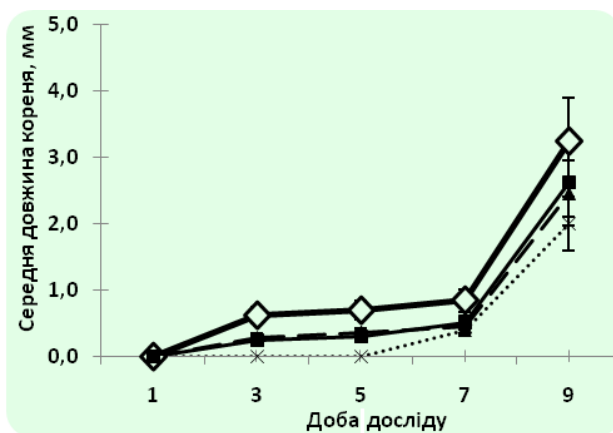
Варіабельність показників довжини кореня та листка паростків насіння рослин, які отримують опромінення потужністю 3,7 сГр/рік (ВО ЧАЕС), до сьомої доби включно не залежала від дози гострого опромінення та була несуттєвою. У паростків насіння рослин із водойми, де потужність поглиненої дози хронічного опромінення становила 11,9 сГр/рік (оз. Глибоке), навпаки, зафіксовано збільшення діапазону варіабельності досліджуваних показників (рис. 1, *c*). При цьому величина показника залежала від дози гострого опромінення.



a)



b)



c)

Рис. 1. Середня довжина кореня та листка в паростків насіння *Phragmites australis*: a) оз. Вербне (контрольна водойма), b) ВО ЧАЕС, c) оз. Глибоке

Fig. 1. Average length of roots and leaves of the *Phragmites australis* seed germs: a) Verbne Lake (reference water body), b) Cooling Pond of Chernobyl NPP, c) Hlyboke Lake

Таблиця 1. Динаміка ростових процесів кореня та листка паростків насіннєвого потомства *Phragmites australis* водойм із різним рівнем радіонуклідного забруднення (ДДГО — доза додаткового гострого опромінення, Гр)

Водойма	ДДГО	Рівняння регресії	R <sup>2</sup>
Довжина кореня			
Озеро Вербне	ВК	$y = 0,41x - 0,78$	0,87
	25	$y = 0,36x - 0,70$	0,75
	75	$y = 0,37x - 0,50$	0,99
	150	$y = 0,22x - 0,36$	0,78
Водойма-охолоджувач ЧАЕС	ВК	$y = 8,91E-4e^{0,88x} + 0,26$	0,95
	25	$y = 8,05E-4e^{0,89x} + 0,26$	0,95
	75	$y = 6,41E-3e^{0,62x} + 0,21$	0,89
	150	$y = 3,75E-4e^{0,93x} + 0,19$	0,94
Озеро Глибоке	ВК	$y = 2,24E-3e^{0,79x} + 0,36$	0,92
	25	$y = 5,54E-4e^{0,93x} + 0,15$	0,98
	75	$y = 2,37E-4e^{1,02x} + 0,19$	0,97
	150	$y = 1,45E-3e^{0,81x} - 0,03$	0,997
Довжина листка			
Озеро Вербне	ВК	$y = 0,58x - 0,99$	0,91
	25	$y = 0,60x - 1,09$	0,83
	75	$y = 0,49x - 0,55$	0,96
	150	$y = 0,34x - 0,41$	0,95
Водойма-охолоджувач ЧАЕС	ВК	$y = 4,12E-4e^{1,06x} + 0,30$	0,99
	25	$y = 6,43E-4e^{0,96x} + 0,17$	0,99
	75	$y = 0,01e^{0,64x} + 0,21$	0,96
	150	$y = 0,01e^{0,69x} + 0,29$	0,93
Озеро Глибоке	ВК	$y = 0,01e^{0,87x} + 0,30$	0,95
	25	$y = 2,88E-4e^{1,04x} + 0,33$	0,96
	75	$y = 9,78E-4e^{0,91x} + 0,08$	0,995
	150	$y = 1,04E-3e^{0,89x} - 0,03$	0,998

Результати статистичної обробки даних інтервального розподілу ознак «Довжина кореня» та «Довжина листка» наведено в табл. 2. Примітка: Тут і в таблицях 2 і 4 ВК —

На дев'яту добу досліду максимальні величини довжини кореня спостерігали в насіння рослин варіантів ВК усіх досліджуваних водойм, які становили 3,0—3,5 мм, а найбільше значення (3,5 мм) зареєстровано в паростків насіння рослин із контрольної водойми. Максимальні величини довжини листка зафіксовані також у всіх випадках ВК і за гострого опромінення насіння рослин контрольної водойми дозою 25 Гр, а найбільші значення (6,0 мм) — у рослин з ВО ЧАЕС.

Динаміка росту кореня та листка паростків насіння рослин контрольної водойми (оз. Вербне) відповідала лінійній функції у діапазоні вірогідності апроксимації  $R^2 = 0,75—0,99$  (табл. 1, рис. 1, а). Динаміка росту кореня та листка в паростків насіння рослин із водойм ЧЗВ суттєво відрізнялася. Ростові процеси тут підпорядковувалися експо-

Таблиця 2. Зміна значень показників довжини кореня та листка паростків насіння *Phragmites australis* залежно від ступеня опромінення

Водойма	Доза додаткового гострого опромінення, Гр	$x_{\text{ср}}, \text{ мм}$	$\sigma, \text{ мм}$	$\chi^2$ розрахований	$\chi^2$ табличний ( $P = 0,95$ )	Нульова гіпотеза про норм. розподіл (+ прийм., - відхил.)	Коефіцієнт асиметрії варіаційної кривої, А	Вид асиметрії (П — правобічний, Л — лівобічний)	Коефіцієнт ексцесу, Е	Форма кривої розподілу (Гс — гостроверш., Пл — плосроверш.)	
											Довжина кореня
Озеро Вербне	ВК	39,7	31,3	229,2	9,49	-	1,04	П	0,2	Гс	
	25	38,9	28,7	70,9	5,99	-	1,80	П	2,6	Гс	
	75	41,6	26,2	385,6	9,49	-	1,65	П	4,8	Гс	
	150	15,3	9,8	123,4	7,81	-	1,12	П	-0,1	Пл	
Водойма-охолоджувач ЧАЕС	ВК	50,4	23,3	238,3	9,49	-	0,30	П	-0,5	Пл	
	25	39,2	23,4	238,4	9,49	-	1,01	П	0,5	Гс	
	75	23,9	11,4	208,3	9,49	-	0,39	П	-0,7	Пл	
	150	18,5	7,6	250,2	9,49	-	0,67	П	-0,4	Пл	
Озеро Глибоке	ВК	52,3	26,4	98,7	7,81	-	0,39	П	-0,5	Пл	
	25	34,4	21,5	169,4	9,49	-	1,14	П	1,0	Гс	
	75	33,0	17,7	161,5	9,49	-	0,29	П	-0,9	Пл	
	150	18,3	11,0	197,6	9,49	-	0,71	П	-0,8	Пл	
Довжина листка											
Озеро Вербне	ВК	74,5	37,9	214,1	9,49	-	1,2	П	1,0	Гс	
	25	69,4	40,8	48,1	5,99	-	0,7	П	-0,6	Пл	
	75	62,8	23,4	230,6	9,49	-	0,1	П	-3,3	Пл	
	150	42,1	17,3	56,2	7,81	-	-0,3	Л	-0,8	Пл	
Водойма-охолоджувач ЧАЕС	ВК	113,3	45,3	160,2	9,49	-	-0,2	Л	-0,9	Пл	
	25	67,9	20,9	197,4	9,49	-	0,6	П	0,0	Пл	
	75	60,0	10,3	250,2	9,49	-	0,8	П	1,6	Гс	
	150	52,9	13,9	157,9	9,49	-	-0,4	Л	0,0	Гс	
Озеро Глибоке	ВК	84,0	54,1	157,8	7,81	-	1,5	П	3,2	Гс	
	25	59,2	22,2	156,8	9,49	-	0,4	П	-0,1	Пл	
	75	54,1	17,9	123,1	9,49	-	-0,6	Л	1,0	Гс	
	150	49,7	15,2	114,5	9,49	-	-3,0	Л	-0,2	Пл	

ненціальній функції з вірогідністю апроксимації  $R^2$  у діапазоні 0,89—0,997 та 0,93—0,999 (див. табл. 1, рис. 1, b, c).

Розрахований критерій Пірсона істотно перевищував табличні значення для рівня значущості  $P = 0,95$ , тому нульову гіпотезу про нормальний роз-

Таблиця 3. Двофакторний аналіз ростових процесів паростків насіння *Phragmites australis* залежно від дозового навантаження: А — фактор дози гострого опромінення; В — фактор дози хронічного опромінення

Фактори та їхня взаємодія	Число ступенів свободи	$F$ фактичне	$F_{\text{табл}}$ за $P = 0,95$	$F_{\text{табл}}$ за $P = 0,99$
<b>Довжина кореня</b>				
Фактор А	3	30,29	2,60	3,78
Фактор В	2	8,04	3,00	4,61
Взаємодія факторів А та В	6	10,04	2,10	2,80
<b>Довжина листка</b>				
Фактор А	3	62,46	2,60	3,78
Фактор В	2	89,37	3,00	4,61
Взаємодія факторів А та В	6	7,33	2,10	2,80

поділ даних відкинуто. Правобічний розподіл довжини кореня свідчить про суттєвий вплив додаткового гострого іонізуючого опромінення на ріст коренів паростків через певний час після сходів. У випадку розподілу довжини листка встановлено, що зі збільшенням дози додаткового опромінення правобічний розподіл довжини листків паростків

Таблиця 4. Регресійний аналіз зв'язку показників довжини кореня та листка паростків насіння *Phragmites australis* з дозою додаткового гострого опромінення (ДДГО — доза додаткового гострого опромінення, Гр.)

Водойма	ДДГО	Рівняння регресії	$R^2$	Кореляція $r$	$t_{\text{розрах}}$	$t_{\text{табл}}$ за $P = 0,80$
<b>Довжина кореня</b>						
Озеро Вербне	ВК	$y = -9,7E-3x + 3,50$	0,991	-0,995	14,5	1,886
	25					
	75					
Водойма- олоджувач ЧАЕС	ВК	$y = 2,8e^{-0,003x}$	0,798	-0,893	2,8	
	25					
	75					
Озеро Глибоке	ВК	$y = 3,05e^{-0,003x}$	0,915	-0,934	3,7	
	25					
	75					
<b>Довжина листка</b>						
Озеро Вербне	ВК	$y = -1,6E-2x + 5,12$	0,874	-0,935	3,7	
	25					
	75					
Водойма- олоджувач ЧАЕС	ВК	$y = 4,98e^{-0,004x}$	0,718	-0,802	1,9	
	25					
	75					
Озеро Глибоке	ВК	$y = 4,25e^{-0,003x}$	0,839	-0,890	2,8	
	25					
	75					

насіння з усіх досліджуваних водойм поступово переходив у лівобічний. Це характеризує більшу чутливість процесу проростання листка до впливу гострого іонізуючого опромінення.

Двофакторний аналіз за факторами «хронічне опромінення» та «гостре опромінення» показав значущість впливу обох видів опромінення на ростові реакції паростків насіння очерету звичайного (табл. 3).

Величина розрахованого критерію  $F$  була більшою порівняно з табличною для всіх вибірок за рівнів значущості  $P = 0,95$  і  $P = 0,99$ . Це вказує на суттєвий вплив хронічного та гострого опромінення та їх сумісної дії на лінійні показники росту паростків насіння очерету.

Встановлено обернену кореляційну залежність між лінійними показниками росту кореня та листка в насінневого потомства очерету та поглиненою дозою гострого опромінення на дев'яту добу досліді: коефіцієнт кореляції для кореня паростків насіння рослин з оз. Вербне становив  $-0,99$ , для листка  $-0,94$ ; для ВО ЧАЕС  $-0,89$  та  $-0,80$ ; для оз. Глибоке  $-0,93$  і  $-0,89$  відповідно. Результати регресійного аналізу зв'язку величини досліджуваних показників та дози додаткового гострого опромінення наведено в табл. 4.

Вірогідність даного зв'язку у випадку озера Вербного для коренів та листків підтверджується високими значеннями розрахованого критерію Стьюдента  $t$  порівняно з табличним значенням, яке становить 1,886 для рівня значущості  $P = 0,80$ . У зв'язку з цим була прийнята нульова гіпотеза про вірогідність кореляції для даного рівня значущості.

Представлення лінійних показників паростків у відносних одиницях (% від власного неопроміненого контролю) на дев'яту добу досліді допомогло чітко виявити вплив додаткового опромінення на

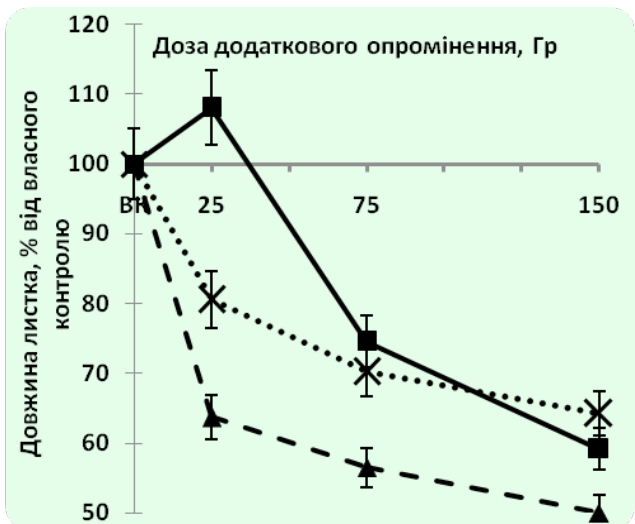
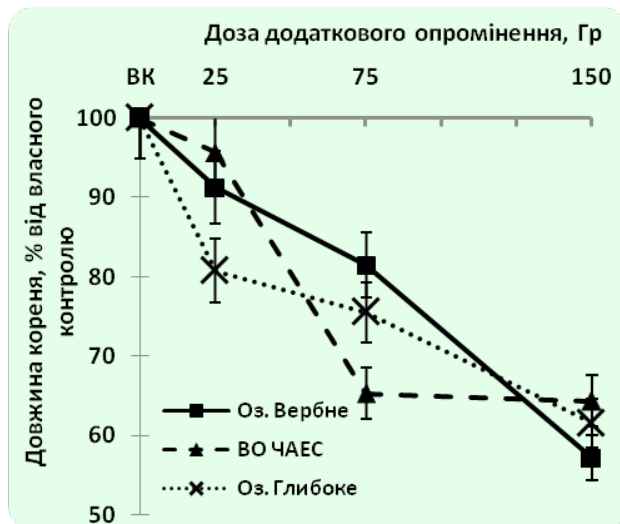


Рис. 2. Вплив додаткового гострого опромінення на довжину кореня та листка паростків насіння *Phragmites australis*, % від ВК

Fig. 2. Impact of additional acute ionizing radiation on length of roots and leaves of the *Phragmites australis* seed germs, % from own control

розвиток паростка і порівняти криві «доза—ефект» для різних вибірок (рис. 2).

Залежність «доза—ефект» за показниками довжини кореня та листка паростків насінневого потомства рослин із водойм ЧЗВ і контрольної водойми (озеро Вербне) відображена класичними кривими низхідного характеру (Yarmonenko et al., 1984; Hrodzinskiy, 1989).

На кривих «доза—ефект» у паростків насіння рослин із контрольної водойми спостерігалось радіостійке «плече» для обох досліджуваних лінійних показників. Ми припускаємо, що насінневе потомство рослин з озера Вербне більш радіостійке за досліджуваними показниками порівняно з іншими.

Відсутність подібного «плеча» свідчить про підвищену чутливість об'єкта до впливу іонізувального випромінювання (Hrodzinskiy, 1989). Динаміка росту кореня та листка в паростків насінневого потомства з озера Глибоке (11,9 сГр/рік) вказує на зміни в його радіоадаптивному потенціалі. За опромінення дозою 25 Гр лінійні показники паростків порівняно з неопроміненим власним контролем знизилися в середньому на 20 %. Але з подальшим підвищенням дози до 75 і 150 Гр, що в 3 та 6 разів більша від попередньої дози, відставання в рості уповільнилося. Порівняння кривих «доза—ефект» показало, що ростові реакції на опромінення кореня та листка паростка помітно відрізнялися. Найбільші розбіж-

ності в реакції кореня та листка на додаткове гостре опромінення виявилися в паростків насінневого потомства рослин, що отримують дозу хронічного опромінення 3,7 сГр/рік (ВО ЧАЕС). Зафіксовані розбіжності в ростових реакціях кореня та листка паростка насіння очерету звичайного можуть свідчити про більшу вразливість біохімічних процесів, що відповідають за ріст саме листка.

## Висновки

Зареєстровано вірогідний вплив додаткового гострого іонізувального опромінення дозами 25, 75 та 150 Гр з потужністю 0,69 Гр/с і хронічного — з потужністю 0,03, 3,7 і 12 сГр/рік, а також їхня сумісна дія на динаміку лінійних показників очерету звичайного, що підтверджується результатами кореляційного та двофакторного аналізів за рівнів значущості  $P = 0,80$  і  $P = 0,95-0,99$  відповідно.

Паростки насіння очерету з водойм ЧЗВ характеризувалися значною затримкою проростання та повільним ростом, що посилювався за додаткового гострого опромінення порівняно з показниками насіння з контрольної водойми. Ймовірно, це свідчить про їхню змінену радіаційну стійкість, що пов'язано з тривалим перебуванням рослин в умовах хронічного радіаційного опромінення.

Динаміка ростових процесів кореня та листка паростків насіння рослин із водойм ЧЗВ підпо-

рядковувалася експоненціальній залежності ( $R^2 = 0,89-0,997$  і  $0,93-0,999$  відповідно). Ріст кореня та листка паростків рослин, які зазнають фонових дозових навантажень, підпорядковувався лінійній залежності ( $R^2 = 0,75-0,99$  і  $0,83-0,96$  відповідно).

Встановлено вірогідну обернену кореляційну залежність між дозою додаткового гострого опромінення і довжиною кореня та листка паростків насіння за рівня значущості  $P = 0,8$ . Коефіцієнт кореляції відповідно становив: для оз. Вербне:  $-0,99$  та  $-0,94$ ; для ВО ЧАЕС:  $-0,89$  та  $-0,80$ ; для оз. Глибоке:  $-0,93$  та  $-0,89$ . Регресійний аналіз виявив експоненційну залежність між дозою додаткового гострого опромінення та показниками довжини кореня та листка паростків насіння з водою ЧЗВ ( $R^2 = 0,80-0,92$  і  $0,72-0,84$  відповідно). У випадку оз. Вербне така залежність була лінійною ( $R^2 = 0,99$  та  $0,87$  відповідно). Результати досліджень динаміки проростання насінневого потомства очерету звичайного спонукають до припущення про значну вразливість фізіологічних процесів у ранньому онтогенезі насінневого потомства рослин водою ЧЗВ, де хронічне дозове навантаження на батьківські рослини становить  $4-12$  сГр/рік.

Аналіз динаміки лінійних показників росту паростків насіння домінуючих видів рослинних угруповань може розглядатися як важлива складова комплексного радіоекологічного моніторингу та підстава для розробки заходів запобігання негативним наслідкам іонізуючого випромінювання щодо біоти водних екосистем.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Brown J. Brown, Strand P. Strand, Hosseini A. Hosseini, Børretzen P. Børretzen. *Handbook for assessment of the exposure of biota to ionising radiation from radionuclides in the environment*. Project within the EC 5th Framework Programme, Contract № FIGE-CT-2000-00102, 2003, Stockholm, Framework for Assessment of Environmental Impact, 395 p.
- Dineva S.B., Abramov V.I., Shevchenko V.A. *Radiatsionnaya biolohiya. Radioekolohiya*, 1994, **34**(2), pp. 177–181 [Динева С.Б., Абрамов В.И., Шевченко В.А. Сравнительная радиоустойчивость хронически облучаемых популяций арабидопсиса // *Радиационная биология. Радиоэкология*. — 1994. — **34**(2). — С. 177–181].
- Heraskin S.A., Udalova A.A., Dikareva N.S., Mozolin E.M., Chernonoh E.V., Prytkova Yu.S., Dikarev V.H., Novikova T.A. *Radiatsionnaya biolohiya. Radioekolohiya*, 2010, **50**(4), pp. 374–382 [Гераськин С.А., Удалова А.А., Дикарева Н.С., Мозолин Е.М., Черноног Е.В., Прыткова Ю.С., Дикарев В.Г., Новикова Т.А. Биологические эффекты хронического облучения в популяциях растений // *Радиационная биология. Радиоэкология*. — 2010. — **50**(4). — С. 374–382].
- Hrodzinskiy D.M. *Adaptivnaya stratehiya fiziologicheskikh protsessov rasteniy*, Kiev: Naukova Dumka, 2013, 301 p. [Гродзинский Д.М. *Адаптивная стратегия физиологических процессов растений*. — Киев: Наук. думка, 2013. — 301 с.].
- Hrodzinskiy D.M. *Radiobiolohiya rasteniy*, Kiev: Naukova Dumka, 1989, 384 p. [Гродзинский Д.М. *Радиобиология растений*. — Киев: Наук. думка, 1989. — 384 с.].
- Hrodzinskiy D.M. *Radiobiologichni efekty khronichnoho oprominennya roslin v zoni vplyvu Chornobylskoi katastrofy*, Kyiv: Naukova Dumka, 2008, 378 p. [Гродзинський Д.М. *Радіобіологічні ефекти хронічного опромінення рослин в зоні впливу Чорнобильської катастрофи*. — К.: Наук. думка, 2008. — 378 с.].
- Hudkov D.I., Kuzmenko M.I., Shevtsova N.L., Dzyubenko O.V., Mardarevych M.H. Porushennya v biosystemakh za intensyvnogo radionuklidnoho zabrudnennya vodoym. In: *Tekhnohenni radionuklidy u prisnovodnykh ekosystemakh. IHB NANU*, Kyiv: Naukova Dumka, 2010, pp. 213–225 [Гудков Д.И., Кузьменко М.И., Шевцова Н.Л., Дзюбенко О.В., Мардаревич М.Г. Порухення в біосистемах за інтенсивного радіонуклідного забруднення водою // *Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах. ІГБ НАНУ*. — К.: Наук. думка, 2010. — С. 213–225].
- Kroker V. *Rost rasteniy*, Moscow: Izd-vo inostrannoy literatury, 1950, 359 p. [Крокер В. *Рост растений*. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1950. — 359 с.].
- Lakin H.F. *Biometriya*, Moscow: Vysshaya Shkola, 1990, 352 p. [Лакин Г.Ф. *Биометрия*. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.].
- Pozolotina V.N. *Otdalennye posledstviya deystviya radiatsii na rasteniya*, Ekaterinburh: Akademkniha, 2003, 244 p. [Позолотина В.Н. *Отдаленные последствия действия радиации на растения*. — Екатеринбург: Академкнига, 2003. — 244 с.].
- Pozolotina V.N., Molchanova I.V., Karavayeva E.N., Mikhaylovskaya L.N., Antonova E.V. *Sovremennoe sostoyanie nazemnykh ekosistem Vostochno-Uralskoho radioaktivnogo sleda: urovni zahryazneniya, biologicheskie efekty*, Ekaterinburh: Izd-vo Hoshchinskiy, 2008, 204 p. [Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Михайловская Л.Н., Антонова Е.В. *Современное состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты*. — Екатеринбург: Изд-во «Гошинский», 2008. — 204 с.].
- Rokitskiy P.F. *Biologicheskaya statistika*, Moscow: Vysshaya Shkola, 1973, 320 p. [Рокицкий П.Ф. *Биологическая статистика*. — М.: Высш. шк., 1973. — 320 с.].
- Yarmonenko S.P. *Radiobiolohiya cheloveka i zhyvotnykh*, Moscow: Vysshaya Shkola, 1984, 375 p. [Ярмоненко С.П. *Радиобиология человека и животных*. — М.: Высш. шк., 1984. — 375 с.].
- Zaks L. *Statisticheskoe otsenivanie*, Moscow: Statistika, 1976, 530 p. [Закс Л. *Статистическое оценивание*. — М.: Статистика, 1976. — 530 с.].

Рекомендує до друку  
Д.В. Дубина

Надійшла 07.04.2015 р.



Явнюк А.А.<sup>1</sup>, Шевцова Н.Л.<sup>2</sup>, Гудков Д.И.<sup>2</sup> **Оценка влияния дополнительного радиационного облучения на морфометрические показатели семенных проростков *Phragmites australis* из водоемов Чернобыльской зоны отчуждения.** — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 446—456.

<sup>1</sup>Национальный авиационный университет  
пр. Космонавта Комарова, 1, г. Киев, 03680, Украина

<sup>2</sup>Институт гидробиологии НАН Украины  
пр. Героев Сталинграда, 12, г. Киев, 04210, Украина

Представлены результаты исследований влияния дополнительного острого ионизирующего излучения в дозах 25, 75 и 150 Гр на ростовые процессы проростков семян *Phragmites australis* (Cav.) Trin. & Steud, произрастающего в условиях хронического радиационного воздействия в водоемах Чернобыльской зоны отчуждения. Проанализированы линейные показатели проростков — длина корня и листка. Показано, что дополнительное острое облучение действует угнетающе на рост корня и листка проростков семян тростника обыкновенного, что связывается с повышенной радиочувствительностью физиологических процессов раннего онтогенеза у хронически облучаемых малыми дозами растений.

**Ключевые слова:** *Phragmites australis*, семена, ионизирующее излучение, Чернобыльская зона отчуждения.

Yavnyuk A.A.<sup>1</sup>, Shevtsova N.L.<sup>2</sup>, Hudkov D.Y.<sup>2</sup> **Assessment of additional ionizing radiation impact on morphometric indices of seed germs of *Phragmites australis* from water bodies of the Chernobyl Exclusion Zone.** — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72(5): 446—456.

<sup>1</sup>National Aviation University  
1, Cosmonaut Komarov Prosp., Kyiv, 03680, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine  
12, Heroes of Stalingrad Prosp., Kyiv, 04210, Ukraine

The present paper deals with the research results of 25, 75 and 150 Gy additional acute ionizing radiation impact on growth processes of seed germs of the common reed, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. & Steud, in conditions of long-term ionizing radiation impact in water bodies of the Chernobyl Exclusion Zone. Linear indexes of leaf and root length of the germs were analyzed. It is shown that additional acute irradiation leads to inhibition of leaf and root growth of the common reed seed germs. It is probably connected with high radiosensitivity of physiological processes during early ontogenesis of acutely low-dose irradiated plants.

**Key words:** *Phragmites australis*, seeds, ionizing radiation, Chernobyl Exclusion Zone.

## НОВІ ВИДАННЯ

**Чопик В.І., Федорончук М.М. Флора Українських Карпат.** — Тернопіль: ТзОВ «Тернограф», 2015. — 712 с.

«Флора Українських Карпат» є повним зведенням видового складу судинних рослин цієї території, що за суттю і формою можна розглядати як друге видання «Визначника рослин Українських Карпат» (1977). Новим у цій праці є збільшення видового складу на 520 таксономічних найменувань. Таким чином, флора Українських Карпат нараховує 2532 види спонтанної флори, а також найважливіші культивовані види. Наведено їхню географічну, екологічну, фітосозологічну характеристики та сучасну номенклатуру. Подасться латинська абетка, а також транслітерація українських і латинських вимовлень. Це важливо, оскільки нині у вишах не викладають основи латинської мови, і студенти вимовляють латинські назви на англійський манер, що утруднює розуміння, про яку саме рослину йдеться. Вперше в українській і колишній союзній (за деякими винятками) науковій ботанічній літературі подано наголоси на назвах усіх таксонів, що уніфікує та стандартизує їх з європейськими мовами. Необхідність видання «Флори ...» на сучасному рівні диктується ще й тим, що наявні сьогодні «Флора України» (1937—1964), «Определитель высших растений Украины» (1987), «Визначник рослин Українських Карпат» (1977) фахово та морально застаріли і стали бібліографічними раритетами. Праця ілюстрована габітуальними й аналітичними малюнками.

*Для науковців (систематиків, флористів, екологів, спеціалістів з охорони природи), працівників лісового та сільського господарств, викладачів вишів, фармацевтів, туристів, студентів біологічних, сільськогосподарських і лісівничих спеціальностей.*



<http://dx.doi.org/10.15407/ukrbotj72.05.454>

М.М. ФЕДОРОНЧУК<sup>1</sup>, Я.П. ДІДУХ<sup>1</sup>, Н.М. БЕЛЕМЕЦЬ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01004, Україна

<sup>2</sup>Ботанічний сад імені акад. О.В. Фоміна Навчально-наукового центру «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

вул. Симона Петлюри, 1, м. Київ, 01601, Україна

## ЗНАЙДЕНА ПОПУЛЯЦІЯ (*LOCUS CLASSICUS*) РІДКІСНОГО ВИДУ *SPIRAEA PIKVIENSIS* (*ROSACEAE*) ТА ЙОГО ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Федорончук М.М., Дідух Я.П., Белемець Н.М. Знайдена популяція (*locus classicus*) рідкісного виду *Spiraea pikoviensis* (*Rosaceae*) та його еколого-ценотична характеристика. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 454–461.

Підтверджений локалітет рослин, зібраних у 1816 р. А. Анджейовським поблизу с. Пиків Калинівського р-ну Вінницької обл. й описаних В. Бессером як *Spiraea pikoviensis* Besser, що зберігся на невеликій (до 0,5 га) лісовій галявині. Показано сучасний стан мікропопуляції, на основі методики синфітоіндикації оцінені еколого-ценотичні умови її зростання. За класифікацією IUCN вид належить до категорії CR (критично загрожуваний) із високим ризиком знищення біотопу і втрати популяції. Запропоновані заходи щодо активного захисту, охорони популяції та репатріації виду.

К л ю ч о в і с л о в а: *Spiraea pikoviensis*, популяція, *locus classicus*, еколого-ценотичні умови, еконіша, синфітоіндикація, охорона

### Вступ

Як уже повідомлялося (Fedoronchuk, Belemets, Volutsa, 2013), з території Південного Поділля за зразками, зібраними А. Анджейовським у 1816 р. з околиці с. Пиків Калинівського р-ну Вінницької обл., В. Бессер (1822) описав рідкісний вид флори України — *Spiraea pikoviensis* Besser (за протологом: «Circa Píkow in Pod[olia], legi A. 1816»). Нині він міститься у переліку рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослинного світу на території Тернопільської області.

Неодноразові спроби ботаніків, зокрема й авторів цієї статті, віднайти у природі місце першоопису (*locus classicus*) *S. pikoviensis* виявлялися марними. Припускали, що, ймовірно, вид з місця опису зник. Однією з причин безплідних пошуків було те, що ботаніки орієнтувалися на інформацію з «Флори УРСР» (т. 6, 1954), де Д.М. Доброчаєва замість с. Пиків («circa Píkow», як зазначено у протолозі) помилково вказала інше місце опису («... Пиківська Слобідка»), яка знаходиться за 18 км на південний захід від с. Пиків. Оскільки на час на-

писання «Флори» зборів цього виду з інших місць зростань не було, Д.М. Доброчаєва зробила морфологічний опис *S. pikoviensis* лише на основі одного автентичного екземпляра, що зберігається в гербарії *KW*. На сьогодні вже відомо п'ять автентичних зразків з гербаріїв *KW* і *LE*. Виділений свого часу Д.М. Доброчаєвою (1954, in herb.) і оприлюднений нами (Fedoronchuk, 2007) лектотип, на основі якого описано вид («e Podol. Herb. W. Besser»), що раніше зберігався в колекції М.С. Турчанинова, нині міститься в загальній колекції типів гербарію *KW*. Окрім лектотипу, в гербарії *KW*, в колекції В. Бессера, ми знайшли ще два автентичних екземпляри, гербарні аркуші яких містять етикетки: «*Spiraea pikoviensis* mihi» та «*Spiraea pikoviensis* Bess.». Як уже зазначалося (Fedoronchuk, 2007), у колекції типів європейського сектору гербарію *LE* також зберігаються два автентичні зразки, один з яких І.О. Бузунова (1993, in herb.), не знаючи про те, що лектотип уже виділений у *KW*, обрала за лектотип зразок з *LE* («*Spiraea pikoviensis* mihi. E Podolia. Herb. W. Besser»).

Наводячи вид для «Флори УРСР», Д.М. Доброчаєва (1954) висунула припущення щодо прина-

лежності *S. pikoviensis* до ряду *Crenatae* A. Rojark., з широким ареалом (Східна Європа, Кавказ, Сибір, Середня та Центральна Азія (Монголія, Західний Тибет), а значна його диз'юнкція з близькими видами може свідчити про давній тип і реліктовість *S. pikoviensis*. Вона, як пізніше і Б.В. Заверуха (1985), заперечували гібридогенне походження *S. pikoviensis*, в утворенні якого могли брати участь *S. media* Schmidt і *S. crenata* L. Вони вважали, що описаний В. Бессером таксон є самостійною видою одиницею, оскільки ознак, властивих *S. media*, у *S. pikoviensis* не спостерігається. Проте порівняльний аналіз нуклеотидної послідовності ITS1-5,8S-ITS2 кластера ядерних рибосомальних генів, отриманих із рослин, зібраних у Кременецьких горах Тернопільської обл., звідки вид також наводиться з сиквенсами інших видів роду *Spiraea* (*S. media* L., *S. trichocarpa* Nakai, *S. prunifolia* Siebold & Zucc., *S. thunbergii* Sieber ex Blume, *S. crenata*, які належать до однієї секції *Chamaedryon* Ser.), що містяться в базі даних NCBI, показав: рослини з дослідженої популяції є все-таки найближчими до *S. media* (Belemets, Fedoronchuk, Karpenko, Kostikov, 2014).

Видовий статус *S. pikoviensis* визнала також В.М. Гладкова (2001). Дослідниця підтверджує її близькість до *S. crenata*, від якої вона відрізняється відсутністю опушення і більшими пелюстками. Нині це доволі рідкісний вид, який міг вичленитися з архаїчного типу *Praecrenata* s. l., що в минулому мав широкий східноєвропейсько-середньоазійсько-монгольський ареал, пов'язаний переважно з північним крилом Давнього Середзем'я (Zaverukha, 1985). Вид дуже близький до описаного Д.М. Доброчаєвою (1954) з північно-східних лісостепових районів східної частини України (Луганська обл.) *S. litwinowii* Dobroc. (голотип: «Нов[о] Олександрівський кін[ний] завод Євсузького р-ну Ворошиловградської обл. УРСР. Схили байрачного ліса. 11.06.1936. Барбарич А.І. і Денчик В.П.» (KW)). Останній, без сумніву, має такі ж генетичні корені, як і *S. pikoviensis*, а відрізняється від нього наявністю трьох поздовжніх жилок на всіх листках неплідних пагонів, голими листянками і тупими на верхівці чашолистками, тоді як у *S. pikoviensis* лише 2—3 нижніх листочки неплідних пагонів із трьома поздовжніми жилками, а решта — з однією середньою жилкою і 2—3 парами бокових, листянки з червоного боку розсіяно опушені, а чашолистки на верхівці загострені.

Після виходу «Флори УРСР» (т. 6, 1954) у літературі з'явилися вказівки на ймовірне знаходження *S. pikoviensis* в інших помезив'ях щодо місця опису виду. Нині за літературними даними (Zaverukha, 1985) та гербарними зборами *S. pikoviensis*, окрім *locus classicus*, наводиться також для Тернопільської (Кременецькі гори: г. Божа, г. Страхова, г. Свята), Хмельницької (окол. м. Кам'янець-Подільського, ур. «Чотири кавалери») та Житомирської (Великошумські скелі, над р. Гнилоп'ять) областей. У 2012 р. нами підтверджено наявність рослин, подібних до *S. pikoviensis* на Кременецьких горах (г. Страхова, г. Дівочі скелі) та на Великошумських скелях над р. Гнилоп'ять, але лаконічний першоопис і брак типових гербарних матеріалів не давали впевненості в правильній ідентифікації цих зразків. Тому було вкрай важливо віднайти місце *locus classicus* в природі.

У 2012 р. ми провели детальні пошуки *S. pikoviensis* в околицях с. Пиківська Слобідка, звідки, за Д.М. Доброчаєвою, описано вид, але характерних для видів роду *Spiraea* місцезростань (виходи гранітів або вапнякових скель) там не виявили. У 2015 р. відновили пошук виду, врахувавши наші та попередніх дослідників помилки, і всі зусилля зосередили на віднайденні типових екоотпів (гранітних виходів або крейדיяних відслонень) в околицях с. Пиків. За допомогою місцевого лісника В.І. Корнійчука ми знайшли невелику популяцію *S. pikoviensis*, яку відвідали двічі — 10.05. і 24.06.2015 р. Знаходиться вона на північному заході від с. Пиків (звідки й описано вид), на надзаплавній терасі р. Снивода, в урочищі «Пиківська дача» (квартал 46; координати: N 49°33'593''; E 28°19'043'', висота 243 м над р.м.) Козятинського лісництва Хмельниківського лісгоспу, на невисокому освітленому гребені (плато), покритому степовою рослинністю, з виступами плескатих гранітних валунів. Місцезростання (*locus classicus*) *Spiraea pikoviensis* займає невелику ділянку (близько 0,5 га) з мікрохвилястим рельєфом, на галявині хвойношироколистяного лісового масиву.

### Об'єкти та методи досліджень

На галявині розміром 30 x 50 м, де зростає *S. pikoviensis*, за допомогою GPS були зафіксовані крайні точки, виконано проміри між ними та оконтурено межі. Складено схему розташування куртин досліджуваного виду та скельних (гранітних) плит, де формуються розріджені ксерофітні угруповання,

що візуально добре виділяються. Проміжки між цими куртинами (ділянками) займають трав'янисті угруповання з домінуванням *Arrhenatherum elatius* (L.) J. Presl & C. Presl. Слід зауважити, що розташування угруповань вказувалося без відповідного інструментарію, тому такий розподіл є доволі схематичним.

У межах галявини проведено геоботанічні описи кожної з 5 куртин (10 травня та 24 червня 2015 р.), а також описи трав'яних, лісових і скельних угруповань. Вони здійснені в межах самої галявини і поза нею, що дає уявлення про закономірності розподілу ценозів. Зроблені нами геоботанічні описи ідентифіковані стосовно чинної синтаксономічної класифікації.

Усього виконано 10 геоботанічних описів (5 із повторами), які занесені до бази TURBOVEG й оброблені за допомогою програм TWINSPAN і Statistica-7. Для оцінки умов зростання використано методику синфітоіндикації (Didukh, 2011, 2012), що відображає розподіл ценозів за 12 основними екофакторами у бальній шкалі. З метою визначення ліміту бальних меж екофакторів застосовано методику непрямой ординації, а також побудовано дендрограму, яка відображає ступінь подібності ценозів за сукупністю екофакторів. На основі оцінки крайніх значень ценозів із *S. pikoviensis* побудовано діаграму, що характеризує еконішу даного виду.

## Результати досліджень та їх обговорення

### Еколого-ценотична характеристика

За геоботанічним районуванням досліджувана територія знаходиться у Лісостеповій зоні Північно-Правобережнопридніпровського геоботанічного округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених луків і лучних степів (Didukh, Shelag-Sosonko, 2003) або за фізико-географічним районуванням — у Північно-Західній Придніпровській височинній області (Magyuscz, Parkhomenko, Petrenko, Shyschenko, 2003), на її північно-західній межі. Це дещо піднята місцевість (200—250 м над р.м.) із злегка хвилястим рельєфом. Природний покрив дуже змінений, порушений і фрагментований. Від річкових заплавл р. Снивода та її приток надзаплавна тераса, складена легкими піщаними акумулятивно-еоловими відкладами, поступово підвищується. Тут спостерігаються виходи Українського кристалічного щита у вигляді невисоких (до кількох метрів) плескатих підвишень, що добре фіксу-

ються в зміні рослинного покриву. На акумулятивних піщаних відкладах формуються угруповання all. *Agrostion vinealis* Sipailova, Mirkin, Shelyag et V. Solomakha 1985, ass. *Festuco valesiacae-Agrostidetum vinealis* Shelyag, Sipailova, V. Solomakha et Mirkin 1985, а на виходах кристалічних порід — cl. *Sedo-Scleranthetea* (ord. *Festuco-Sedetalia* R. Tx. 1950, all. *Thymo pulegioides-Sedion sexangulare* Didukh, Kontar, 1998; ass. *Artemisio austriaci-Teucrietum chamaedrycis* Didukh, Kontar, 1998). Наступна тераса складена суглинистими малопотужними лесами, в які вклинюються кристалічні породи. На лесах акумулюються змиті сипі чи опідзолені чорноземні ґрунти, де формуються лучні та лучно-степові угруповання ord. *Arrhenateretalia* (all. *Trifolion montani* Naumova 1986 ass. *Poetum angustifoliae* (Domin 1943) *Shelyag-Sosonko* et al. 1986 subass. *Arrhenatherosum elatioris* Kuzemko 2009) і ord. *Festucetalia* (all. *Fragario viridis-Trifolion montani* Korotchenko, Didukh, 1997, ass. *Medicago romanicae-Poetum angustifoliae* Tkachenko, Movchan et V. Solomakha 1987), а на кристалічних плитах, вкритих дрібним щебенем, — cl. *Sedo-Scleranthetea* (ass. *Artemisio austriaci-Teucrietum chamaedrycis* Didukh, Kontar, 1998), що переходять у щільні кристалічні плити.

Подібний характер приурочення спостерігається і щодо лісової рослинності, яка тут доволі трансформована і представлена штучними насадженнями. На піщаних відкладах зростають *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth (= *B. verrucosa* Ehrh.), *Populus tremula* L., а на сірих лісових ґрунтах серед штучних посадок сосни другий ярус формує *Carpinus betulus* L. з участю *Fraxinus excelsior* L., *Acer platanoides* L., *Cerasus avium* (L.) Moench, під наметом яких зростають *Pyrus communis* L., *Malus sylvestris* (L.) Mill. З кушів відзначено *Crataegus × kyrtostyla* Fingerh. [= *C. fallacina* Klokov], а на галявинах — зарості *Prunus spinosa* L., поодинокі — *Rosa dimorpha* Besser.

Трав'яний покрив не має характерних лісових видів, а представлений нетиповими нітрофілами (*Chelidonium majus* L., *Impatiens parviflora* DC., *Geranium robertianum* L.). Хоча раніше тут і буяли грабові ліси, але значні площі були відкритими. В таких умовах могла зростати *Spiraea pikoviensis*, тоді як нині ці місця заросли густим мішаним лісом, і досліджувана популяція збереглася лише, як уже згадувалося, на невеликій галявині.

Антропогенне порушення цієї місцевості зумовлене залишками окопів, бліндажів (можливо, ще з

часів Першої світової війни), які тягнуться через увесь лісовий масив. Раніше також функціонували кар'єри з видобутку кристалічних порід (граніту). Тому значні площі цієї території були відкритими, пізніше їх заліснили сосною. Усе це свідчить про те, що майже за 200 років від часу відкриття А. Анджейовським й описання В. Бессером *S. pikoviensis* тут суттєво скоротилися можливі для існування даного виду біотопи. Крім згаданої ділянки, ми позначили лише кілька місць, кожне з декілька десятків квадратних метрів, де розглядуваний вид можна було б репатріювати. Нині в зоні надзаплавної тераси виходи кристалічних порід спостерігаються й на відкритих ділянках поза межами лісового масиву, однак такі умови вже несприятливі для зростання *S. pikoviensis*, до того ж тут ведеться інтенсивний випас.

### Характеристика еконіші *Spiraea pikoviensis*

Оцінка еконіші передбачає характеристику її біоморфологічних та еколого-ценотичних властивостей, що дає змогу виду адаптуватися в екоспросторі відповідного біотопу та конкурувати з іншими видами (Didukh, 2014).

За біоморфою *S. pikoviensis* — кущ, нанофанерофіт, заввишки 60–80 см. У ценотичному плані це досить потужний едифікатор, що формує щільні зарості, з високим відсотком проективного покриття. Загалом рослини добре вегетують, квітнуть і плодоносять.

Виявлена популяція *S. pikoviensis* представлена окремими локусами густого «плетива» вегетативних пагонів кореневої порослі, щільність якої іноді сягає 80–85 %, з товстим моховим покривом, без помітного насінневого підросту. На час першого відвідування місцезростання *S. pikoviensis* (10.05.2015 р.) спостерігалось масове цвітіння рослин. Узяті для аналізу плоди (сім'янки), що залишилися з минулого року та висіяні в ґрунт у Ботанічному саду імені О.В. Фоміна, дали високий відсоток схожості. Проте за природних умов насінневе поновлення відсутнє, цьому перешкоджають щільний моховий покрив і товста підстилка з різнотрав'я. Однак популяція перебуває в задовільному стані, лише на її периферійних частинах зафіксоване пригнічення рослин *S. pikoviensis* навколишніми деревами та кущами.

Популяція *S. pikoviensis* існує у вигляді шести локальних куртин, діаметром до 10 метрів кожна (рис. 1).

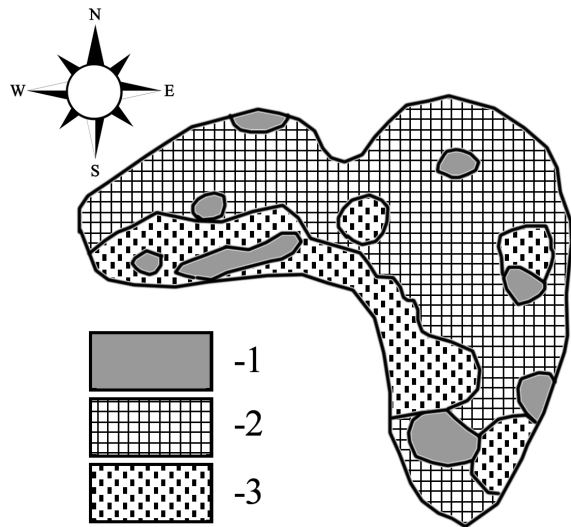


Рис. 1. Схема розміщення локусів *Spiraea pikoviensis* на лісовій галявині. Умовні позначення: 1 — виходи гранітів; 2 — трав'яні угруповання з домінуванням *Arrhenatherum elatius*; 3 — зарості *S. pikoviensis*

Fig. 1. Scheme of loci placement of *Spiraea pikoviensis* on the forest glade. Legend: 1 — granite outcrops; 2 — herbal communities with dominant *Arrhenatherum elatius*; 3 — thicket of *S. pikoviensis*

На цій галявині близько до поверхні підходять кристалічні породи, тому вона не була заліснена. Тут проявляється «ефект вікна», коли оточена лісом галявина заростає чагарниками (*S. pikoviensis*, *Prunus spinosa*, *Chamaecytisus ruthenicus* Fisch. ex Wolf.) Klásková). Трав'яний покрив розріджений: домінують *Arrhenatherum elatius* (10–25 %), *Galium verum* L. (3–4) з участю *Poa angustifolia* L. (3), *Fragaria viridis* Duchesne (3), *Euphorbia cyparissias* L. (5), *Filipendula vulgaris* Moench (3–5), *Veronica incana* L. [= *Pseudolysimachion incanum* (L.) Holub] (1), *V. chamaedrys* L. (2–4), *Asperula cynanchica* L., *Thymus pannonicus* All. [= *Th. marschallianus* Willd.], поодинокі трапляються *Trifolium montanum* L., *T. alpestre* L., тому їх можна розглядати як екотонні між ас. *Carici praecocis*–*Thymetum marschalliani* та союзом *Arrhenatheretion elatii*, місцями формується моховий покрив із *Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch. Ці угруповання належать до союзу *Prunion fruticosae* R. Tx. 1952. У заростях накопичується потужна підстилка (понад 10 см). Останнє свідчить про те, що тут відсутні випас і випалювання, до яких *S. pikoviensis* є доволі чутливою. Чагарникові зарості змінюються трав'яними угрупованнями, де хоч і домінує *Arrhenatherum elatius*, але загалом флору формують лучно-степові види: *Festuca valesiaca*

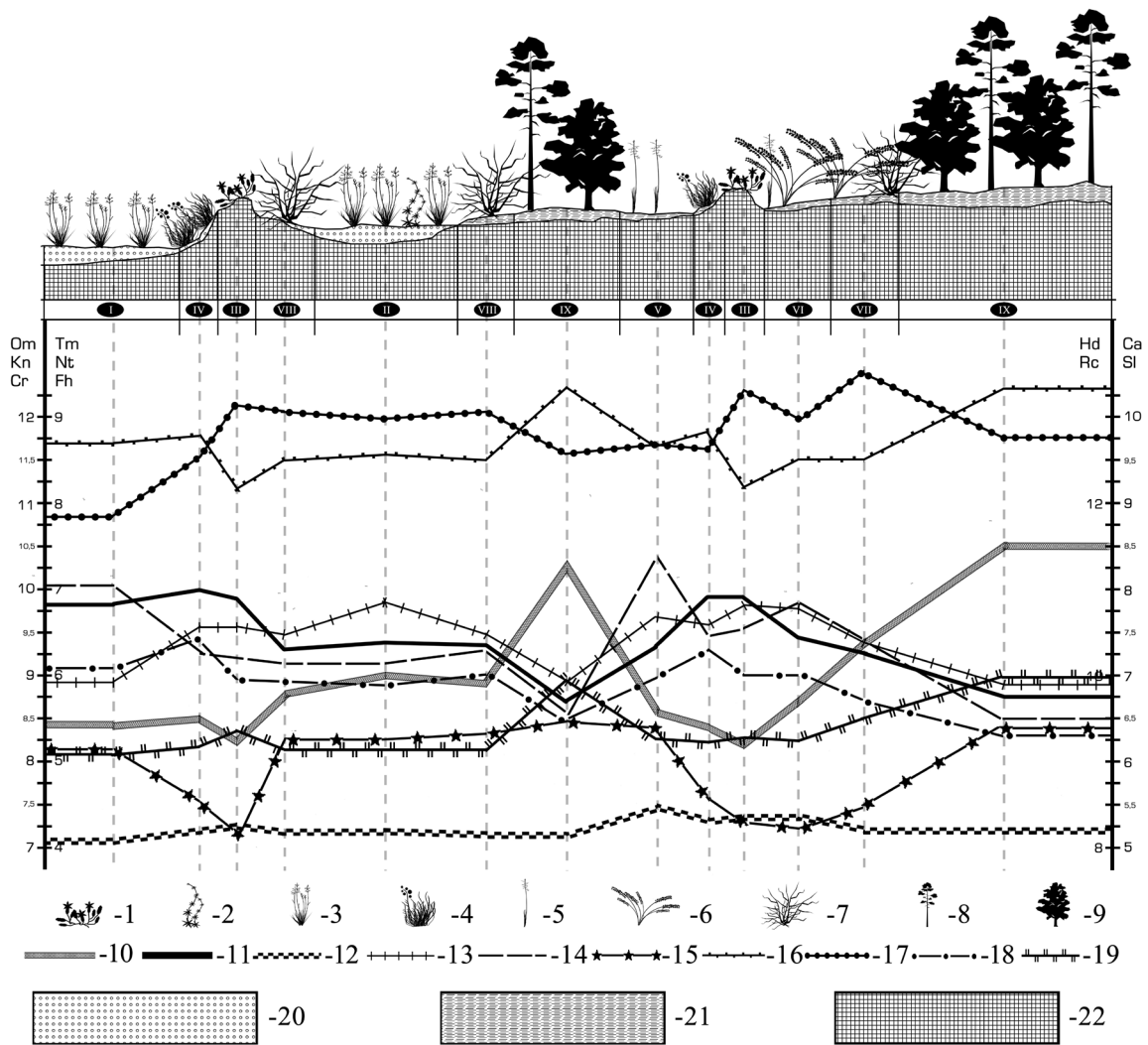
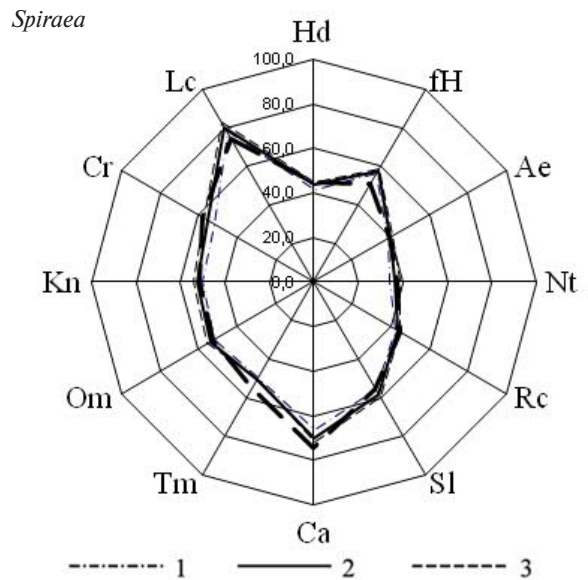


Рис. 2. Еколого-ценотичний профіль катени лівого берега р. Снивода за участю *Spiraea pikoviensis*. Умовні позначення: **види рослин**: 1. *Sedum acre*; 2. *Galium verum*; 3. *Agrostis vinealis*; 4. *Festuca valesiaca*; 5. *Arrhenatherum elatius*; 6. *Spiraea pikoviensis*; 7. *Prunus spinosa*; 8. *Pinus sylvestris*; 9. *Carpinus betulus*; **фактори**: 10 — вологість ґрунту (Hd), 11 — змінність зволоження (Fh), 12 — кислотність ґрунту (Rc), 13 — сольовий режим (SI), 14 — вміст карбонатів (Ca), 15 — мінеральні форми азоту (Nt), 16 — термоклімат (Тm), 17 — омброклімат (Om), 18 — континентальність клімату (Kn), 19 — криоклімат (Cr); **ґрунти**: 20 — акумулятивні лучні піщані, 21 — опідзолені сірі лісові, 22 — виходи кристалічних порід; **угруповання**: I — *Festuco valesiaca*-*Agrostidetum vinealis* (домінуючі *Festuca rubra*, *F. valesiaca*, *Agrostis vinealis*); II — *Festuco valesiaca*-*Agrostidetum vinealis* (домінуючі *Galium verum*, *Agrostis vinealis*); III — угруповання з домінуванням *Racomitrium canescens*, *Sedum acre*; IV — *Thymo pulegioides*-*Sedion sexangulare* (домінуючі *Festuca valesiaca*, *Sedum acre*); V — *Poetum angustifoliae* в комплексі з *Fragario viridis*-*Trifolium montani*, ass. *Medicago romanicae*-*Poetum angustifoliae* (домінуючий *Arrhenatherum elatius*); VI — угруповання з домінуванням *Spiraea pikoviensis* з *Arrhenatherum elatius*; VII — угруповання з домінуванням *Prunus spinosa*, *Spiraea pikoviensis*; VIII — угруповання *Prunus spinosae*; IX — насадження *Pinus sylvestris* з участю *Carpinus betulus* і нітрофільного різнотрав'я

Fig. 2. Ecosoenotic profile of the catena on the left bank of the river Snyvoda involving *Spiraea pikoviensis*. Legend: **species**: 1. *Sedum acre*; 2. *Galium verum*; 3. *Agrostis vinealis*; 4. *Festuca valesiaca*; 5. *Arrhenatherum elatius*; 6. *Spiraea pikoviensis*; 7. *Prunus spinosa*; 8. *Pinus sylvestris*; 9. *Carpinus betulus*; **factors**: 10 — soil humidity (Hd), 11 — variability of damping (Fh), 12 — soil acidity (Rc), 13 — total salt regime (SI), 14 — carbonate content in soil (Ca), 15 — nitrogen content in soil (Nt), 16 — thermal climate (Tm), 17 — ombroregime (Om), 18 — climate continentality (Kn), 19 — cryoclimate (Cr); **soils**: 20 — accumulative meadow sandy soil, 21 — podzolized gray forest soils, 22 — outcrops of crystalline rocks; **plant communities**: 1 — *Festuco valesiaca*-*Agrostidetum vinealis* (dom. *Festuca rubra*, *F. valesiaca*, *Agrostis vinealis*), II — *Festuco valesiaca*-*Agrostidetum vinealis* (dom. *Galium verum*, *Agrostis vinealis*), III — communities *Racomitrium canescens*, *Sedum acre*, IV — *Thymo pulegioides*-*Sedion sexangulare* (dom. *Festuca valesiaca*, *Sedum acre*); V — *Trifolium montani*, ass. *Poetum angustifoliae* in complex with *Fragario viridis*-*Trifolium montani*, ass. *Medicago romanicae*-*Poetum angustifoliae* (dom. *Arrhenatherum elatius*), VI — dom. *Spiraea pikoviensis* with *Arrhenatherum elatius*, VII — dom. *Prunus spinosa*, *Spiraea pikoviensis*, VIII — *Prunus spinosae*, IX — planting of *Pinus sylvestris*, with *Carpinus betulus* and nitrophilous grasses.

Рис. 3. Графічне зображення еконіші *Spiraea pikoviensis* за провідними екофакторами (у % до відповідних бальних шкал): умовні позначення (див. рис. 2): Hd — максимум 23 бали, fH — 11, Ae — 15, Nt — 11, Rc — 15, Sl — 19, Ca — 13, Tm — 17, Om — 23, Kn — 17, Cr — 1, Lc — освітленість (9 балів); 1 — мінімальні, 2 — середні, 3 — максимальні значення

Fig. 3. Graphic representation of econeche by major ecofactors for *Spiraea pikoviensis* (as a percentage to corresponding larger scales). Legend: (Fig. 2). Hd — soil humidity (max. 23 points), fH — variability of moisture (11), Ae — aeration of soil (15), Nt — content of mineral forms of nitrogen (11), Rc — soil acidity (15), Sl — salt content in soil (19), Ca — carbonate content in soil (13), Tm — thermoregime (17), Om — ombroregime (23), Kn — climate continentality (17), Cr — crioclimat (15), Lc — luminosity (9); 1 — minimum value, 2 — mean value, 3 — maximum value



Gaudin (5–10), *F. rubra* L. (1), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (5–7), *Poa angustifolia* (3), *Agrostis vinealis* Schreb. (1), *Dactylis glomerata* L. (1); *Chamaecytisus ruthenicus* (5), *Trifolium alpestre* та *T. montanum* (поодинокі); з осок — *Carex praecox* Schreb. (5); з різнотрав'я — *Fragaria vesca* L. (5), *Potentilla argentea* L. (5), *P. arenaria* Borkh. (4–7), *Filipendula vulgaris* (3–5), *Cerastium arvense* L. (5), *Galium verum* (3–4), *Euphorbia cyparissias* (5), *E. sequieriana* Neck. (поодинокі), *Veronica chamaedrys* (2–4), *V. dillenii* Crantz (1–3), *V. incana* (1), *Viola tricolor* L. [= *V. matutina* Klokov] (2–3), *Achillea millefolium* L. (1–3), *Oreoselinum nigrum* Delarb. [= *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench] (1), *Galeopsis tetrahit* L. (1), *Hylotelephium maximum* (L.) Holub. (= *Sedum telephium* (L.) (1 — по окраїнах гранітних валунів), *Viscaria viscosa* (Scop.) Asch. (1); зрідка трапляються також *Iris hungarica* Waldst. & Kit., *Thalictrum minus* L., *Strophostoma sparsiflora* (J.C. Mikan ex Pohl) Turcz. [= *Myosotis sparsiflora* J.C. Mikan ex Pohl], *Ranunculus auricomus* L., *Geum urbanum* L., *Taraxacum officinale* Webb. ex Wigg. aggr., *Viola hirta* L., *Ajuga reptans* L., *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. Добре виражений моховий покрив представлений *Racomitrium canascens* (Hedw.) Brid. (тут він домінує, особливо на виходах гранітів), *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp., *Pladiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J. Кор., *Abietinella abietina*, *Polytrichum juniperinum* Hedw., *P. piliferum* Hedw.

По периферії кам'яних плит травостій розріджується, домінує *Festuca valesiaca*, *Sedum acre* L., а в центрі формуються плями з мохів — *Racomitrium*

*canascens*, *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. Розподіл рослинних угруповань досліджуваної території стосовно зміни показників екофакторів показано на еколого-ценотичному профілі (рис. 2).

Профіль відображає розподіл угруповань від надзапальної тераси до плакору і, відповідно, коливання показників основних екофакторів.

Оцінка кількісних показників екофакторів та еколого-ценотичних характеристик свідчить про те, що *S. pikoviensis* зростає в екотонних умовах узлісь, характеризується вузькою еколого-ценотичною амплітудою (таблиця), але дуже близькою до такої іншого рідкісного виду — *S. polonica* Błocki (Fedoronchuk, Belemets, Volutsa, 2013) (рис. 3).

Через надмірну товщину мохового покриву та трав'яної підстилки рослини *S. pikoviensis* не відновлюються насіннєвим шляхом, що засвідчує погіршення умов для їх активного розвитку. Лімітувальними факторами є також затінення високим деревостаном і повна відкритість місцевості, де проводиться випас або випалювання, що спостерігається поза межами лісового масиву. Ці характеристики можуть розглядатися як загрози існуванню виду, поведінка якого вписується в теорію витіснення реліктів (Didukh, 1988). Унікальність *S. pikoviensis* проявляється в таких показниках: популяція у вигляді невеликого локалітету, площа якого скорочується, особливості характеру самопідтримання популяції, відтворення та функціонування ценозу, вузька еколого-ценотична амплітуда, практична відсутність місць для репатріації,

Значення (в балах) і характеристики *Spiraea pikoviensis* стосовно шкали провідних екофакторів

Фактори												
	Hd	fH	Ae	Nt	Rc	Sl	Ca	Tm	Om	Kp	Cr	Lc
min	9,5	6,2	5,7	5,1	8,0	7,2	7,3	8,5	11,9	8,5	7,8	7,0
x	10,0	6,3	5,9	5,4	8,2	7,5	7,7	8,5	12,2	8,8	8,3	7,2
max	10,4	6,4	6,1	5,8	8,5	7,8	7,9	8,6	12,7	9,2	8,5	7,5
max-min	0,8	0,3	0,3	0,7	0,4	0,6	0,6	0,1	0,9	0,7	0,8	0,5
Характеристики	Субмезофіт-Мезофіт	Гемідроконтрастофіт	Субаерофіл-Геміаерофоб	Гемітрофіл	Нейтрофіл	Семіевтроф	Акарбонатофіл	Субмезотерм	Субомброфіт	Геміконтинентал	Гемік्रीофіт	Субтеліофіт

обмеженість агентів перенесення насіння (через лісове оточення) тощо. За розробленими нами критеріями оцінки ризиків втрат (Didukh, 2014) такий ризик є наймовірно високим — понад 80%. Біотопи з цим показником належать до I класу — дуже рідкісні. За класифікацією IUCN *S. pikoviensis* ми відносимо до категорії CR (загрожуваний вид), який потребує особливих комплексних заходів щодо його охорони.

І хоча візуальні спостереження показали, що популяція нині перебуває в задовільному стані (поки що відсутній суттєвий антропогенний вплив), але для її збереження в подальшому необхідно запровадити заповідний режим, надавши цій території природоохоронного статусу. Однак формального дотримання такого режиму недостатньо для подальшого підтримання стану цієї унікальної популяції, необхідна її активна охорона. Тому для збереження популяції *S. pikoviensis* потрібно вжити низку невідкладних заходів. Насамперед слід запобігти заростанню галявини деревами та кущами, регулярно здійснювати проріджування та вести спостереження за цим рідкісним видом, не допускаючи корінних змін місцезростання. Адже основна причина зникнення видів — це зміна їхніх біотопів. Яскравим прикладом є *Armeria pocutica* Pawł., *Heliosperma arcanum* Zapał., *Primula farinosa* L., які зникли внаслідок докорінних змін їхніх місцезростань (Fedoronchuk, Belemets, Volutsa, 2013).

### Висновки

Таким чином, уперше віднайдено місцезростання (locus classicus) *Spiraea pikoviensis*, яке тривалий час вважалося зниклим. Майже за 200 років, що минули від часу опису виду, стан його популяції виявився хоча й відносно задовільним, але обсяги популяції незначні, що пояснюється суттєвим антропогенним впливом на неї упродовж двох століть.

Віднайдена популяція рідкісного виду *S. pikoviensis* належить до категорії CR (загрожуваний) і, беззаперечно, потребує охорони (насамперед як locus classicus).

Пропонується:

1. Надати вказаній місцевості статусу пам'ятки природи державного значення.
2. Запровадити моніторинг і режим охорони популяції, що передбачає розширення площі галявини, вирубування прилеглих заростей *Prunus spinosa* та самосіву дерев на галявині.
3. Для збереження генетичного матеріалу запровадити культивування рослин у колекціях ботанічних садів із подальшою репатріацією у відповідні місця, зокрема, по узліссях вказаного масиву, на аналогічних ділянках регіону.
4. Отриману інформацію слід використати у наступному виданні «Червоної книги України».

Автори висловлюють подяку лісникові В.І. Корнійчуку за сприяння у пошуку *Spiraea pikoviensis*, канд. біол. наук В.М. Вірченку — за допомогу у визначенні видів мохів і провідному інженерові Є.О. Польовому — за підготовку ілюстративного матеріалу.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Belemets N.M., Fedoronchuk M.M., Karpenko N.I., Kostikov I.Yu. *Introduktsia, zbereshennja ta monitorynh roslynnoho riznomanittja: materialy nauk. konf. do 175-riczczja Botan. sadu im. O.V. Fomina Kyiv. nats. un-tu im. T. Shevchenka (20—24 travnja 2014 r., Kyiv, Ukraina)*, 2014, pp. 126—127 [Белемєць Н.М., Федорончук М.М., Карпенко Н.І., Костіков І.Ю. Молекулярно-генетичні дослідження популяції *Spiraea pikoviensis* Besser (*Rosaceae*) з Кременецьких гір (Тернопільська обл.) // *Інтродукція, збереження та моніторинг рослинного різноманіття: мат-ли наук. конф. до 175-річчя Ботан. саду ім. О.В. Фоміна Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка (20—24 травня 2014 р., Київ)*. — К.: Паливода А.В., 2014. — С. 126—127].



- Besser W. *Enumeracio plantarum hucusque in Volhynia, Podolia, gub. Kioviensi, Bessarabia cis Thyraica et circa Odesam collectarum simul cum observationibus in Primitiis Florae Galiciae Austriacae*. Vilnae, 1822, p. 111.
- Didukh Ya.P. *Botan. zhurn.*, 1988, **73**(12), pp. 1686—1698 [Дидух Я.П. Эколого-ценотические особенности поведения некоторых реликтовых и редких видов в свете теории отеснения реликтов // *Ботан. журн.* — 1988. — **73**(12). — С. 1686—1698].
- Didukh Ya.P. *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*, Kyiv: Phytosociocentre, 2011, 176 p.
- Didukh Ya.P. *Osnovy bioindykatsii*, Kyiv: Nauk. Dumka, 2012, 344 p. [Дидух Я.П. *Основи біоіндикації*. — К.: Наук. думка, 2012. — 344 с.].
- Didukh Ya.P. *Naukovi zapysky NaUKMA. Biologia ta Ekologia*, 2012, **132**, pp. 41—48 [Дидух Я.П. Сучасні уявлення про еконишу і підходи до її оцінки // *Наук. записки НаУКМА. Біологія та екологія*. — 2012. — **132**. — С. 41—48].
- Didukh Ya.P. *Naukovi zapysky NaUKMA. Biologia ta Ekologia*, 2014, **132**, pp. 54—60 [Дидух Я.П. Оцінка стійкості та ризиків втрати екосис- тем // *Наук. записки НаУКМА. Біологія та екологія*. — 2014. — **132**. — С. 54—60].
- Didukh Ya.P., Shelag-Sosonko Yu.R. *Ukr. botan. zhurn.*, 2003, **60**(1), pp. 6—17 [Дидух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботаничне районування України та суміжних територій // *Укр. ботан. журн.* — 2003. — **60**(1). — С. 6—17].
- Dobroczaeva D.M. *Spiraea*. In: *Flora URSS (Flora RSS Ucr.)*, Kyiv: AN URSS, vol. 6, pp. 9—23 [Добро-чаева Д.М. Рід Таволга — *Spiraea* L. // *Флора УРСР*. — К.: Вид-во АН УРСР, 1954. — Т. 6. — С. 9—23].
- Fedoronchuk M.M. *Ukr. botan. zhurn.*, 2007, **64**(4), pp. 520—525 [Федорончук М.М. Види судинних рослин, описаних з території України, їх типіфікація та критичний аналіз: родина *Rosaceae* Juss. (роди *Amygdalus* L., *Cerasus* Mill., *Cotoneaster* Medik., *Prunus* L., *Pyrus* L., *Sorbus* L., *Spiraea* L.) // *Укр. ботан. журн.* — 2007. — **64**(4). — С. 520—525].
- Fedoronchuk M.M., Belemets N.M., Volutsa O.D. *Ukr. botan. zhurn.*, 2013, **70**(2), pp. 164—167 [Федорончук М.М., Белемець Н.М., Волуца О.Д. Рідкісні види роду *Spiraea* L. (*Rosaceae*) та стан їх охорони // *Укр. ботан. журн.* — 2013. — **70**(2). — С. 164—167].
- Gladkova V.N. *Spiraea*. In: *Flora Vostochnoi Evropy (Flora Europae Orientalis)*, St. Petersburg: Mir i Semiya, 2001, vol. 10, pp. 319—326. [Гладкова В.Н. Род Спирея, Таволга — *Spiraea* // *Флора Восточной Европы*. — СПб.: Мир и Семья, 2001. — Т. 10. — С. 319—326].
- Marynycz O.M., Parkhomenko G.O., Petrenko O.M., Shyschenko P.G. *Ukr. geogr. zhurn.*, 2003, **1**, pp. 16—21 [Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М., Шищенко П.Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України // *Укр. геогр. журн.* — 2003. — **1**. — С. 16—21].
- Zaverukha V.V. *Flora Volyno-Podolii i eye analiz*, Kiev: Naukova Dumka, 1985, 192 p. [Заверуха В.В. *Флора Волино-Подолії та її генезис*. — Киев: Наук. думка, 1985. — 192 с.].

Рекомендує до друку  
Д.В. Дубина

Надійшла 13.08.2015 р.

Федорончук<sup>1</sup> Н.Н., Дидух Я.П.<sup>1</sup>, Белемець Н.М.<sup>2</sup>  
**Найденная популяция (locus classicus) редкого вида *Spiraea pikoviensis* (Rosaceae) и ее эколого-ценотическая характеристика.** — *Укр. ботан. журн.* — 2015. — **72**(5): 454—461.

<sup>1</sup>Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины

ул. Терешенковская, 2, г. Киев, 01004, Украина

<sup>2</sup>Ботанический сад имени акад. А.В. Фомина, УНЦ

«Институт биологии» Киевского национального

университета имени Тараса Шевченко

ул. Симона Петлюры, 1, г. Киев, 01601, Украина

Подтверждено произрастание собранного в 1816 г. А. Анджейовским возле с. Пиков Калиновского р-на Винницкой области и описанного в 1822 г. В. Бессером *Spiraea pikoviensis* Besser; локалитет сохранился на небольшой (до 0,5 га) поляне. Показано современное состояние микропопуляции, на основе методики синфитоиндикации оценены эколого-ценотические условия ее произрастания. По классификации IUCN данный вид относится к категории CR (критически подверженный угрозе), с высоким риском уничтожения биотопа и потери популяции. Предложены мероприятия по активной защите, охране популяции и репатриации вида.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** *Spiraea pikoviensis*, популяция, locus classicus, эколого-ценотические условия, экониша, синфитоиндикация, охрана.

Fedoronchuk M.M.<sup>1</sup>, Didukh Ya.P.<sup>1</sup>, Belemets N.M.<sup>2</sup>

**The locus classicus population of a rare species, *Spiraea pikoviensis* (Rosaceae), and its ecological-coenotic characteristics.** — *Ukr. Bot. J.* — 2015. — **72**(5): 454—461.

<sup>1</sup>M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine

2, Tereshchenkivska Str., Kyiv, 01004, Ukraine

<sup>2</sup>O.V. Fomin Botanical Garden ESC «Institute of Biology»

Taras Shevchenko Kyiv National University

1, Simon Petlura Str., Kyiv, 01601, Ukraine

A population of *Spiraea pikoviensis* Besser on a small (0.5 ha) forest glade near village Pykov, Kalynovka District, Vinnytsia Region, where A. Andrzejowski in 1816 collected a specimen of this species described by W. Besser in 1822, was observed. Based on the methodology of synphytoindication, the modern state of the micropopulation is described and the ecological-coenotic growing conditions are evaluated. According to the IUCN classification, this species belongs to the CR (Critically Endangered) category due to high risk of the habitat destruction and population loss. Conservation measures for the population and species restoration are proposed.

**К е у w o r d s:** *Spiraea pikoviensis*, population, locus classicus, ecological-coenotic peculiarities, ecological niche, synphytoindication, conservation.

О.М. ПОПОВА, С.Ю. РОГОЗІН

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65082, Україна  
e\_popova@ukr.net

## НОВЕ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ РІДКІСНОГО ВИДУ *IRIS PONTICA* (*IRIDACEAE*) НА ПРИЧОРНОМОРСЬКІЙ НИЗОВИНІ ТА СТАН ЙОГО ПОПУЛЯЦІЇ

Попова О.М., Рогозін С.Ю. Нове місцезнаходження рідкісного виду *Iris pontica* (*Iridaceae*) на Причорноморській низовині та стан його популяції. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 462—467.

У Березівському районі Одеської області знайдено новий локалітет *Iris pontica* Zapał., занесеного до «Червоної книги України». Він лежить у межах Причорноморської низовини і є найпівденнішим у межиріччі Дністер—Дніпро. Ценопопуляція виду займає площу близько 90 м<sup>2</sup>. Вона входить до складу різнотравно-типчакового угруповання, в якому виявлено 58 видів квіткових рослин із 22 родин, зокрема п'ять видів із «Червоної книги України». За часткою синантропних видів цей фітоценоз є слабосинантропізованим. Популяція сформована 37-ма куртинами розміром від 15 до 90 см у діаметрі (в середньому — 50–60 см). Виявлено, що водночас із партикуляцією починається омолодження клонів, і зі збільшенням віку клону цей процес посилюється. За віковим спектром популяція є нормальною та відповідає особливостям, характерним для великого життєвого циклу рослин із невизначено тривалим онтогенезом. Загалом стан популяції виду задовільний, незважаючи на помітний антропогенний тиск.

К л ю ч о в і с л о в а: *Iris pontica*, флористична знахідка, рідкісний вид, Причорноморська низовина, Одеська область

*Iris pontica* Zapał. (*I. humilis* M. Bieb. 1808, non Georgi 1775; *I. humilis* var. *pontica* (Zapał.) Prodan; ?*I. marschalliana* Bobrov) — понтійський степовий вид із диз'юнктивним ареалом (Krytska et al., 2009). За межами України зростає в Румунії (Irimia, Mânzu, 2013), Молдові (Vitko, Negru, 2001; Shaganovskaya, 2009) та Передкавказзі; в Україні виявлений на північній межі ареалу (Krytska et al., 2009). Існує думка про неідентичність *I. pontica* Zapał. та *I. marschalliana* Bobrov (Fomin, Bordzyllovskiy, 1950; Miheev, 2006). Деякі автори останній вид розглядають як субендемій Ставрополля з північнокавказьким ареалом, який описаний з району м. Кисловодська (Shevchenko, 2002), або як еукавказький вид (Shil'nikov, 2010), тобто, відповідно до цих поглядів, ареал власне *I. pontica* є значно меншим. Усе це свідчить про необхідність збереження виду в Україні.

*Iris pontica* занесений до другого та третього видань «Червоної книги України» як вразливий вид. У її другому виданні наведено п'ять його локалітетів (Krytska, 1996), у третьому — 15 (Krytska et al., 2009); за іншими даними, в Україні відомо 33 локалітети *I. pontica*, більшість із яких приурочена до Південнопридніпровської височини (Shynder, Kozug, 2010).

© О.М. ПОПОВА, С.Ю. РОГОЗІН, 2015

Для Одеської області перші відомості про *I. pontica* з'явилися у праці І. Шмальгаузена (Shmal'gauzen, 1897): він бачив гербарні зразки рослин, зібраних біля р. Ягорлик та с. Топали (Красноокнянський р-н Одещини). Поблизу м. Болграда в травні був зібраний зразок виду з квітками та листками (Săvulescu, Rayss, 1924). В околицях с. [Нова] Шибка Фрунзівського р-ну та с. Римарівка Красноокнянського р-ну *I. pontica* відзначав Г. І. Білик (Bilyk, 1948). Зібраний ним у с. Нова Шибка гербарний зразок зберігається в Національному гербарії України (KW). П.П. Посохов (Posokhov, 1965) зафіксував вид улітку 1963 р. на узліссі діброви з *Quercus pubescens* Willd. на території Павлівського лісництва Фрунзівського р-ну. Таким чином, знахідки *I. pontica* з території Одещини обмежуються п'ятьма літературними посиланнями 50—118-річної давнини та одним гербарним зразком, зібраним майже 70 років тому.

У другому виданні «Червоної книги України» (Red Data Book ..., 2009) *I. pontica* для Одеської обл. не вказується, в третьому — наведено два його локалітети. О.І. Шиндер і Є.В. Козир враховують п'ять місцезростань виду на Одещині (Порова, 2002; Shynder, Kozug, 2010). Усі ці локалітети, за винятком Болграда, приурочені до крайнього півдня Східно-го Поділля (Shynder, Kozug, 2010), за геоботанічним



Рис. 1. *Iris pontica*: *a* — загальний вигляд середньовікової куртини; *b* — квітка  
 Fig. 1. *Iris pontica*: *a* — general view of the middle-age clump; *b*—flower

районуванням України — до Південнокодринського округу пухнасто- та звичайнодубових лісів і різнотравно-злакових степів Лісостепової підобласті (зони) Степової зони України, який збігається з Волинсько-Подільською геоморфологічною областю пластово-денудаційних височин. Локалітет біля Болграда виявлений у межах Саратського округу різнотравно-злакових степів Степової підобласті (зони) Степової зони у Причорноморській області пластово-акумулятивних і пластово-денудаційних низовин (Natsionalnyi..., 2009). Із 33 локалітетів *I. pontica* (Shynder, Kozug, 2010) лише близько 80 % підтверджено гербарними зразками.

### Матеріали та методи досліджень

Полеві дослідження здійснювалися за загальноприйнятими методиками. Геоботанічний опис проведено 29.05.2015 р. Латинські назви видів подані за таксономічним зведенням (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Онтогенетичну структуру популяції вивчали за методикою популяційних досліджень (Сенорорупуасії..., 1976; 1988) з певними модифікаціями, обумовленими життєвою формою та рідкісністю цього виду, використовували найбільш ощадливі методики (Zlobin et al., 2013).

За класифікацією біоморф щодо особливостей перебігу онтогенезу *I. pontica* належить до неявнополіцентричної біоморфи з неспеціалізованою дезінтеграцією, яка характерна для партикулюючих гіпогеогенних короткочореневищних трав. У таких видів відсутні спеціалізовані пагони розростання,

тому вони малорухливі. Їхня біомаса розміщена на площі доволі рівномірно (Сенорорупуасії..., 1976). Водночас Н.Б. Алексеева відносить *I. pontica* до кореневищно-кущового типу з пагонами двох типів: із довгою та короткою плагіотропними частинами (Alekseeva, 2008). У таких видів обліковою одиницею на початкових стадіях онтогенезу (в прегенеративному періоді) виступає особина насінневого походження, а пізніше (в генеративному та постгенеративному періодах) — партикула (Сенорорупуасії..., 1976). Оскільки одним із основних індикаторів вікового стану кореневищних видів є саме стан кореневища, яке в *I. pontica* заглиблене на 3—5 см, виявити всі окремі партикули було неможливо, тому обліковою одиницею слугували особини насінневого походження, куртини й окремі наземні пагони. Куртини умовно були поділені на молоді (в них у середній частині відсутні прогалини), середньовікові (всередині куртини мали прогалини до 15 см) і старіючі (прогалини всередині куртини перевищували 20 см у діаметрі). Фактично дві останні групи є клонами, що складаються з партикул. Підраховували кількість особин і куртин. Для деяких відокремлених куртин визначали число вегетативних і генеративних пагонів із різною кількістю листків. Щільність скупчень наземних пагонів у межах популяції обліковували на квадратних ділянках площею 1/16 м<sup>2</sup>.

Гербарні зразки *I. pontica* передано до Гербарію Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України (КИ).

## Результати досліджень та їх обговорення

У травні 2015 р. ми знайшли особини *I. pontica* в Чигринській балці поблизу с. Раухівка Березівсько-го р-ну Одеської обл. (рис. 1).

Порівнявши нашу знахідку з іншими відомими на сьогодні знахідками виду, виявили, що цей локалітет у межах річки Дністра та Дніпра є найпівденнішим (рис. 2).

За геоморфологічним районуванням України це територія Причорноморської пластово-аккумулятивної низовини на неогенових відкладах. За геоботанічним районуванням України локалітет міститься в Одеському окрузі злакових і полиново-злакових степів, засолених лук, солончаків і рослинності карбонатних відслонень Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтичної степової провінції Степової підобласті (зони) Євразійської степової області та наближається до його північної межі (Natsionalnyi..., 2009).

Новий локалітет *I. pontica* виявили в нижній третині V-подібного схилу західної експозиції з нахилом 10–15°. Ценопопуляція виду займає площу близько 90 м<sup>2</sup> (10 × 9 м).

Рослинність території сформована залишками перетворених субпонтійських різнотравно-типчакково-ковилиових степів із незначним домінуванням *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin і різнотрав'я, які перебувають під помітним антропогенним впливом: на ділянці виявлено минулорічне випалювання рослинного покриву та випасання великої рогатої худоби.

Наземна частина нечисленних кущів *Rosa* sp. і *Crataegus* sp. на цій території повністю згоріла; спостерігалося повільне відростання їхніх пагонів. Проективне покриття трав'яного покриву становило 80–85 %, його висота сягала 80 см. Травостій диференційований на три під'яруси, перший із яких слабвиражений й утворений *Salvia nutans* L. із покриттям 2–3 %. Другий під'ярус сформований *Festuca valesiaca* (15 %), *Iris pontica* (8–9 %), *Adonis vernalis* L. (7 %) із помітною участю *Inula germanica* L., *Marrubium praecox* Janka, *Medicago falcata* L. (по 5%) *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Verbascum austriacum* Schott ex Roem. & Schult., *Veronica austriaca* L. (по 3 %), *Astragalus dasyanthus* Pall. (2 %), *Phlomis pungens* Willd. (1 %) і незначною кількістю (з проективним покриттям менше 1 %) *Achillea setacea* Waldst. & Kit., *Buglossoides czernjajevii* (Klokov) Czerep., *Dianthus guttatus* M. Bieb.,

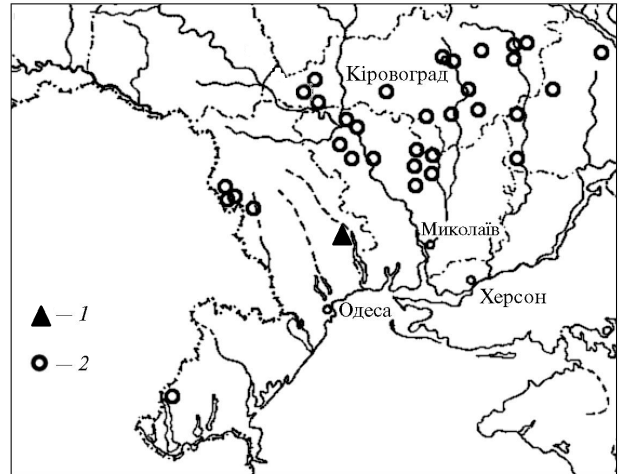


Рис. 2. Картошка поширення *Iris pontica* в Україні: 1 — нове місцезнаходження виду, 2 — відомі місцезнаходження (за Shynder, Kozyr, 2010)

Fig. 2. Schematic map of distribution of *Iris pontica* in Ukraine: 1 — a new species location, 2 — known localities (by Shynder, Kozyr, 2010)

*Eremogone biebersteinii* (Schldl.) Holub, *Eryngium campestre* L., *Erysimum odoratum* Ehrh., *Hypericum elegans* Stephan ex Willd., *Inula oculus-christi* L., *Jurinea mollissima* Klokov, *Koeleria cristata* Pers., *Linum austriacum* L., *L. hirsutum* L., *Plantago urvillei* Opiz, *Poa angustifolia* L., *Salvia nemorosa* L., *Silene chlorantha* Ehrh., *Stachys atherocalyx* K. Koch, *Thalictrum minus* L. Третій під'ярус утворює *Teucrium chamaedrys* L. (10%) з участю *Bothriochloa ischaetum* (L.) Keng, *Iris pumila* L., *Teucrium polium* L., *Vinca herbacea* Waldst. & Kit. (по 3–5 %) та незначною домішкою (менше 1 % проективного покриття) *Agrimonia eupatoria* L., *Astragalus corniculatus* M. Bieb., *A. ucrainicus* Popov & Klokov, *Bellevalia sarmatica* Misc., *Bromopsis riparia* (Rehmann) Holub, *Caragana mollis* Besser, *Convolvulus lineatus* L., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Galatella villosa* Rchb. f., *Haplophyllum suaveolens* G. Don, *Herniaria besseri* Fisch. ex Hornem., *Lotus ucrainicus* Klokov, *Nonea pulla* DC., *Potentilla incana* G. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Seseli tortuosum* L., *Thesium arvense* Horv., *Veronica prostrata* L., *Viola ambigua* Waldst. & Kit., *Galium* sp. У ранньовесняний період тут зафіксовані *Crocus reticulatus* Steven ex Adams, *Gagea* sp.

Таким чином, у фітоценозі з участю *I. pontica* виявлено 58 видів квіткових рослин із 22 родин, у тому числі п'ять видів із «Червоної книги України» (Red Data Book..., 2009) і два — з Червоного списку Одеської області (Odeska..., 2012). Незважаючи на

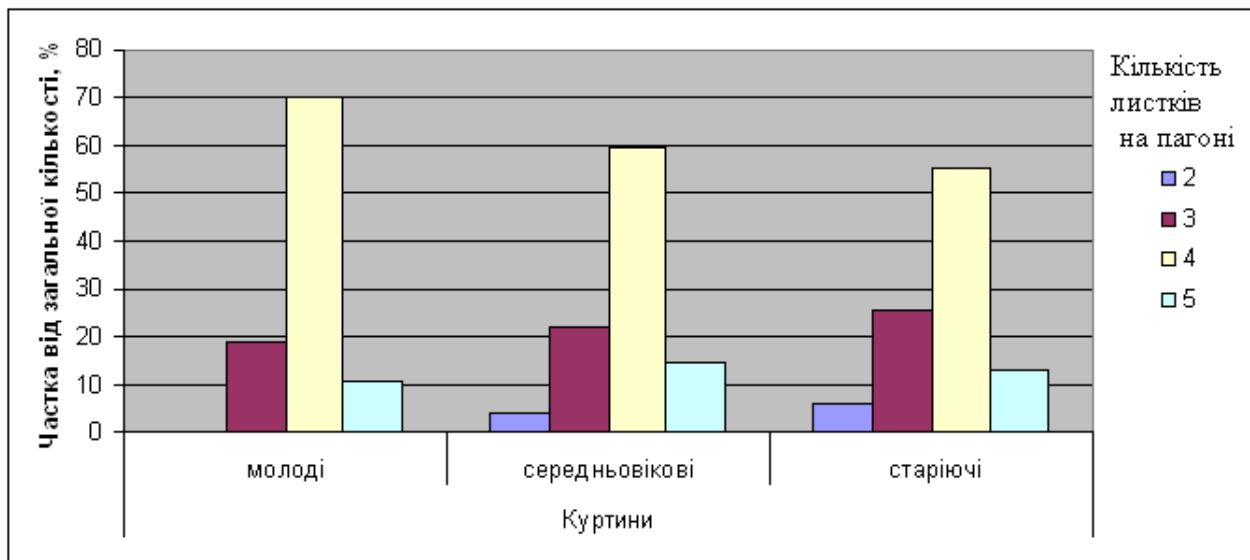


Рис. 3. Розподіл вегетативних пагонів із різною кількістю листків у різновікових куртинах *Iris pontica*  
 Fig. 3. Distribution of vegetative shoots with different numbers of leaves in different age clumps of *Iris pontica*

помітний антропогенний вплив, за часткою синантропних видів (Проторорова, 1991) це угруповання є слабосинантропізованим (Mirkin, Naumova, 2014).

Вивчаючи наземну частину популяції *I. pontica* поза межами куртин, ми виявили три особини в іматурному стані (з двома листками завширшки 1 мм) та одну молоду генеративну рослину насінневого походження з одним генеративним і двома вегетативними пагонами. Основна частина популяції сформована 37-ма куртинами розміром від 15 до 90 см у діаметрі (в середньому 50–60 см), що значно більше, ніж наводиться для популяції *I. pontica* в долині р. Нетеки, де діаметр генеративних клонів становить 15–22 см (Shynder, Kozug, 2010). Із цих 37 куртин лише одна не мала генеративних пагонів, 12 ідентифіковані як молоді (32,4 %), 13 — як середньовікові (35,1 %), 11 — як старіючі (29,7 %).

Оскільки кореневище *I. pontica* наростає симподіально і надзвичайно інтенсивно галузиться, в одному клоні зафіксовано до 332 наземних пагонів. У молодих куртин утворюється 10–24 вегетативних і 1–6 генеративних пагонів (загалом 11–30), середньовікові куртини мають 162–192 вегетативних і 33–36 генеративних пагонів (загалом 195–220), у старіючих виявлено 226–301 вегетативних і 12–31 генеративних пагонів (загалом 240–332). У місцях найбільшого скупчення наземних пагонів *I. pontica* їхня щільність становила  $950,4 \pm 24,6$  екз./м<sup>2</sup>, зокрема генеративних пагонів —  $78,4 \pm 16,5$  екз./м<sup>2</sup>.

У досліджуваній популяції *I. pontica* розмножується переважно вегетативним шляхом, і це характерно для даного виду (Krytska et al., 2009), але помітну роль відіграє і насінневе розмноження: у 2015 р. знайдено 92 коробочки діаметром 12–15(18) мм у стані досягання.

Порівняння різновікових куртин за структурою пагонів із різною кількістю листків (рис. 3) свідчить, що водночас з партикуляцією починається омолодження клонів (утворюються пагони з двома листками, що відповідає іматурним особинам), і зі збільшенням віку клону цей процес посилюється (тобто частка таких пагонів зростає). Отже, клони стають «потенційно безсмертними» (Vahrameeva et al., 1997), що, за класифікацією О.В. Смирнової (Smirnova, 1987), відповідає невизначено тривалому (понад 50 років) онтогенезу та свідчить про певну стійкість популяції *I. pontica* в таких умовах.

Фенологічні особливості *I. pontica* у 2015 р. були такими: 04.05.2015 р. рослини вегетували, 09.05.2015 р. спостерігалася масова бутонізація, 14.05.2015 р. — масове цвітіння, 29.05.2015 — 07.07.2015 р. відбувалося дозрівання плодів (07.07.2015 р. плоди були ще зеленими). Протягом періоду спостережень висота пагонів *I. pontica* збільшувалася з  $17,6 \pm 0,1$  см (на стадії масової бутонізації) до  $24,7 \pm 0,5$  см.

## Висновки

Знайдено нове місцезростання *I. pontica*, яке є найпівденнішим у межиріччі Дністер—Дніпро. Воно приурочене до північної частини Причорноморської низовини.

За флористичним складом фітоценоз з участю *I. pontica* є слабосинантропізованим.

Віковий спектр популяції *I. pontica* нормальний і відповідає особливостям, характерним для великого життєвого циклу рослин із невизначено тривалим онтогенезом. Стан популяції задовільний, незважаючи на помітний антропогенний тиск.

Необхідно здійснювати моніторинг стану популяції та фітоценозу, і в разі його погіршення — обмежити випасання худоби на цій ділянці. Враховуючи наявність у Чигринській балці значної кількості червонокнижних видів, її потрібно взяти під особливу охорону та включити до природно-заповідного фонду України.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Alekseeva N.B. *Turczaninovia*, 2008, **11**(2), pp. 5—68 [Алексеева Н.Б. Род *Iris* L. (*Iridaceae*) в России // *Turczaninovia*. — 2008. — **11**(2). — С. 5—68].
- Bilyk H.I. *Ukr. botan. zhurn.*, 1948, **5**(2), pp. 53—60 [Билик Г.І. Рослинність Дністро-Бузького байрачного степу // *Укр. ботан. журн.* — 1948. — **5**(2). — С. 53—60].
- Cenopopulyacii rastenij (oчерki populyacionnoj biologii)*, Moscow: Nauka, 1988, 236 p. [*Ценопопуляції рослин (очерки популяционной биологии)*]. — М.: Наука, 1988. — 236 с.]
- Cenopopulyacii rastenij (osnovnye ponyatiya i struktura)*, Moscow: Nauka, 1976, 217 p. [*Ценопопуляції рослин (основные понятия и структура)*]. — М.: Наука, 1976. — 217 с.]
- Fomin O.V., Bordzylovskyi Ie.I. *Iridaceae*. In: *Flora URSS*, Kyiv: AN URSS, 1950, vol. 3, pp. 276—312 [Фомин О.В., Бордзыловський Є.І. Родина XXIX. Півники — *Iridaceae* Lindl. // *Флора УРСР*. — К.: Вид-во АН УРСР, 1950. — Т. 3. — С. 276—312].
- Irimia I., Mânzu C. *Iris pontica* Zapal in Moldova's flora (Romania), *An. Stiint. Univ. Al. I. Cusa Iasi, Sect. II a. Biol. veget.*, 2013, **59**(1), pp. 45—51.
- Krytska L.I. *Iris pontica*. In: *Red Data Book of Ukraine. Vegetable kingdom*, Kyiv: Ukr. entsyklopediia, 1996, p. 130 [Крицька Л.І. Півники понтичні // *Червона книга України. Рослинний світ*. — К.: Укр. енциклопедія, 1996. — С. 130].
- Krytska L.I., Novosad V.V., Voronova S.M., Shcherbakova O.F. *Iris pontica*. In: *Red Data Book of Ukraine. Vegetable kingdom*, Kyiv: Globalkonsaltyn, 2009, p. 130 [Крицька Л.І., Новосад В.В., Воронова С.М., Щербакова О.Ф. Півники понтичні // *Червона книга України. Рослинний світ*. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — С. 130].
- Mihev A.D. *Iridaceae*. In: *Konspekt flory Kavkaza*. Ed. A.L. Tahtadzhyan, SPb.: Izd-vo SPb. un-ta, 2006, vol. 2, pp. 102—114 [Михеев А.Д. *Iridaceae* Juss. // *Конспект флоры Кавказа: В 3-х т. / Отв. ред. акад. А.Л. Тахтаджян*. — Т. 2. — СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2006. — С. 102—114].
- Mirkin V.M., Naumova L.G. *Kratkiy entsiklopedicheskiy slovar nauki o rastitelnosti*, Ufa: Gilem, Bashk. ehncikl., 2014, 288 p. [Миркин В.М., Наумова Л.Г. *Краткий энциклопедический словарь науки о растительности*. — Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2014. — 288 с.]
- Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*, Kiev: M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999, XXIII+345 p.
- Natsionalnyi atlas Ukrainy*, Kyiv: DNVP Kartohrafiya, 2009, 440 p. [*Національний атлас України*. — К.: ДНВП «Картографія», 2009. — 440 с.]
- Ofitsiini pereliky rehionalno ridkisnykh roslyn administratyvnykh terytorii Ukrainy (dovidkove vydannia). Odeska oblast*, Kyiv: Alterpress, 2012, pp. 76—93 [*Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання). Одеська область*. — К.: Альтерпрес, 2012. — С. 76—93].
- Porova O.M. *Visn. Odesk. nats. un-tu*. Ser. Biol., 2002, **7**(1), pp. 278—290 [Попова О.М. Судинні рослини Одеської області з «Червоної книги України», Світового та Європейського Червоних списків // *Вісн. Одеськ. нац. ун-ту*. Сер. Біол. — 2002. — **7**(1). — С. 278—290].
- Posokhov P.P. *Ukr. botan. zhurn.*, 1965, **22**(3), pp. 60—67 [Посохов П.П. Особливості складу дібров Одеської області // *Укр. ботан. журн.* — 1965. — **22**(3). — С. 60—67].
- Protoporova V.V. *Sinanthropnaya flora Ukrainy i puti ee razvitiya*, Kyiv: Naukova Dumka, 1991, 204 p. [Протопова В.В. *Синантропная флора Украины и пути ее развития*. — Киев: Наук. думка, 1991. — 204 с.]
- Red Data Book of Ukraine. Vegetable kingdom*. Ed. Ya.P. Didukh, Kyiv: Globalkonsaltyn, 2009, 912 p. [*Червона книга України. Рослинний світ*. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 912 с.]
- Sävulescu T., Rayss T. *Materiale pentru Bessarabiei*, Bukurești, vol. 1, 1924, 72 p.
- Sharapanovskaya T.D. *Iris pontica*. In: *Krasnaya kniga Pridnestrovskoy Moldavskoy respubliki*, Tiraspol', 2009, pp. 90—91 [Шарапановская Т.Д. Ирис понтичский // *Красная книга Приднестровской Молдавской республики*. — Тирасполь, 2009. — С. 90—91].
- Shevchenko G.T. *Iris pontica*. In: *Krasnaya kniga Stavropol'skogo kraja. Redkie i nahodyashchiesya pod ugrozoy ischezheniya vidy rasteniy i zhivotnyh*, Stavropol': Poligrafservis, 2002, 224 p. [Шевченко Г.Т. Касатик (ирис) Маршалла // *Красная книга Ставропольского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных*. — Ставрополь: Полиграфсервис, 2002. — С. 224].

- Shil'nikov D.G. *Konspekt flory Karachaevo-Cherkessii*, Stavropol': Agrus, 2010, 384 p. [Шильников Д.Г. *Конспект флоры Карачаево-Черкессии*. — Ставрополь: Агрус, 2010. — 384 с.].
- Shmal'gauzen I. *Flora sredney i yuzhnoy Rossii, Kryma i Severnogo Kavkaza*, vol. 2. *Dvudolnye srostnolepnyye i, bezlepestnyye, odnodolnye, holosemennyye i vysshie sporovyye*, Kiev, 1897, 751 p. [Шмальгаузен И. *Флора средней и южной России, Крыма и Северного Кавказа*. — Т. 2. *Двудольные сроснотлепестные и безлепестные, однодольные, голоосеменные и высшие споровые*. — Киев, 1897. — 751 с.].
- Shynder O.I., Kozyg Ie.V. *Ukr. botan. zhurn.*, 2010, **67**(5), pp. 704—711 [Шиндер О.И., Козир Е.В. Нові місцезнаходження рідкісних видів флори Південнопридніпровської височини в долині р. Нетеки та стан їхніх популяцій // *Укр. ботан. журн.* — 2010. — **67**(5). — С. 704 — 711].
- Smirnova O.V. *Struktura travyanoho pokrova shirokolistvennykh lesov*, Moscow: Nauka, 1987, 207 p. [Смирнова О.В. *Структура травяного покрова широколистяних лісів*. — М.: Наука, 1987. — 207 с.].
- Vahrameeva M.G., Varlygina T.I., Titarenko I.V., Litvinskaya S.A., Zagul'skij M.N., Blinova I.V. *Byull. MOIP. Otd. Biol.*, 1997, **102**(4), pp. 35—43 [Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Титаренко И.В., Литвинская С.А., Загальський М.Н., Блинова И.В. Виды евразийских наземных орхидей в условиях антропогенного воздействия и некоторые проблемы охраны // *Бюлл. МОИП. Отд. Биол.* — 1997. — **102**(4). — С. 35—43].
- Vitko K, Negru A. *Iris pontica*. In: *Cartea Roşia a Republicii Moldova*, Chişinău: Ştiinţa, 2001, p. 77.
- Zlobin Yu.A., Sklyar V.G., Klimenko A.A. *Populyatsii redkikh vidov rasteniy: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya*, Sumy: Univer. kniga, 439 p. [Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. *Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения*. — Сумы: Универ. книга, 2013. — 439 с.].

Рекомендує до друку  
М.М. Федорончук

Надійшла 20.07.2015 р.

Попова Е.Н., Рогозин С.Ю. **Новое местонахождение редкого вида *Iris pontica* (Iridaceae) на Причерноморской низменности и состояние его популяции**. — Укр. ботан. журн. — 2015. — **72**(5): 462—467.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова  
ул. Дворянская, 2, г. Одесса, 65082, Украина

В Березовском районе Одесской области найден новый локалитет *Iris pontica* Zapał., включенного в Красную книгу Украины. Он лежит в пределах Причерноморской низменности и является самым южным в междуречьи Днестра и Днепра. Ценопопуляция вида занимает площадь около 90 м<sup>2</sup>. Она входит в состав разнотравно-типчакового сообщества, в котором выявлено 58 видов цветковых растений из 22 семейств, в том числе пять видов из Красной книги Украины. По числу синантропных видов этот фитоценоз является слабосинантропизированным. Популяция образована 37-ю куртинами размером от 15 до 90 см в диаметре (в среднем — 50—60 см). Выявлено, что одновременно с партикуляцией начинается омоложение клонов, и при увеличении возраста клон этот процесс усиливается. По возрастному спектру популяция является нормальной и соответствует особенностям, характерным для большого жизненного цикла растений с неопределенно длительным онтогенезом. В целом состояние популяции удовлетворительное, несмотря на заметное антропогенное воздействие.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** *Iris pontica*, флористическая находка, редкий вид, Причерноморская низменность, Одесская область.

Popova O.M., Rogosin S.Ju. **New locality of a rare species *Iris pontica* (Iridaceae) on the Black Sea Lowland and the status of its population**. — Ukr. Bot. J. — 2015. — **72**(5): 462—467.

I.I. Mechnikov Odessa National University  
2, Dvoryanska Str., Odessa, 65082, Ukraine

A new locality of *Iris pontica* Zapał. listed in the Red Data Book of Ukraine was found in Berezovsky District, Odessa Region. It is located within the Black Sea Lowland and is the southernmost one in the area between the Dniester and the Dnieper Rivers. The population occupies an area of about 90 m<sup>2</sup>. It is a part of the forbs-fescue plant association, which consists of 58 species of flowering plants from 22 families, including five species from the Red Data Book of Ukraine. The phytocoenosis is of a low level of synanthropization. Population is formed by 37 clumps, their size varies from 15 to 90 cm in diameter (on average 50–60 cm). It was revealed that rejuvenation of the clones begins simultaneously with particulation and this process intensifies in aged clones. At the age spectrum, population is found to be normal and typical for the plants with large life-cycle and indefinitely long ontogeny. Despite antropogenic influence, the population is in a satisfactory state.

**К e y w o r d s:** *Iris pontica*, floristic record, rare species, Black Sea Lowland, Odessa Region.

D.M. IAKUSHENKO<sup>1</sup>, O.O. ORLOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Zielona Góra, Department of Biological Sciences  
Z. Szafrana 1, Zielona Góra, 65-516, Poland  
*d.iakushenko@wnb.uz.zgora.pl*

<sup>2</sup>G.M. Vysotsky Polisskiy Branch of URIFFM  
Neskorenykh str., 2, Dovzhyk village, Zhytomyr District, Zhytomyr Region, 10004, Ukraine  
*orlov.botany@gmail.com*

## NEW RECORDS OF *UTRICULARIA AUSTRALIS* (LENTIBULARIACEAE) IN UKRAINE

Iakushenko D.M., Orlov O.O. New records of *Utricularia australis* (Lentibulariaceae) in Ukraine. – Ukr. Bot. J. – 2015. – 72(5): 468–473.

The data about the first findings of *Utricularia australis* in Ukrainian Polissia (Zhytomyr Region) are given. Ecological and coenotic patterns of this species for the new locations are presented. Species localities were represented by small artificial reservoirs in clay, peat and granite quarries, as well as ponds. It was revealed that *Utricularia australis* grew in four floristic associations: *Utricularietum australis* Müller et Görs 1960, *Nitelletum mucronatae* Corillion et Guerlesquin 1972, *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929, *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930. For the first time in Ukraine, the association *Utricularietum australis* is reported and its characteristic is given.

**Key words:** *Utricularia australis*, aquatic vegetation, flora, Ukraine

### Introduction

*Utricularia australis* R.Br. is a perennial free-floating submerged carnivorous aquatic plant species. In Europe the species occurs in temperate, boreal and mediterranean regions (Uotila, 2013). *U. australis* is listed in the Red Data Book of Ukraine (Chervona knyga..., 2009) as a vulnerable species. In Ukraine the species is known since 1997 from Transcarpathia (Prots', 2009); it was also registered in the Cis-Carpathian area in 2006 (Danylyk et al., 2007). A former locality in Dubliany, near Lviv (after Knapp, as *U. neglecta* Lehm.) listed in the «Flora of the Ukrainian SSR» (Visiulina, 1961) has not been recently confirmed.

Despite collections of *U. australis* made by W. Żukowski in eastern Poland, in Polesie Lubelskie (Żukowski, 1974), this species has never been reported in botanical literature for the neighboring area of Ukrainian Polissia.

During the study of the flora and vegetation in Zhytomyr Region (northern Ukraine – Ukrainian Polissia), the authors discovered several new localities of *U. australis*. These new points significantly extend the knowledge about the species distribution in Ukraine. The aim of the paper is to inform about these new records and to describe briefly the ecological-coenotic patterns of this species in the studied area.

### Methods

Field works were conducted in 2012 and 2014. Identification of *U. australis* was carried out according to the identification keys of W. Żukowski (1970), P. Taylor (1972) and Š. Husák (2000). Plant communities were studied according to J. Braun-Blanquet approach (Westhoff & van der Maarel, 1973), phytosociological relevés were stored using TURBOVEG software (Hennekens & Schaminée, 2001). Phytosociological nomenclature was given after K. Šumberová (2011), K. Šumberová et al. (2011) and D. Iakushenko & O. Borysova (2012). The Ellenberg indicator values were calculated using JUICE 7.0 software (Tichý, 2002).

### Results

In July 2012, a small population of *U. australis* was found by D. Iakushenko in the southern vicinities of Korostyshiv town. In July-August 2014, four new localities of the species were observed in Ukrainian Polissia by O. Orlov.

The list of the localities is given below (Fig. 1):

1. Zhytomyr Region, Korostyshiv District, S vicinities of Korostyshiv town, Kyrychanka (N 50°17'44.95" E 29°03'36.67"); pond; 19.07.2012; D. Iakushenko;
2. Zhytomyr Region, Zhytomyr District, 0.5 km N Barashivka village (N 50°28'58.70" E 28°54'25.87"); clay quarry; 06.07.2014, 25.08.2014; O. Orlov (Fig. 2);



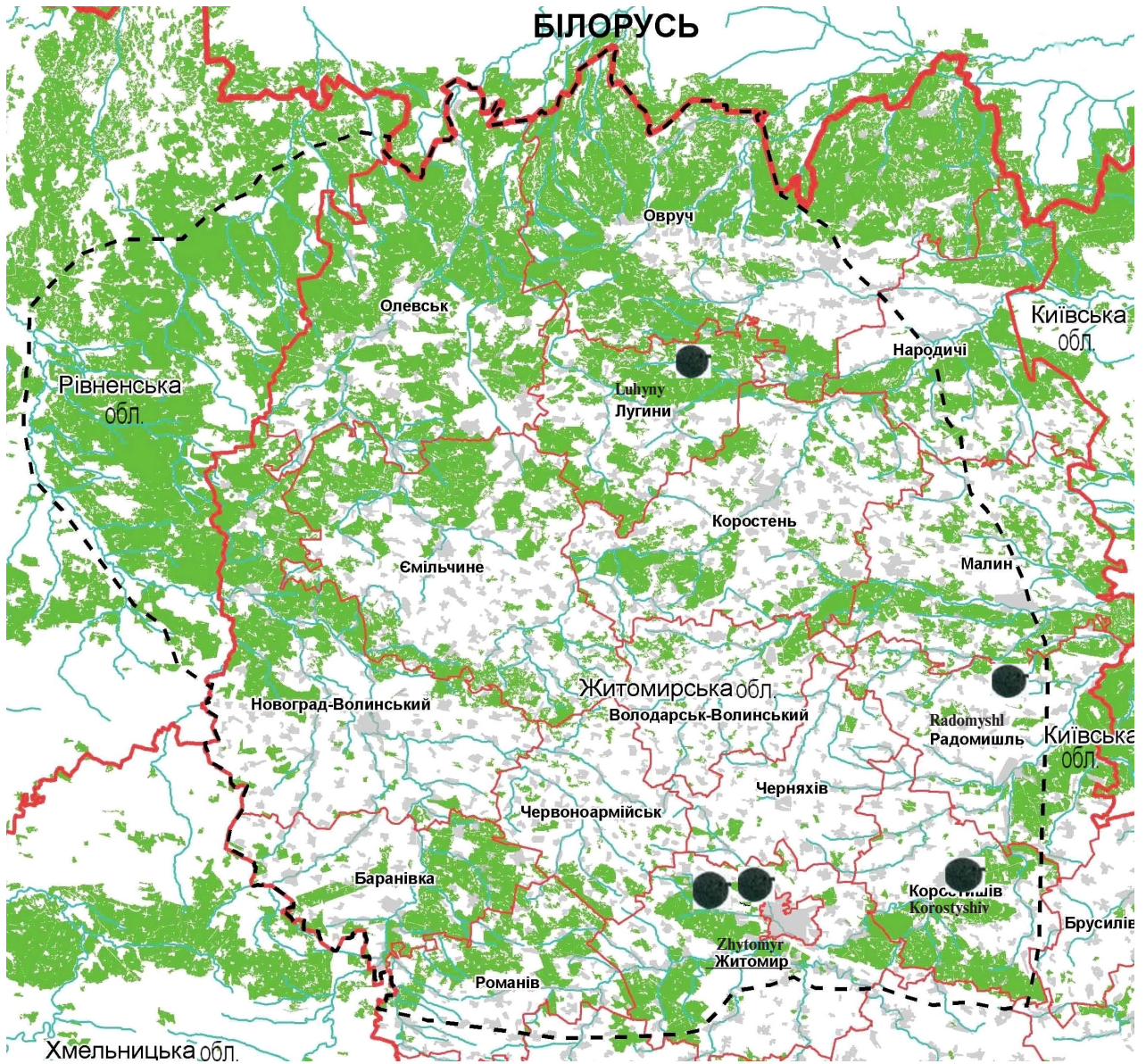


Fig. 1. Localities of *Utricularia australis* in Ukrainian Polissia (dotted line restricts Zhytomyr Polissia, the central part of the Region)

Fig. 2. *Utricularia australis* in a clay quarry near Barashivka village



3. Zhytomyr Region, W vicinities of Zhytomyr city, Bohunia (N50°29'03.53" E 28°60'66.81"); ephemeral water body near granite quarry; 27.07.2014; O. Orlov;
4. Zhytomyr Region, Luhyny District, Lypnyky village (N 51°18'34.69" E 28°44'63.63"); pond; 05.08.2014; O. Orlov;
5. Zhytomyr Region, Radomyshl District, 2 km SW Fedorivka village (N 50°41'45.73" E 29°22'26.08"); peat pit; 16.08.2014; O. Orlov.

Scarce phytosociological material regarding *U. australis* from Ukraine was published so far. Only 3 relevés were published from Transcarpathia (vicinities of Dyida settlement, Berehovo District) (Drescher, Prots', Mountford, 2003): 2 relevés belong to the association *Stratiotetum aloidis* Miljan 1933 and one relevé was made in community of *Butometum umbellati* Philippi 1973. In the area of National Nature Park «Hutsulshchyna» (Ivano-Frankivsk Region) *U. australis* was noted in one locality as synusia in communities of *Phragmitetum communis* Savič 1926 and *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 (Danylyk et al., 2007; Iakushenko et al., 2011): P. 275, Table 9.15, relevés 1–2 made by L. Borsukevych. In the Red Data Book of Ukraine it is mentioned that this species forms the community *Lemno-Utricularietum australis* and also occurs in some other associations of *Lemnetea* class (Prots', 2009).

In the study region, *U. australis* forms free-floating pleustonic communities typical for aquatic bladderworts; however, it also occurs as a synusial aggregation in the complex of the littoral vegetation. Four associations were distinguished according to our data (Table).

*Utricularietum australis* Müller et Görs 1960 is a focal community in the study (Table, rel. 1–8). These plant communities were observed in shallow water bodies on depths from 0.15 to 0.90 m, with sandy, peat, or clay bottom covered by muddy sediments. The cover of *U. australis* changed from 30 to 80 %. The total cover varied from 50–60 % to 95–100 %, and the cover of natant layer – from 15 to 50 %. The number of species among coenoses differed significantly – from 1 (i.e. monodominant patches) to 10–12 vascular plant species per relevé. The second constant species was *Lemna minor* L.; other pleustonic species (*Hydrocharis morsus-ranae* L. and *Lemna trisulca* L.) were less frequent.

According to published phytosociological materials (Dubyna, 2006; Solomakha, 2008), this association has not yet been reported in Ukraine. Thus, association

characteristic was done in the form acceptable for the *Prodromus of Vegetation of Ukraine*.

**Syntaxonomical position:**

Lemnetea O. de Bolòs et Masclans 1955

Lemnetalia minoris O. de Bolòs et Masclans 1955

Utricularion vulgaris Passarge 1964

**Association *Utricularietum australis* Müller et Görs 1960**

**Synonyms:** *Lemno-Utricularietum neglectae* (Müller et Görs 1960) Passarge 1978, *Potamo-Utricularietum australis* (Müller et Görs 1960) Passarge 1996, *Utricularietum neglectae* Müller et Görs 1960.

**Diagnostic species:** *Utricularia australis* (opt., dom.)

**Habitats:** mesotrophic and eutrophic standing or slow-flowing, from slightly acid to neutral waters (shallow water bodies: small ponds, forest pools, open pits, etc.) with different types of bottom sediments.

**Ecological requirements:**

Mean of Ellenberg indication values (based on rel. 2–5, 7–8, Table): reaction – 6.59±0.68; light – 7.01±0.21; continentality – 3.85±0.48; nutrients – 6.08±0.54; moisture – 10.41±0.67; temperature – 5.52±0.22.

**Distribution in Ukraine:** Zhytomyr Region. Patches of *U. australis* are also recorded for Transcarpathian and Ivano-Frankivsk Regions.

**General distribution:** Austria (Schratt, 1993), Czech Republic (Šumberová, 2011), Denmark (Lawesson, 2004), France (Felzines, 2012), Germany (Pott, 1995), Italy (Lastrucci et al., 2014), Lithuania (Sinkevičienė, 2013), Poland (Spalek, 2006), Portugal (Costa et al., 2012), Slovakia (Hrivnák, 2002), Spain (Rivas-Martínez et al., 2001). The association was described from SW Germany (Müller & Görs, 1960).

**Protected status:** The diagnostic species (*U. australis*) is listed in the *Red Data Book of Ukraine* (Prots', 2009). The association should be protected on the national level and listed in the new edition of the *Green Data Book of Ukraine*.

Besides pleustonic communities, the patches with domination of *U. australis* in the region were found in coenoses of the associations *Nitelletum mucronatae* Corillion et Guerlesquin 1972 (Table, rel. 9), *Equisetum fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929 (syn. *Carietum rostratae* Rübél 1912) (Table, rel. 10), and *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930 (Table, rel. 11).

A phytosociological survey of *U. australis* in Ukraine should be a purpose of further study.

Phytosociological characteristic of *Utricularia australis* in the studied localities

Relevé number	1	2	3	4	5	6	7	8	Frequency, rel.1-8, %	9	10	11	
Locality (according to numbers listed in the text)	4	1	3	3	3	5	3	3			2	4	4
Relevé area, m <sup>2</sup>	12	4	4	6	4	10	4	4			4	20	25
Number of species	1	8	8	12	10	8	7	6			15	10	7
Depth, m	0.9	0.5	0.3	0.2	0.2	0.9	0.2	0.2			0.4	0.8	0.7
Total cover, %	50	95	85	90	95	90	60	100			100	95	85
Syntaxon number	1									2	3	4	
<b>D.s. Ass. Utricularietum australis</b>													
<i>Utricularia australis</i>	5	5	3	3	4	5	4	4	100	5	5	4	
<b>D.s. Ass. Nitelletum mucronatae</b>													
<i>Nitella mucronata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	
<b>D.s. Ass. Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae</b>													
<i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	
<b>D.s. Ass. Equisetetum fluviatilis</b>													
<i>Equisetum limosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	
<b>D.s. Cl. Lemnetea</b>													
<i>Lemna minor</i>	.	1	+	1	1	1	.	2	75	1	.	.	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	.	2	.	1	.	+	2	2	63	1	.	.	
<i>Lemna trisulca</i>	.	1	2	2	2	.	.	.	50	.	.	.	
<i>Lemna gibba</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	13	.	.	.	
<i>Spirodella polyrhiza</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	13	.	.	.	
<b>D.s. Cl. Potametea</b>													
<i>Elodea canadensis</i>	.	1	1	.	1	1	.	.	50	1	.	.	
<i>Batrachium circinatum</i>	.	.	.	.	2	.	1	.	25	2	.	.	
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	1	2	.	.	.	25	.	.	.	
<b>D.s. Cl. Charetea</b>													
<i>Chara globularis</i>	.	.	1	2	.	1	.	.	38	.	.	.	
<b>D.s. Cl. Phragmito-Magno-Caricetea</b>													
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	1	1	1	.	.	.	38	2	+	.	
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	1	.	.	.	2	.	25	.	.	.	
<i>Rumex hydrolapathum</i>	.	1	.	+	.	.	.	.	25	.	.	.	
<i>Carex acutiformis</i>	.	+	.	.	.	.	.	1	25	+	.	+	
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	1	.	.	.	2	25	.	1	+	
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	13	.	+	+	
<i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	
<i>Lycopus europaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	
<b>Other species:</b>													
<i>Juncus conglomeratus</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	13	.	+	.	
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	13	+	.	.	

**Notes. Species noted in one relevé only:** rel. 2 – *Sparganium emersum* (+); rel. 3 – *Potamogeton gramineus* (2); rel. 4 – *Epilobium hirsutum* (1), *Lysimachia vulgaris* (1); rel. 5 – *Juncus articulatus* (2), *Myriophyllum spicatum* (1); rel. 6 – *Typha angustifolia* (2); rel. 7 – *Phragmites australis* (2), *Rorippa amphibia* (1); rel. 9 – *Bidens cernua* (1), *B. frondosa* (1), *Callitriche stagnalis* (1), *Glyceria plicata* (2), *Potamogeton trichoides* (1); rel. 10 – *Naumburgia thyrsiflora* (1), *Poa palustris* (+), *Potamogeton berchtoldii* (1); rel. 11 – *Hottonia palustris* (1).

**Syntaxon numbers:** 1 – *Utricularietum australis* Müller et Görs 1960, 2 – *Nitelletum mucronatae* Corillion et Guerlesquin 1972, 3 – *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929, 4 – *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930.

## Conclusion

Five new localities of the protected aquatic carnivorous plant species, *Utricularia australis*, were reported for Zhytomyr Region. For the first time in Ukraine, the association of *Utricularietum australis* was characterized based on phytosociological relevés. The authors believe that *U. australis* belongs to so called “neglected” species of the Ukrainian flora (its synonymous name, *U. neglecta*, seems to be remarkably appropriate). Undoubtedly, this species is rare but more widely distributed in Ukraine than it was estimated earlier. It is supposed that new records of *U. australis* will be found on the whole territory of Ukraine as there are no climatic, ecological and coenotic limitations for this species in the country. More accurate floristic research in Ukraine is still needed.

Samples of *U. australis* have been transferred to the National Herbarium (KW) of the M.G. Kholodny Institute of Botany, NAS of Ukraine.

Authors thanks cordially Dr. Andreas Fleischmann (Ludwig-Maximilians-Universität, München, Germany), Prof. Waldemar Żukowski (Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland), and Dr. Liubov Borsukevych (Ivan Franko National University, Lviv, Ukraine) for confirmation of specimen identifications.

## REFERENCES

- Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom. Ed. Ia.P. Didukh, Kyiv: Globalkonsalting, 2009, 912 p. [Червона книга України: рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.]
- Costa J.C., Neto C., Aguiar C., Capelo J., Espírito Santo M.D., Honrado J., Pinto-Gomes C., Monteiro-Henriques T., Sequeira M., Lousã M. Vascular plant communities in Portugal (Continental, Azores and Madeira). In: *Global Geobotany. International J. Geobotanical Sci.*, 2012, **2**, pp. 1–180.
- Danylyk I.M., Solomakha V.A., Solomakha T.D., Tymbaliuk Z.M., *Ukr. Bot. J.*, 2007, **64**(2), pp. 242–246 [Данилик І.М., Соломаха В.А., Соломаха Т.Д., Цимбалюк З.М. *Utricularia australis* R.Br. (Lentibulariaceae) – новий вид для флори Прикарпаття // *Укр. ботан. журн.* – 2007. – **64**(2). – С. 242–246].
- Drescher A., Prots V., Mountford O. The world of old oxbow lakes, ancient riverine forests and drained mires in the Tisza river basin (International excursion to Eastern Hungary and Transcarpathia, Ukraine 31.08.2002–04.09.2002), *Fritschiana* (Graz), 2003, **45**, pp. 43–69.
- Dubyna D.V. Vyshcha vodna roslynnist'. Ed. Iu.R. Sheliag-Sosonko. In: *Roslynnist' Ukrayiny*, Kyiv: Phytosociocentre, 2006, 412 p. [Дубина Д.В. Вища водна рослинність / Відпов. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко // *Рослинність України.* – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 412 с.]
- Felzines J.-C. Contribution au prodrome des végétations de France: les *Lemnetea minoris* Tüxen ex O. Bòlos & Masclans 1955, *J. Bot. Soc. Bot. France*, 2012, **59**, pp. 189–240.
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data, *J. Vegetation Sci.*, 2001, **12**, pp. 589–591.
- Hrivnák R. Aquatic plant communities in the catchment area of the Ipel' river in Slovakia and Hungary. Part I. Classes *Lemnetea* and *Charetea fragilis*, Thaiszia, *J. Bot.*, 2002, **12**, pp. 25–50.
- Husák Š. *Utricularia* L. – bublinatka. In: *Květena České republiky*. Ed. B. Slavík, vol. 6, Praha: Academia, 2000, S. 517–528.
- Iakushenko D., Borysova O. Plant communities of the class *Charetea* Fukarek ex Krausch 1964 in Ukraine: an overview, *Biodiv. Res. Conserv.*, 2012, **27**, pp. 75–82.
- Iakushenko D.M., Iusyp S.V., Solomakha V.A., Chorney I.I., Tokariuk A.I., Budzhak V.V., Danylyk I.M., Tomich M.V., Solomakha I.V., Derzhypil'skyi L.M., Senchina B.V., Roslynnist' NPP «Gutsulshchyna». In: *Natsionalnyi pryrodnyi park «Gutsulshchyna». Roslynniyi svit. Pryrodno-zapovidni terytorii Ukrayiny. Roslynniyi svit*, Kyiv: Phytosociocentre, 2011, Вр. 9, pp. 194–298 [Якушенко Д.М., Юсип С.В., Соломаха В.А., Чорней І.І., Токарюк А.І., Буджак В.В., Данилик І.М., Томич М.В., Соломаха І.В., Держипільський Л.М., Сенчина Б.В. Рослинність НПП «Гуцульщина» / Національний природний парк «Гуцульщина». Рослинний світ. – Природно-заповідні території України. Рослинний світ. – Вип. 9. – К.: Фітосоціоцентр, 2011. – С. 194–298].
- Lastrucci L., Bonari G., Angiolini C., Casini F., Giallonardo T., Gigante D., Landi M., Landucci F., Venanzoni R., Viciaini D. Vegetation of Lakes Chuisi and Montepulciano (Siena, central Italy): updated knowledge and new discoveries, *Plant Sociology*, 2014, **52**(2), pp. 29–55.
- Lawesson J.E. A tentative annotated checklist of Danish syntaxa, *Folia Geobotanica*, 2004, **39**, pp. 73–95.
- Müller T.H., Görs S. Pflanzengesellschaften stehender ewässer in Baden-Württemberg, *Beitr. Z. Naturk. Forschung i. Südwestdeutschland*, 1960, **19**(1), pp. 60–100.
- Pott R. *Die Pflanzengesellschaften Deutschland*, Stuttgart: E. Ulmer Verlag, 1995, 622 S.
- Prots' V.G. *Utricularia australis*. In: *Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom*. Ed. Ia.P. Didukh, Kyiv: Globalkonsalting, 2009, p. 513 [Проць В.Г. Пухирник південний – *Utricularia australis* // *Червона книга України. Рослинний світ* / За ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 513].
- Rivas-Martínez S., Fernández-González F., Loidi J., Lousã M., Penas A. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level, *Itinera Geobotanica*, 2001, **14**, pp. 5–341.
- Schratt L. *Lemnetea*, Die Pflanzengesellschaften Österreichs. 2. *Natürliche waldfreie Vegetation*, Jena-Stuttgart-New York: G. Fischer Verlag, 1993, pp. 31–44.

- Sinkevičienė Z. Confirmation of *Utricularia australis* occurrence in Lithuania, *Botanica Lithuanica*, 2013, **19**(2), pp. 161–164.
- Solomakha V.A. *Syntaksonomia roslynnosti Ukrayiny. Trete nablyzhennia*, Kyiv: Phytosociocentre, 2008, 296 p. [Соломаха В.А. *Синтаксономія рослинності України. Третє наближення*. – К.: Фітосоціоцентр, 2008. – 296 с.].
- Spałek K. *Utricularietum australis* Th. Müller et Görs 1960 in Poland, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 2006, **75**(3), pp. 253–256.
- Šumberová K. *Vegetation of the Czech Republic*. Ed. M. Chytrý. Vol. 3. *Aquatic and wetland vegetation (Lemnetea)*, Praha: Academia, 2011, pp. 43–99.
- Šumberová K., Hájková P., Chytrý M., Hroudová Z., Sádlo J., Hájek M., Hrivnák R., Navritolová J., Hanáková P., Ekrť L., Ekrťová E. *Vegetation of the Czech Republic*. Ed. M. Chytrý. Vol. 3. *Aquatic and wetland vegetation (Phragmito-Magno-Caricetea)*, Praha: Academia, 2011, pp. 385–579.
- Taylor P. *Utricularia* L. In: *Flora Europaea*. Ed. T.G. Tutin, Cambridge, 1972, vol. 3. pp. 296–297.
- Tichý L. JUICE, software for vegetation classification, *J. Vegetation Sci.*, 2002, **13**, pp. 451–453.
- Uotila P. *Lentibulariaceae*. In: Euro+Med Plantbase – the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity, available at: <http://www2.bgbm.org/EuroPlusMed/PTaxon-Detail.asp?NameCache=Utricularia%20australis&PTRefFk=7500000> (accessed 4.02.2015).
- Visiulina O.D. *Utricularia*. In: *Flora URSR*, Kyiv: AN URSR, 1961, vol. 10, pp. 61–67 [Вісюліна О.Д. Рід Пухирник – *Utricularia* L. // *Флора УРСР*. – Т. 10. – К.: Вид-во АН УРСР, 1961. – С. 61–67].
- Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach. In: *Classification of Plant Communities*. Ed. R. Whittaker, The Hague: Junk, 1973, pp. 287–399.
- Żukowski W. Rozmieszczenie gatunków z rodzaju *Utricularia* L. w Polsce, *Badania fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, Ser. B, Botanika, 1974, **28**, S. 189–217.
- Żukowski W. *Utricularia* L. Pływacz. In: *Flora Polska*, Warszawa; Kraków, 1970, vol. 11, S. 56–68.

Recommended for publication by S.L. Mosyakin Submitted 03.08.2015.

Якушенко Д.М.<sup>1</sup>, Орлов О.О.<sup>2</sup>. **Нові знахідки *Utricularia australis* (Lentibulariaceae) в Україні**. – Укр. ботан. журн. – 2015. – **72**(5): 468–473.

<sup>1</sup>Зеленогурський університет, факультет біологічних наук  
вул. З. Шафрана, 1, м. Зелена Гура, 65-516, Польща  
[d.iakushenko@wnb.uz.zgora.pl](mailto:d.iakushenko@wnb.uz.zgora.pl)

<sup>2</sup>Поліський філіал УкрНДІЛГА імені Г.М. Висоцького  
вул. Нескорених, 2, с. Довжик, Житомирський р-н,  
Житомирська обл., 10004, Україна  
[polysskiy\\_branch@ukr.net](mailto:polysskiy_branch@ukr.net)

У статті наводяться відомості про перші знахідки *Utricularia australis* на Українському Поліссі (Житомирська область). Подано екологічну та ценотичну характеристики виду в нових місцезнаходженнях. Локалітети *U. australis* представлені невеликими штучними водоймами в глиняних, торфових і гранітних кар'єрах, а також ставками. Виявлено, що *Utricularia australis* зростає в чотирьох флористичних асоціаціях: *Utricularietum australis* Müller et Görs 1960, *Nitelletum mucronatae* Corillion et Guerlesquin 1972, *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929, *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930. Уперше для території України вказано асоціацію *Utricularietum australis* і наведено її характеристику.

**Ключові слова:** *Utricularia australis*, водна рослинність, флора, Україна.

Якушенко Д.Н.<sup>1</sup>, Орлов А.А.<sup>2</sup>. **Новые находки *Utricularia australis* (Lentibulariaceae) в Украине**. – Укр. ботан. журн. – 2015. – **72**(5): 468–473.

<sup>1</sup>Зеленогурський університет, факультет біологічних наук  
ул. З. Шафрана, 1, г. Зелёна Гура, 65-516, Польща  
[d.iakushenko@wnb.uz.zgora.pl](mailto:d.iakushenko@wnb.uz.zgora.pl)

<sup>2</sup>Полесский филиал УкрНИИЛХА имени Г.Н. Высоцкого  
ул. Нескоренных, 2, с. Довжик, Житомирский р-н,  
Житомирская обл., 10004, Украина  
[polysskiy\\_branch@ukr.net](mailto:polysskiy_branch@ukr.net)

В статье приводятся данные о первых находках *Utricularia australis* в Украинском Полесье (Житомирская область), экологическая и ценотическая характеристики вида в новых местонахождениях. Локалитеты *U. australis* представлены небольшими искусственными водоемами в глиняных, торфяных и гранитных карьерах, а также прудами. Вывявлено, что *Utricularia australis* произрастает в четырех флористических ассоциациях: *Utricularietum australis* Müller et Görs 1960, *Nitelletum mucronatae* Corillion et Guerlesquin 1972, *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929, *Equisetetum fluviatilis* Nowiński 1930. Впервые для территории Украины указана ассоциация *Utricularietum australis* и приведена её характеристика.

**Ключевые слова:** *Utricularia australis*, водная растительность, флора, Украина.



<http://dx.doi.org/10.15407/ukrbotj72.05.474>

Я.М. МАКАРЕНКО<sup>1,2</sup>, І.С. БЕСЕДІНА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01004, Україна

<sup>2</sup> Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка  
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36000, Україна  
[ya\\_makarenko@ukr.net](mailto:ya_makarenko@ukr.net)

### РІДКІСНІ ДЛЯ УКРАЇНИ ВИДИ РОДУ *AGARICUS* (*AGARICALES*) ІЗ БАСЕЙНУ р. ПСЕЛ

Макаренко Я.М., Беседіна І.С. Рідкісні для України види роду *Agaricus* (*Agaricales*) із басейну р. Псел. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 474–477.

Наводяться відомості про поширення на території басейну р. Псел (Лівобережний Лісостеп України, Полтавська обл.) восьми рідкісних видів роду *Agaricus* (*A. cupreobrunneus*, *A. litoralis*, *A. macrocarpus*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis*, *A. silvaticus* та *A. tabularis*). П'ять із них (*A. litoralis*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis* та *A. tabularis*) є новими для Лівобережного Лісостепу.

К л ю ч о в і с л о в а: *Basidiomycota*, *Agaricaceae*, агарикоїдні гриби, Лівобережний Лісостеп

Рід *Agaricus* L. (*Agaricales*, *Basidiomycota*) налічує близько 200 видів (Kirk et al., 2008). Усі вони — сапротрофи, переважно космополіти, більшість з яких приурочені до луків. Наразі для території Європи наводиться близько 60 представників роду (Lacheva, 2006, 2014). В Україні зареєстровано 54 види (Wasser, 1980). Три з них занесені до «Червоної книги України» (Red Data..., 2009). За даними Р.В. Ганжі (Hanzha, 1960a, б, 1962) та І.С. Беседіної (Besiedina, 1991, 1992, 1998), для Лівобережного Лісостепу відомо 23 види цього роду.

Під час польових досліджень, проведених нами в басейні р. Псел упродовж 2012–2014 рр., виявлено 16 видів роду *Agaricus*. Одинадцять із них уже відомі з цієї території. Решта (*A. litoralis*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis* та *A. tabularis*) у Лівобережному Лісостепу до нас ще не реєструвалися. Серед знайдених видів рідкісними для України є *A. abruptibulbus* (Peck) Kauffm., *A. augustus* Fr., *A. bresadolanus* Bohus, *A. cupreobrunneus*, *A. litoralis*, *A. macrocarpus*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis*, *A. silvaticus* та *A. tabularis*. Наводи-

мо інформацію про вісім із них, оскільки про три перші (*A. abruptibulbus*, *A. augustus* і *A. bresadolanus*) повідомлялося раніше (Макаренко, 2014).

Матеріалом для нашого дослідження стали зразки рідкісних видів грибів роду *Agaricus*, зібрані під час експедиційних виїздів у Гадацький, Зіньківський, Кременчуцький, Решетилівський і Шишацький райони Полтавської обл. Для їхньої ідентифікації використовувалися ключі з визначників або спеціальних таксономічних обробок (Wasser, 1980; Moser, 1983; Breitenbach, Kränzlin, 1995; Courtecuisse, Duhem, 1995; Nauta, 2001). Сучасні назви грибів узгоджено з номенклатурною базою даних «Index Fungorum» (The SABI..., 2008). Флористичну новизну видів роду *Agaricus* перевіряли за електронною базою даних «Гриби України» (Andrianova et al., 2006) та «Флорой грибів України» (Wasser, 1980). Назви регіонів України подані за виданням «Флора грибів України» (Heluta, 1989).

Нижче наводимо інформацію про нові місцезнаходження рідкісних для України видів роду *Agaricus*, а також карту їхнього поширення в регіоні (рисунок). Для кожної знахідки вказано ценоз і

Нові та вперше виявлені місцезнаходження рідкісних для України видів роду *Agaricus* на території басейну р. Псел: а — *A. cupreobrunneus*, б — *A. litoralis*, в — *A. macrocarpus*, г — *A. osecanus*, д — *A. porphyrocephalus*, е — *A. pseudoprattensis*, є — *A. silvaticus* та ж — *A. tabularis*

New records of *Agaricus* species, rare in Ukraine, in the basin of the Psel river: а — *A. cupreobrunneus*, б — *A. litoralis*, в — *A. macrocarpus*, г — *A. osecanus*, д — *A. porphyrocephalus*, е — *A. pseudoprattensis*, є — *A. silvaticus*, and ж — *A. tabularis*



дату збору. Назва області не зазначається, оскільки всі зразки зібрані на території Полтавщини. Нові для Лівобережного Лісостепу види позначені зірочкою (\*).

***Agaricus cupreobrunneus* (Jul. Schäff. et Steer) Pilát**

Кременчуцький р-н, околиця с. Омельник, правий берег р. Псел, лука, 20.10.2014; околиця с. Потоки, правий берег р. Псел, лука, 13.09.2012.

Поширений у Європі. В Україні відомий з Лівобережного Лісостепу (Besiedina, 1992) та Лівобережного злакового Степу (Wasser, 1980). Гриб занесений до Червоних списків семи європейських країн (Австрія, Данія, Німеччина, Норвегія, Румунія, Угорщина, Франція) (European ..., 2010).

**\**Agaricus litoralis* (Wakef. et A. Pearson) Pilát**

Решетилівський р-н, смт Решетилівка, газон, у траві, 15.06.2013, 14.09.2014.

Поширений у Європі, Північній Америці й Африці (Wasser, 1980; Nauta, 2001). В Україні відомий з Правобережного Полісся та Лівобережного злаково-лучного Степу (Wasser, 1980). Занесений до Червоних списків грибів Данії, Франції та Швеції (European ..., 2010).

***Agaricus macrocarpus* F.H. Møller**

Зінківський р-н, в околицях с. Бобрівник, мішаний ліс, узлісся, 14.07.2014.

Поширений у Європі й Азії. В Україні відомий із Західного Полісся, Лівобережного Лісостепу, Лівобережного злаково-лучного Степу, Лівобережного злакового Степу, Південного берега Криму (Wasser, 1980). Гриб занесений до Червоних списків дев'яти європейських країн (Австрія, Болгарія, Данія, Латвія, Нідерланди, Норвегія, Польща, Туреччина, Швейцарія) (European ..., 2010).

**\**Agaricus osecanus* Pilát**

Кременчуцький р-н, околиця с. Потоки, правий берег р. Псел, лука, 01.09.2012.

Поширений у Європі. В Україні відомий з Правобережного Полісся та Лівобережного злакового Степу (Wasser, 1980). Гриб занесений до Червоних списків грибів Данії та Франції (European ..., 2010).

**\**Agaricus porphyrocephalus* F.H. Møller**

Кременчуцький р-н, околиця с. Омельник, правий берег р. Псел, лука, серед трави, 15.09.2013.

Поширений у Європі. В Україні відомий з Лівобережного злакового Степу (Wasser, 1980). Занесений до Червоних списків шести європейських країн (Данія, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Угорщина, Франція) (European ..., 2010).

**\**Agaricus pseudoprattensis* (Bohus) Wasser**

Гадяцький р-н, м. Гадяч, парк, газон, 25.09.2013.

Поширений у Європі. В Україні відомий з Лівобережного Полісся та Лівобережного злаково-го Степу (Wasser, 1980). Занесений до Червоних списків грибів в Австралії, Туреччині та Франції (Еурореан ..., 2010).

***Agaricus silvaticus* Schaeff.**

Зіньківський р-н, с. Бобрівник, мішаний ліс, узлісся, 21.09.2013. Кременчуцький р-н, околиця с. Омельник, правий берег р. Псел, мішаний ліс, під *Quercus robur* L., 14.07.2014; Шишацький р-н, смт Шишаки, правий берег р. Псел, поблизу автомобільного мосту, кленово-липово-дубовий ліс, 15.06.2013.

Поширений у Європі, Азії, Америці й Африці. В Україні відомий з Прикарпаття, Західного Полісся, Правобережного Полісся, Правобережного і Лівобережного Лісостепу, Лівобережного злаково-лучного Степу, Правобережного злакового Степу, Південного Криму (Wasser, 1980). Занесений до Червоних списків грибів Данії, Латвії, Норвегії, Туреччини та Франції (Еурореан ..., 2010).

**\**Agaricus tabularis* Peck**

Кременчуцький р-н, околиця с. Потоки, правий берег р. Псел, лука, 01.09.2013.

Поширений у Європі, Азії та Північній Америці. В Україні відомий з Лівобережного, Старобільського та Донецького злаково-лучного Степу, Лівобережного злакового Степу та Кримського Степу (Wasser, 1980; Prydiuk, Heluta, 2009). Вид зникає, тому охороняється на території природно-заповідного фонду України — в Луганському та Українському степовому природних заповідниках, а також у Біосферному заповіднику «Асканія-Нова».

*Автори висловлюють щире подяку доктору біологічних наук, професорові В.П. Гелюті за цінні поради та слушні зауваження під час підготовки повідомлення до друку.*

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

Andrianova T.V., Dudka, I.O., Hayova V.P., Heluta V.P., Isikov V.P., Kondratiuk S.Ya., Krivomaz T.I., Kuzub V.V., Minter D.W., Minter T.J., Prydiuk M.P., Tykhonenko Yu.Ya. (2006 onwards). *Fungi of Ukraine*, Website, Version 1.00, available at: [www.cybertruffle.org.uk/ukrafung/eng](http://www.cybertruffle.org.uk/ukrafung/eng)  
Besiedina I.S. *Ukr. botan. zhurn.*, 1991, **48**(5), pp. 23—26 [Besiedina I.S. Нові знахідки видів грибів порядку Agaricales s.l. України // *Укр. ботан. журн.* — 1991. — **48**(5). — С. 23—26].  
Besiedina I.S. *Ukr. botan. zhurn.*, 1992, **49**(1), pp. 51—54 [Besiedina I.S. Нові та рідкісні для мікобіоти України

види роду *Agaricus* Fr. emend. Karst. // *Укр. ботан. журн.* — 1992. — **49**(1). — С. 51—54].

Besiedina I.S. *Konспект vydovoho skladu aharykoidnykh bazydomytsetiv Prydniprovskoi nyzovyny (v mezkhakh Livoberezhnogo Lisostepu Ukrainy)*, Poltava, 1998. — 41 p. [Besiedina I.S. *Конспект видового складу агарикоїдних базидіоміцетів Придніпровської низовини (в межах Лівобережного Лісостепу України)*. — Полтава, 1998. — 41 с. — Деп. у ДНТБ України 02.02.98, № 865Ук 98].  
Breitenbach J., Kränzlin F. *Fungi of Switzerland, Vol. 4: Agarics (2nd Part). Entolomataceae, Pluteaceae, Amanitaceae, Agaricaceae, Coprinaceae, Bolbitiaceae, Strophariaceae*, Luzern: Mykologia, 1995, 368 p.  
*Chervona knyha Ukrainy (Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom)*. Ed. Ya. P. Didukh, 2009, Kyiv: Globalkonsalting, 900 p. [*Червона книга України. Рослинний світ* / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.].  
Courtecuisse R., Duhem D. *Mushroom and Toadstools of Britain and Europe*, London: Harper Collins Publishers, 1995. — 480 p.  
*European Council for the Conservation of Fungi*, 2010, available at: <http://www.wsl.ch/eccf/>  
Heluta V.P. *Flora hrybov Ukrainy. Muchnystorosyanye hryby*, Kyiv: Naukova Dumka, 1989, 256 p. [Гелюта В.П. *Флора грибів України. Мучнисторосяні гриби*. — Киев: Наук. думка, 1989. — 256 с.].  
Hanzha R.V. *Ukr. botan. zhurn.*, 1960, **27**(2), pp. 102—106 [Ганжа Р.В. Матеріали до екології та флори шапинкових грибів заплавної частин долини р. Ворскли на Полтавщині // *Укр. ботан. журн.* — 1960. — **27**(2). — С. 102—106].  
Hanzha R.V., *Ukr. botan. zhurn.*, 1960, **27**(5), pp. 72—84 [Ганжа Р.В. Гриби порядку Agaricales Заворсклянських суборів // *Укр. ботан. журн.* — 1960. — **27**(5). — С. 72—84].  
Hanzha R.V. *K flore hribov poryadka Agaricales doliny r. Voroskly na Poltavshchine*: Cand. Sci. Diss. Abstract, Kiev, 1962, 11 p. [Ганжа Р.В. *К флоре грибів порядку Agaricales долини р. Ворскли на Полтавщині*: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — Киев, 1962. — 11 с.].  
Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10th ed., Wallingford: CAB International, 2008, 771 p.  
Lacheva M.N. *Agaricus chionodermus* Pilát, a species new to Bulgaria, *Acta Mycol.*, 2014, **49**(2), pp. 199—205.  
Lacheva M.N. *Genus Agaricus L.: Fr. emend. P. Karst. (mushroom) in Bulgaria — taxonomy, ecology, chorology and economical importance*: Ph. D. thesis. Agrar. Univ. Plovdiv, 2006, available at: <http://botanica.hit.bg/doc/Agaricus-PhDthesis.pdf>  
Makarenko Ya.M. In: *Materialy Mizhnarodnoi konferentsii molodykh vchenykh «Aktualni problemy botaniky ta ekologii»*, 2014, pp. 46—47 [Макаренко Я.М. *Матеріали міжнародної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми ботаніки та екології»*. — Умань: Видавець «Сочінський», 2014. — С. 46—47].  
Moser M. *Keys to Agarics and Boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales)*, London: R. Phillips, 1978, — 535 p.



Nauta M.M. *Flora Agaricina Neerlandica*, 2001, 5, pp. 23—62.  
Prydiuk M.P., Heluta V.P. *Agaricus tabularis*. In: *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit*, Kyiv: Globalkonsalting, 2009, p. 788 [Придюк М.П., Гелюта В.П. Печериця табличчаста. *Agaricus tabularis* Реєк // Червона книга України. Рослинний світ. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — С. 788].

*The SABI Bibliography of Systematic Mycology*, 2008, available at: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>

Wasser S.P. *Flora hribov Ukrainy. Aharikovyе hriby*, Kyiv: Naukova Dumka, 1980, 328 p. [Вассер С.П. *Флора грибов Украины. Агариковые грибы*. — Киев: Наук. думка, 1980. — 328 с.]

Рекомендує до друку В.П. Гайова Надійшла 03.08.2015 р.

Макаренко Я.Н.<sup>1,2</sup>, Беседина І.С.<sup>2</sup> **Редкие для Украины виды рода *Agaricus* (*Agaricales*) из бассейна р. Псёл.** — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 474—477.

<sup>1</sup> Інститут ботаніки імені Н.Г. Холодного НАН України  
ул. Терещенковская, 2, г. Киев, 01004, Украина

<sup>2</sup> Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленко  
ул. Остроградського, 2, г. Полтава, 36000, Украина

Приводяться сведения о распространении на территории бассейна р. Псёл (Левобережная Лесостепь

Украины, Полтавская обл.) восьми редких видов рода *Agaricus* (*A. cupreobrunneus*, *A. litoralis*, *A. macrocarpus*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis*, *A. silvaticus* и *A. tabularis*). Пять из них (*A. litoralis*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis* и *A. tabularis*) являются новыми для Левобережной Лесостепи.

Ключевые слова: *Basidiomycota*, *Agaricaceae*, агарикоидные грибы, Левобережная Лесостепь.

Makarenko Ya.M.<sup>1,2</sup>, Besedina I.S.<sup>2</sup> **Rare for Ukraine species of *Agaricus* (*Agaricales*) from the Psol River basin.** — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72(5): 474—477.

<sup>1</sup> M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine

2, Tereshchenkivska Str., Kyiv, 01004, Ukraine

<sup>2</sup> V.G. Korolenko Poltava National Pedagogical University  
2, Ostrohradskoho Str., Poltava, 36000, Ukraine

Information on distribution of eight rare species of the genus *Agaricus* (*A. cupreobrunneus*, *A. litoralis*, *A. macrocarpus*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis*, *A. silvaticus*, and *A. tabularis*) in the Psol River basin (Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, Poltava Region) is reported. Five of them (*A. litoralis*, *A. osecanus*, *A. porphyrocephalus*, *A. pseudopratisensis*, and *A. tabularis*) are new for the Left-Bank Forest-Steppe.

Keywords: *Basidiomycota*, *Agaricaceae*, agaricoid fungi, Left-Bank Forest-Steppe.

## —НОВІ ВИДАННЯ

Придюк Н.П. **Флора грибов Украины. Больбитиевые и коприновые грибы** / Ред. И.А. Дудка. — Киев: ООО НПП Интерсервис, 2015. — 598 с.

Придюк М.П. **Флора грибов Украины. Больбитиевые та копринові гриби** / Ред. І.О. Дудка. — К.: ТОВ НПП Інтерсервіс, 2015. — 598 с.

У монографії узагальнені оригінальні та літературні дані про больбитієві та копринові гриби України. Наведено відомості щодо їх морфології, анатомії, циклів розвитку, еколого-біологічних особливостей та систематики. Вміщено найновішу інформацію про значення цих грибів у природі та господарстві. Вказано ключі для визначення родин, родів, внутрішньородових таксонів, видів і різновидів. Цікавими є матеріали як про відомі в Україні види, так і про деякі потенційно можливі для її території. Для кожного таксона подано синоніміку, іконографію, загальний опис макро- та мікроскопічної будови, відомості про місцезростання, поширення в Україні та світі, критичні примітки. Для видів, виявлених в Україні, вміщено оригінальні ілюстрації.

Для мікологів, співробітників природоохоронних об'єктів, викладачів і студентів вишів.

Т.О. КОНДРАТЮК

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально-науковий центр «Інститут біології»  
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601, Україна  
takbiofak@ukr.net

## ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТЕМНОПІГМЕНТОВАНОГО ДРІЖДЖОПОДІБНОГО ГРИБА *PSEUDONADSONIELLA BRUNNEA* (MERIPILACEAE, BASIDIOMYCOTA) НА РІЗНОМАНІТНИХ ЖИВИЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Кондратюк Т.О. Особливості росту темнопігментованого дріжджоподібного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Basidiomycota) на різноманітних живильних середовищах. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 478—483.

Охарактеризовано особливості росту антарктичного темнопігментованого дріжджоподібного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* на 32-х живильних середовищах. Серед них найкращими для культивування визначено агар Сабуро, агар Сабуро із 10%-м розчином сахарози, оригінальне середовище з вівсяних пластівців із клітковиною та 10%-м розчином сахарози, шматочки сирії картоплі без додавання та з додаванням 10%-го розчину сахарози, модифіковане глюкозо-пептонно-дріжджове середовище, пептонна вода із сахарозою, м'ясо-пептонний бульйон із глюкозою та желатиною. Оптимальними для росту *P. brunnea* визнано кислі (рН 3—4) живильні середовища.

К л ю ч о в і с л о в а: антарктичні дріжджоподібні гриби, оптимальні живильні середовища

### Вступ

Серед мікроскопічних грибів, продуцентів біологічно активних сполук, на особливу увагу заслуговують ті, які можуть зберігати життєздатність і розвиватися в екстремальних умовах, зокрема в Антарктиці (Henriquez et al., 2013; Svahn et al., 2015). На сьогодні з екстремальних місцевостей ізольовано й описано з використанням сучасних методів молекулярно-генетичних досліджень значну кількість нових видів мікроскопічних, зокрема дріжджоподібних, грибів, що належать до родів *Mrakia* Y. Yamada & Komag., *Mrakiella* Margesin & Fell, *Glaciozyma* Turchetti тощо (Margesin et al., 2005; Woo et al., 2013; Turchetti et al., 2013). Особливе місце серед мікроскопічних грибів, перспективних щодо використання в медицині, посідає група чорних дріжджоподібних грибів (ЧДГ), здатних синтезувати меланін (Chyzhanska, Veregova, 2009; Falalyeueva et al., 2009; Kondratiuk et al., 2015a). На основі філогенетичного аналізу, який базувався на дослідженні ITS ділянки ядерної ДНК, показано, що антарктичні темно-коричневі дріжджоподібні гриби (продуценти меланіну) належать до нового роду *Pseudonadsoniella* Т.О. Kondratyuk et S.Y. Kondr. та виявляють найбільшу спорідненість до представників родини *Meripilaceae* (*Poliporales*, *Basidiomycota*) (Kondratyuk et al., 2015b). У вказаній

публікації наведено офіційний опис нового таксона, а також обговорено дискусійні питання щодо типових зразків ЧДГ *Nadsoniella nigra* Issatsch. і філогенетично близьких грибів *Exophiala* sp. (CBS 546.82). Продукування меланіну *Pseudonadsoniella brunnea* Т.О. Kondratyuk et S.Y. Kondr. відбувається у культуральному середовищі, кислотність якого має дуже низькі показники. За рН 5—6 ріст культури *P. brunnea* на стандартних щільних живильних середовищах (сусло-агар, картопляно-глюкозний агар, агар Чапека-Докса) дуже обмежений (накопичення біомаси практично відсутнє), що ускладнює зберігання вказаних дріжджів у колекції та використання їхньої біомаси в процесі виробництва меланіну. Метою даної роботи є підбір оптимальних живильних середовищ для культивування антарктичних темно-коричневих дріжджоподібних грибів *P. brunnea* та характеристика особливостей росту *P. brunnea* за різних умов культивування.

### Об'єкти та методи досліджень

Об'єктом досліджень слугувала культура антарктичного дріжджоподібного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* — продуцента меланіну. Основні культурально-морфологічні особливості досліджуваного гриба (реєстраційний № 607 у Депозитарії Державного науково-контрольного інституту біотехнології і штамів мікроорганізмів; № 470 FCKU у колекції грибів ННЦ «Інститут біології» Київського на-

ціонального університету імені Тараса Шевченка) визначено із застосуванням стандартних, спеціальних і модифікованих твердих і рідких живильних середовищ.

Як стандартні щільні (агаризовані) середовища використовували агаризоване пивне сусло (СА), мальт-екстракт агар (МЕА, Merck, Німеччина), агар Чапека—Докса, картопляно-глюкозний агар (КГА) (Samson et al., 2004), агар Сабуро, який готували відповідно до ГОСТ 9.048-89 (GOST, 1989), та агар Сабуро (№ 2 ГРМ, м. Оболенськ, Росія). Як спеціальні (оригінальні) агаризовані середовища брали 10%-й відвар вівсяних пластівців, змішаних у співвідношенні 1:3 із клітковиною вівса, льону та жита (1:1:1) із додаванням 1 % пептону, 1 % дріжджового екстракту сухого, 10 % глюкози. Використовували також шматочки сирі картоплі завтовшки 3—5 мм без додавання та з додаванням стерильного 10%-го розчину сахарози (в об'ємному співвідношенні 1:2). Стерильність картоплі забезпечували двома шляхами: шматочки картоплі стерилізували 70%-м етиловим спиртом із подальшим промиванням стерильною водопровідною водою; застосовували стерилізацію в чашках Петрі в автоклаві 20 хв за температури 112° С (0,75 атм.). Напівщільної консистенції (середовища Сабуро та з вівсяних пластівців) досягали додаванням до них 10%-го розчину сахарози або глюкози (співвідношення «розчин цукрів : агаризоване середовище, розплавлене до +45°С» становило 2:1).

Як стандартні рідкі живильні середовища використовували картопляний бульйон (КБ) за ГОСТ 9.48-89 без додавання глюкози (GOST, 1989); глюкозо-пептонно-дріжджове середовище (ГРУ, Sigma, США); м'ясо-пептонний бульйон (МПБ); як оригінальні або модифіковані — МПБ із 2 % та 10 % глюкози; 10%-й розчин сахарози; КБ із 2 % і 10 % глюкози; ГРУ № 3 (із вмістом 10 % глюкози, 1 % пептону, 1 % дріжджового екстракту); глюкозо-пептонне середовище (із вмістом 10 % глюкози, 1 % пептону). Застосовували також суміш (1:1) середовищ ГРУ № 3 і глюкозо-пептонного середовища (ГРУ № 5). Здатність *P. brunnea* рости за низьких значень кислотності, враховували у приготуванні низки живильних середовищ. Кислотність останніх регулювали додаванням 1М соляної кислоти або стерильної 80%-ї молочної кислоти. Для визначення рН середовищ брали папір індикаторний універсальний (Lachema) і папір індикаторний універсальний рН 4—7 (Merck). Досліджували також ріст культури *P. brunnea* на сере-

довищах, які готували за прописами, наведеними у публікаціях (Issatschenko, 1951; Liakh, Ruban, 1970): пептонну воду (ПВ) із глюкозою, ПВ із сахарозою, ПВ із лактозою; середовище Бейєринка (замість байкальської води брали дистильовану воду), середовище «Б» (з 1 % лимонної кислоти), МПБ з 2 % глюкози та 1,5 % желатини. Досліджували культуру грибів висівали методом уколу, штриха та перенесенням посівного матеріалу петлею («2 мм у діаметрі) або піпеткою — осаду, який сформувався внаслідок росту *P. brunnea* в ємностях із рідким середовищем. Досліджували три—п'ять повторностей. *P. brunnea* культивували на різних середовищах у термостаті за температури +24 (±2) і +28 (±2)°С. Частина досліджуваних варіантів розміщували в холодильнику (температура +5°С). Характеризували ріст *P. brunnea* на 7, 14, 21, 28, 35, 42 добу. Для з'ясування здатності *P. brunnea* утворювати міцелій культивування подовжували до 3—12-ти місяців. Відповідно до даних літератури описували макро- та мікроморфологічні показники на різних живильних середовищах (Sutton et al., 2001; Hoog et al., 2011). Оптимальними умовами росту культури *P. brunnea* вважали такі, за яких характерні макро- і мікроморфологічні параметри проявляються найяскравіше (візуально добре помітне збільшення розміру колоній на твердих середовищах, утворення осаду та помутніння рідких середовищ, тип брунькування клітин тощо). Фотографували препарати *P. brunnea* за допомогою мікроскопа Primo Star компанії Carl Zeiss (Німеччина) та камери Scope Tek, м. Etrek DCM-510, зі збільшенням ×400. Довжину та ширину клітин вимірювали з використанням морфометричної комп'ютерної програми AxioVision 4.8 (Carl Zeiss). Для з'ясування морфологічних особливостей *P. brunnea* додатково застосовували сканувальну електронну мікроскопію (SEM JSM-6060LA, Японія).

## Результати досліджень та їх обговорення

Здійснені дослідження показали, що на всіх використаних у роботі твердих живильних середовищах темно-коричнева дріжджоподібна культура мікроскопічних грибів *P. brunnea* не утворює чітко виражених колоній, типових для ЧДГ. Ріст на них можна охарактеризувати як аморфний, чітко не окреслений (рис. 1, а, б). Коли *P. brunnea* ріс на рідких середовищах, констатували утворення осаду та легке помутніння середовища. Утворення плівки або кільця на поверхні рідких середовищ не спостерігали (рис. 1, в, е).

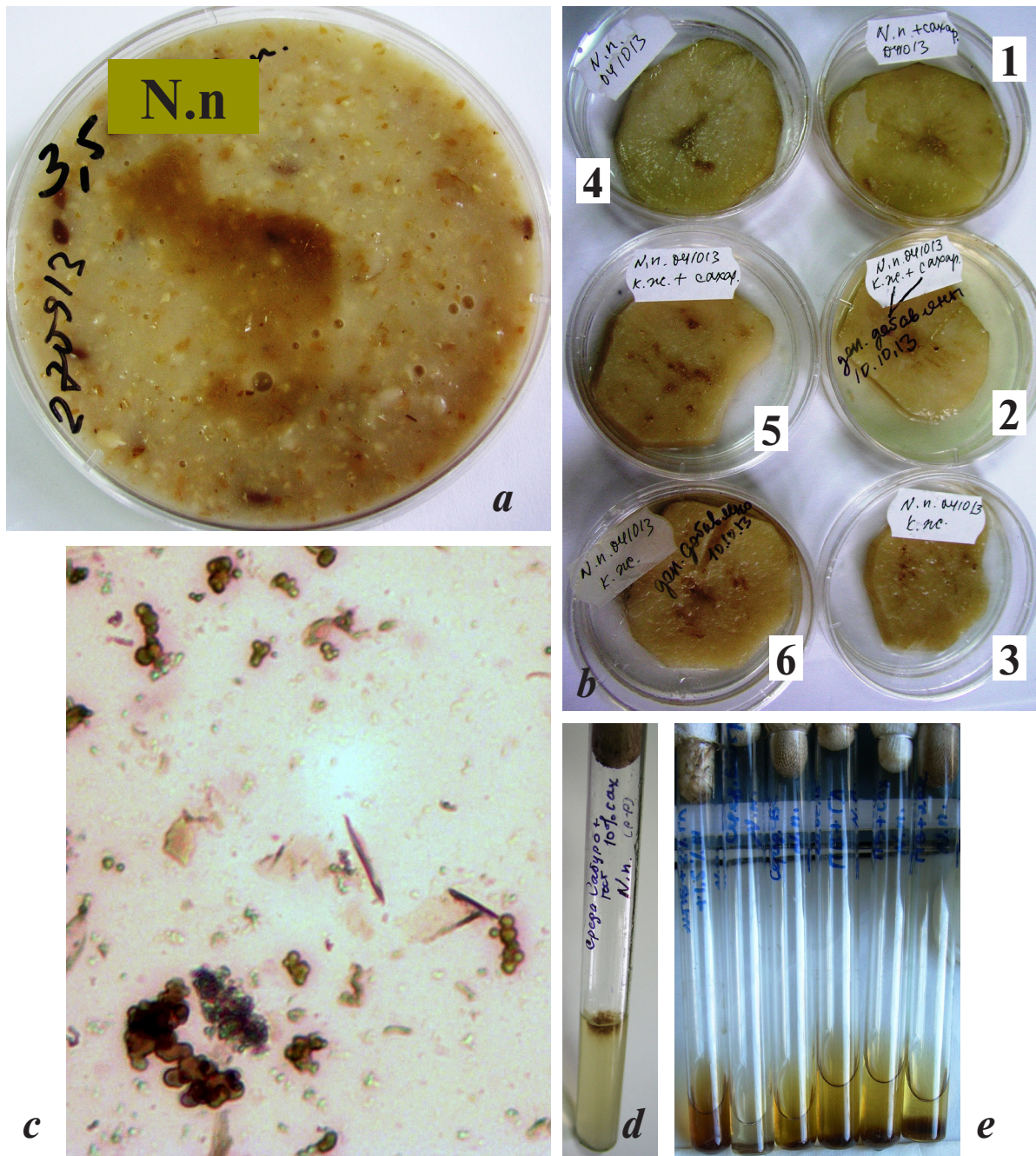


Рис. 1. Ріст *Pseudonadsoniella brunnea* на різних середовищах: *a*— середовище з вівсяними пластівцями, рН=3,5; *b*— шматочки сирієї картоплі (в *1b*, *2b* і *5b* рН розчину сахарози =3); *c* — типові скупчення клітин *P. brunnea* (темно-коричневих (до 4,5 мкм), дрібних світлих (1,5—2,0 мкм) ×400)); *d*— напівщільне середовище Сабуро із 10%-м розчином сахарози (рН=3); *e* — рідкі середовища (зліва направо): м'ясо-пептонний бульйон із глюкозою та желатиною (рН=4), середовище Бейеринка (рН=4), середовище «Б» (рН=3), пептонна вода (ПВ) із глюкозою (рН=4), ПВ із сахарозою (рН=4), ПВ із лактозою (рН=4)

Fig. 1. Growth of *Pseudonadsoniella brunnea* on various nutrient media: *a* — medium with rolled oats, pH=3,5; *b* — pieces of raw potato (in *1b*, *2b* and *5b* pH of sucrose solution =3); *c* — typical cell aggregations of *P. brunnea* (dark-brown to 4.5 μm), small light (1.5—2.0 μm) × 400); *d* — semisolid Saburo agar with 10 % sucrose solution (pH=3); *e* — liquid media (from left to right): beef-extract [meat infusion] broth with glucose and gelatin (pH=4), Beyerinck medium (pH=4), medium «Б» (pH=3), peptone water with glucose (pH=4), peptone water with sucrose (pH=4), peptone water with lactose (pH=4).

Встановлено, що на рідких і напівтвердих живильних середовищах досліджувана культура дріжджоподібних грибів *P. brunnea* росте значно ліпше, ніж на щільних. Із щільних середовищ найкращими для росту *P. brunnea* визнано агар Сабуро (№ 2 ГРМ), шматочки сирії картоплі та шматочки картоплі з додаванням 10%-го розчину сахарози. Із напівщільних візуально добре помітний ріст культури *P. brunnea* спостерігали на середовищі «вівсяні пластівці + 10%-й розчин сахарози» та агарі Сабуро (№ 2 ГРМ) із 10%-м розчином глюкози. Однак на щільних і напівщільних середовищах описаний ріст *P. brunnea* візуально був помітним не раніше як через 35—42 доби культивування. Щодо рідких середовищ, то вже на 14—21-у добу найкращий ріст *P. brunnea* (утворення значного осаду, легке помутніння середовища) спостерігали на середовищі № 5, ГРУ, 10%-му розчині сахарози, МПБ із глюкозою та желатиною, середовищі «Б» з лимонною кислотою, пептонній воді з різними цукрами (з глюкозою, сахарозою, лактозою). Оптимальними умовами для росту *P. brunnea* є температура +22—24°C і кислотність живильних середовищ у діапазоні 3—4. За таких умов *P. brunnea* розвивається із візуально добре помітним накопиченням біомаси. Встановлено, що необхідною складовою більшості досліджених живильних середовищ є 10 %-ний розчин сахарози або глюкози (таблиця).

З'ясовано, що клітини культури *P. brunnea* переважно зібрані в скупчення та представлені двома типами сферичних клітин — великими темно-коричневими (до 3,0—4,5 мкм у діаметрі) і світлими значно менших розмірів (1,5—2,0 мкм). Із клітин обох типів, які брунькуються, можуть формуватися ланцюжки клітин за типом псевдоміцелію (рис. 1, б, 2) (див. також: Kondratyuk et al., 2015a).

Наявність клітин різних типів, зокрема великих темних зернистих клітин із товстою оболонкою у «чорних дріжджів» *Nadsoniella nigra* Issatsch., зазначав Б.Л. Ісаченко (Issatschenko, 1951), описуючи ізолюваний ним із морської води мікроорганізм. Аналіз отриманих нами результатів свідчить, що переважання одного зі вказаних типів клітин, наявність клітин, що брунькуються, ланцюжки таких клітин залежить від складу середовищ, на якому відбувалося культивування *P. brunnea*. Так, на рідкому середовищі Бейеринка переважають скупчення світлих дрібних клітин *P. brunnea*. На агарі Сабуро та МЕА спостерігається значна кількість великих темно-коричневих клітин *P. brunnea* (не-

### Ріст *Pseudonadsoniella brunnea* на різних живильних середовищах Growth of *Pseudonadsoniella brunnea* on various nutrient media

Назва середовища	Інтенсивність росту * за різних значень кислотності середовища, pH				
	pH 2	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6
<b>Щільні середовища</b>					
Картопляно-глюкозний агар	±	+	++	+	±
Сусло-агар (=МА)	±	+	+	±	±
Мальтекстракт агар	±	+	+	+	±
Агар Чапека—Докса без сахарози	-	-	-	-	-
Агар Чапека—Докса із сахарозою	±	±	±	±	±
Агар Сабуро (за ГОСТ 9.048-89)	±	±	±	±	±
Агар Сабуро (№ 2 ГРМ)	±	+++	++	+	+
М'ясо-пептонний агар	-	-	-	-	-
Середовище з вівсяних пластівців	+	+	++	±	±
Шматочки картоплі +10%-й розчин сахарози**	±	+++	+++	+	+
<b>Напівщільні середовища</b>					
Середовище з вівсяних пластівців + 10%-й розчин сахарози	±	+++	++	+	±
Агар Сабуро (за ГОСТ)+10%-й розчин сахарози	±	++	++	+	+
Агар Сабуро (№ 2 ГРМ) +10%-й розчин глюкози	±	+++	+++	+	+
<b>Рідкі середовища</b>					
Картопляний бульйон (КБ)	-	-	±	±	-
КБ + 2 % глюкози	-	+	±	-	-
КБ + 10 % глюкози	±	+	+	±	±
Глюкозо-пептонно-дріжджове середовище (ГРУ)	±	+	+	±	±
10%-й розчин сахарози	+	++	++	±	±
М'ясо-пептонний бульйон (МПБ)	-	-	+	-	-
МПБ + 2 % глюкози	±	+	+	±	±
МПБ + 10 % глюкози	±	+	+	+	±
ГРУ № 3	+	++	++	±	±
КБ + ГРУ № 3	±	+	+	±	±
Глюкозо-пептонне середовище	+	++	+	+	±
ГРУ № 5	+	+++	+++	++	+
МПБ +1,5 % желатини та 2 % глюкози	нд	нд	+++	нд	нд
Пептонна вода з глюкозою	нд	нд	++	нд	нд
Пептонна вода з сахарозою	нд	нд	+++	нд	нд
Пептонна вода з лактозою	нд	нд	++	нд	нд
Середовище «Б» з лимонною кислотою	нд	++	нд	нд	нд
Середовище Бейеринка	нд	нд	+	нд	нд

П р и м і т к а: \* візуальна оцінка росту *P. brunnea*: «-» — відсутність росту, «±» — дуже слабкий ріст, «+» — слабкий ріст; «++» — ріст середньої інтенсивності, «+++» — візуально добре помітне збільшення «колоній» або накопичення біомаси (інтенсивний ріст). \*\* — pH 10%-го розчину сахарози; «нд» — не досліджувалось, оцінка проведена відповідно до даних літератури (Issatschenko, 1951; Liakh, Ruban, 1970).

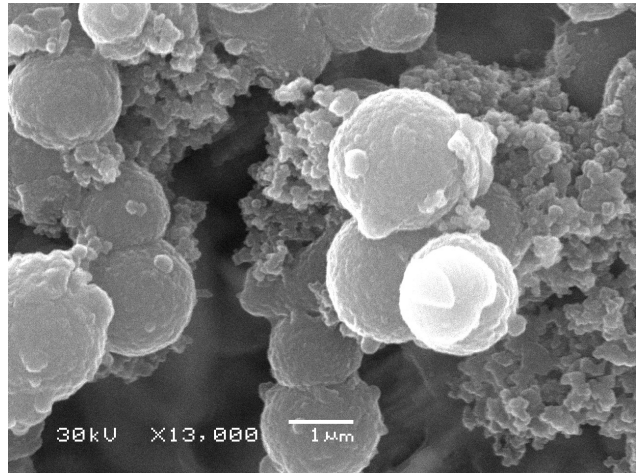
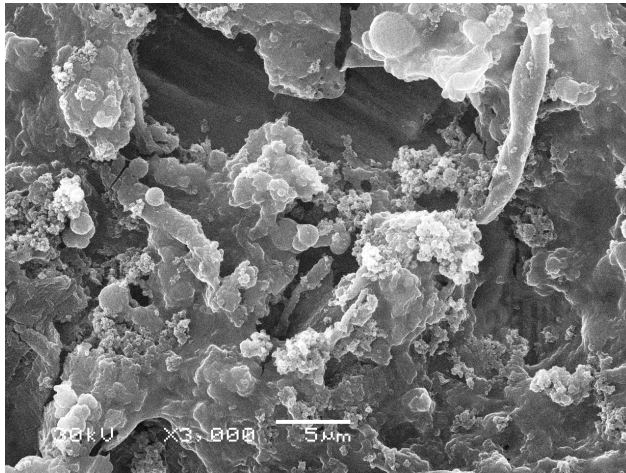


Рис. 2. Скупчення клітин сферичної форми *Pseudonadsoniella brunnea*  
 Fig. 2. Aggregations of spherical cells of *Pseudonadsoniella brunnea*

залежно від віку культури); на низці твердих середовищ (КГА, Сабуро, МЕА, шматочки картоплі) та рідких (пептонна вода з різними цукрами, середовище «Б» із лимонною кислотою, МПБ із глюкозою та желатиною) — фіксується багато скупчень обох типів клітин *P. brunnea*, що брунькуються й утворюють короткі ланцюжки.

## Висновки

Отже, оптимальними для росту *P. brunnea* визнано кислі (рН 3—4) живильні середовища. Серед 32-х досліджених середовищ (11 — щільних, 3 — напівщільних, 18 — рідких) найкращими для культивування антарктичного темнопігментованого дріжджоподібного гриба *P. brunnea* визначено 5 щільних середовищ (КГА, агар Сабуро, середовище з вівсяних пластівців, шматочки сирі картоплі без додавання та з додаванням 10%-го розчину сахарози), напівщільні середовища (з вівсяних пластівців із 10%-м розчином сахарози, агар Сабуро із 10%-м розчином глюкози або сахарози) та 9 рідких середовищ (модифіковане глюкозо-пептонно-дріжджове (ГРУ) № 3 і № 5, глюкозо-пептонне, 10%-й розчин сахарози, середовище «Б» з лимонною кислотою, пептонна вода (ПВ) із різними цукрами (сахарозою, глюкозою, лактозою), МПБ із глюкозою та желатиною).

Визначення оптимальних умов розвитку антарктичного дріжджоподібного гриба *P. brunnea* як продуцента меланіну потребує подальших досліджень.

Автор висловлює щире подяку співробітникам ННЦ «Інститут біології» Т.В. Акуленко та О.О. Моргаєнко за технічну допомогу в процесі приго-

тування низки живильних середовищ (за Issatschenko, 1951; Liakh, Ruban, 1970), а також науковому співробітникові Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного В.І. Сапсаю за допомогу у проведенні електронномікроскопічного дослідження.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Boo S.Y., Wong C.M.V.L., Rodrigues K.F., Najimudin N., Murad A.M.A., Mahadi N.M. Thermal stress responses in Antarctic yeast, *Glaciozyma Antarctica* PI12, characterized by real-time quantitative PCR. *Polar Biol.*, 2013, **36**, pp. 381—389. doi.org/10.1007/s00300-012-1268-2.
- Chyzhanska N., Beregova T. Effect of melanin isolated from Antarctic yeasts on preservation of pig livestock after ablation. *Ukr. Antarctic J.*, 2009, **8**, pp. 382—385.
- Falalyeyeva T.M., Tsyryuk O.I., Chyzhanska N.V., Zharkova V.P. The influence of melanin isolated from Antarctic yeasts on cortisoliblood level of rats in conditions of stress action. *Ukr. Antarctic J.*, 2009, pp. 391—394.
- GOST 9.048-89. *Products technical*, Moscow: Izd-vo standartov, 22 pp. [ГОСТ 9.048-89 *Изделия технические*. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. Введ. 26.06.89. — М.: Изд-во стандартов, 1989. — 22 с.]
- Henriquez M., Chaves R., Vaga I. Antarctic fungi: Sources of new chemical substances with antibacterial properties. *Chilean Antarctic Bulletin*, 2013, **13**(1—2), p. 12.
- De Hoog G.S., Vicente V.A., Najafzadeh M.J., Harrak M.J., Badali H., Seyedmousavi S. Waterborne *Exophiala* species causing disease in cold-blooded animals. *Persoonia*, 2011, **27**, pp. 46—72. doi.org/10.3767/003158511X614258.
- Issatschenko B.L. Issledovaniya nad bakteriyami Severnogo Ledovitogo okeana. In: *Izbrannye Trudy*, 1951, vol. 1, pp. 111—185 [Исаченко Б.Л. Исследования над бактериями Северного Ледовитого океана // *Избранные труды*. — Т.1. — С. 111—185].
- Kondratyuk T.O., Morgaienko O.O., Beregova T.V., Ostapchenko L.I. *Peculiarities of Antarctic microorganisms*

and perspectives of their usage in biotechnology and medicine. In: *VII<sup>th</sup> International Antarctic Conference, May 12–14, 2015*, Kyiv, 2015a, pp. 57–59.

- Kondratyuk T.O., Kondratyuk S.Y., Morgaienko O.O., Khimich M.V., Beregova T.V., Ostapchenko L.I. *Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Agaricomycotina), a new brown yeast-like fungus producing melanin from the Antarctic; with notes on nomenclature and type confusion of *Nadsoniella nigra*, *Acta Botanica Hungarica*, 2015b, 57(3–4), pp. 291–320, doi: 10.1556/034.57.2015.3-4.5
- Liakh S.P., Ruban E.L. *Izvestia Akad. nauk USSR, Ser. Biol.*, 1970, 4, pp. 581–592 [Лях С.П., Рубан Е.Л. Антарктические «черные дрожжи» *Nadsoniella nigra* var. *Hesuelica* (характеристика и идентификация штамма 365 // *Известия Академии наук СССР, Сер. Биол.* — 1970. — 4. — С. 581–592].
- Margesin R., Fauster V., Fonteyne P.A. Characterization of cold-active pectate lyases from psychrophilic *Mrakia frigida*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 2005, 40(6), pp. 453–459. doi.org/10.1111/j.1472-765X.2005.01704.x
- Samson R.A., Hoekstra E.S., Frisvad J.C. *Introduction to food and airborne fungi*, Wageningen, the Netherlands: Ponsen and Loooyen, 2004. — 389 p.
- Svahn S.K., Olsen B., Bohlin L., Göransson U., Chrysanthou E. *Penicillium nalgioense* Laxa isolated from Antarctica is a new source of the antifungal metabolite amphotericin B. *Fungal Biology and Biotechnology*, 2015, 1, p. 2, doi 10.1186/s40694-014-0011
- Sutton D.A., Fothergill A.W., Rinaldi M.G. *Guide to clinically significant fungi*. Moscow: Mir, 2001, 454 p. [Саттон Д., Фотергилл А., Ринали М. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. — М.: Мир, 2001. — 454 с.].
- Turchetti B., Goretti M., Branda E., Diolaiuti G., D'Agata C., Smiraglia C., Onofri A., Buzzini, P. Influence of abiotic variables on culturable yeast diversity in two distinct Alpine glaciers, *FEMS Microbiol. Ecol.*, 2013, 86(2), pp. 327–340. doi.org/10.1111/1574-6941.12164.

Рекомендує до друку  
І.О. Дудка

Надійшла 20.09.2015 р.

**Кондратюк Т.А. Особенности роста темнопигментированного дрожжеподобного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Basidiomycota) на разнообразных питательных средах.** — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 478–483.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Учебно-научный центр «Институт биологии» ул. Владимирская, 64/13, г. Киев, 01601, Украина

Охарактеризованы особенности роста антарктического темнопигментированного дрожжеподобного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* на 32-х питательных средах (11 — плотных, 3 — полуплотных, 18 — жидких). Среди них лучшими для культивирования признаны агар Сабуро, агар Сабуро с 10%-м раствором сахарозы, оригинальная среда из овсяных хлопьев с отрубями и 10%-м раствором сахарозы, кусочки сырой картошки с добавлением и без добавления 10%-го раствора сахарозы, модифицированная глюкозо-пептонно-дрожжевая среда, пептонная вода с сахарозой, мясо-пептонный бульон с глюкозой и желатином. Оптимальными для роста *P. brunnea* являются кислые (pH = 3–4) питательные среды.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** антарктические дрожжеподобные грибы, оптимальные питательные среды.

**Kondratyuk T.O. Peculiarities of growth of a dark pigmented yeast-like fungus *Pseudonadsoniella brunnea* (Meripilaceae, Basidiomycota) on various nutrient media.** — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72(5): 478–483.

Institute of Biology, Scientific Educational Centre, Taras Shevchenko National University of Kiev 64/13, Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine

Peculiarities of the growth of a dark pigmented yeast-like fungus, *Pseudonadsoniella brunnea*, on 32 nutrient media (11 solid, 3 semisolid and 18 liquid ones) are characterized. The most optimal media for this fungus found to be Saburo agar, Saburo agar with 10 % sucrose solution, original medium with rolled oats, bran and 10 % sucrose solution, pieces of raw potato with and without 10 % sucrose solution, modified glucose peptone-yeast medium, peptone water with glucose, beef-extract [meat infusion] broth with glucose and gelatin. Acidic media (pH = 3–4) are the most optimal for *P. brunnea* growth.

**Key words:** Antarctic, yeast-like fungus, optimal nutrient media.

## — НОВІ ВИДАННЯ —

**Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин. Збірник: Матеріали III Міжнародної наукової конференції (4–7 червня 2014 р., м. Львів).** — Львів, 2014. — 251 с.

*Видання розраховане на ботаніків, мікологів, екологів, викладачів, аспірантів, студентів природничих спеціальностей, працівників у сфері охорони природи.*

## **JAPEWIA (RAMALINACEAE, ASCOMYCOTA) — НОВИЙ РІД ДЛЯ ЛІХЕНОБІОТИ УКРАЇНИ**

Ходосовцев О.Є., Дармоустук В.В., Громакова А.Б. *Japewia (Ramalinaceae, Ascomycota) — новий рід для ліхенобіоти України.* — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 484—486.

Рід *Japewia* вперше наводиться для території України з природного заповідника «Горгани». У повідомленні подано опис, вказано місцезнаходження в Україні, екологічні особливості та загальне поширення нового для ліхенобіоти нашої країни епіфітного лишайника *Japewia subaurifera*. Він зростає на корі *Picea abies* вище 1200 м над р. м. і характеризується накипною стерильною сланню, наявністю округлих соралей, в яких зовні розвиваються соредії коричневатого, а всередині — жовтувато-зеленуватого забарвлення.

Ключові слова: *Japewia*, Україна, природний заповідник «Горгани»

Рід *Japewia* Tønsberg описаний у 1990 р. норвезьким ученим Т. Тонсбергом після критичного дослідження стерильних соредіозних представників роду *Lecidea* Ach. s. lat. Рід містить усього два види — *J. tornoensis* (Nyl.) Tønsberg і *J. subaurifera* Muhr & Tønsberg, яких об'єднує наявність одноклітинних безбарвних аскоспор із багат шаровими товстими оболонками (Tønsberg, 1990).

Досліджуючи лишайники та ліхенофільні гриби природного заповідника «Горгани», у верхньому лісовому поясі смереково-ялицевих лісів знайшли одного з представників цього роду, який виявився новим для території України. Нижче наводимо короткий діагноз роду та опис виду, місцезнаходження, дані про його поширення й екологічні особливості.

### **Матеріали та методи досліджень**

Зразки лишайника зібрано авторами під час експедиційного дослідження території природного заповідника «Горгани» (Надвірнянський р-н, Івано-Франківська обл.) 1—6 травня 2015 р. Визначення проводили за стандартною методикою (Kondratiuk, 2008). Зразки лишайника зберігаються в ліхенологічному гербарії Херсонського державного університету (*KHER*) та в гербарії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (*CWU*).

### **Результати досліджень та їх обговорення**

*Japewia* Tønsberg, *Lichenologist* 22 (3): 205 (1990).

Слань накипна, зелено-сіра або зазвичай зеленувато-коричнева до коричневого кольору на відкритих поверхнях. Фотобіонт зелений, кокоїдний. Підслань нечітка, слабозвинена. Соралі присутні або не утворюються.

Апотечії рідкісні, біаторові, розсіяні, каштаново-коричневі, матові до глянцевих, 0,4(—0,6) мм діаметром, ± плоскі, зрідка опуклі. Власний ексципул слабожелатинізований, чорнувато-коричневий. Епітецій червонувато-коричневий, від К стає темно-коричневим, інколи вкритий безбарвним желатиновим шаром до 6 мкм завтовшки. Гіменіальний шар безбарвний або світло-коричневий, часто з жовтими масляними краплями, від К/І не змінюється. Парафізи дуже розгалужені, з'єднані між собою, тонкі, близько 1,5 мкм завширшки, апікальна клітина до 2,5 мкм діаметром із темно-коричневим пігментом. Сумки булавоподібні, з добре розвиненим амілоїдним куполом, неамілоїдними стінками та амілоїдним зовнішнім ковпачком, 1—8 споріві, *Lecidella*-типу. Аскоспори безбарвні, прості, яйцеподібно-еліпсоїдні до кулястих, стінка товста, чітко багат шарова в К.

*Japewia subaurifera* Muhr & Tønsberg, in Tønsberg, *Lichenologist* 22(3): 206 (1990). Фото: (Czarnota, 2009).

Слань накипна, ареольована, часто зливається, утворюючи плями між іншими накипними лишай-



никами, несередіозні ареоли нечіткі, зеленуваті, коли затінені, від зеленувато-коричневого до коричневого кольору на відкритих поверхнях, плоскі до злегка опуклих, переважно близько 0,15 мм діаметром, розсіяні. Соралі крапкоподібні, округлі, опуклі, більш-менш дискретні, до 0,2–0,4 мм у діаметрі, іноді утворюють лепрозну кірку. Соредії у діаметрі до 30 мкм, від коричневого до темно-коричневого забарвлення, жовтого або жовто-зеленого — всередині соралей, іноді зібрані в консоредії до 75 мкм діаметром, із жовтуватими масляними крапельками (у свіжому матеріалі). Підслань нечітка, слабзорозвинена, коричнювата. Апотеції в українському матеріалі відсутні. Соредії від дії на С посилюють колір, від К набувають темно-коричневого забарвлення, жовтий пігмент від К посилює колір, від КС стає блідо-помаранчевим. Містить лобарієву кислоту.

**Екологія.** Лишайник росте на корі хвойних порід дерев (*Picea abies* (L.) H. Karst., *Pinus cembra* L.) у верхньому лісовому поясі на висоті 1200–1500 м над р. м. разом із *Cyphelium tigillare* (Ach.) Ach., *Hypogymnia farinacea* Zopf, *H. physodes* (L.) Nyl., *H. tubulosa* (Schaer.) Hav., *Lecanora strobilina* (Spreng.) Kieff., *Mycoblastus affinis* (Schaer.) T. Schauer, *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *P. hyperopta* (Ach.) Vain., *Platismatia glauca* (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb., *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf.

**Місцезнаходження.** Івано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, природний заповідник «Горгани», Горганське лісництво, нижче пробної площі № 6, 1400 м над р. м., локалітет № 16, координати: N 48°46411 E 024°31678, на корі *Picea abies*, 05.05.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, А.Б. Громакова, В.В. Дармостук (*KHER*, *CWU* 200563); урочище Березоватські кливки, 1430 м над р. м., локалітет № 17, N 48°4628.1 E 024°3193.8, на *Pinus cembra*, 05.05.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, А.Б. Громакова, В.В. Дармостук (*KHER*, *CWU* 200564); пробна площа № 6, 1430 м над р.м, локалітет № 18, N 48°4615.0 E 024°3173.1, на *Picea abies*, 05.05.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, А.Б. Громакова, В.В. Дармостук (*KHER*, *CWU* 200565); квартал 10, пробна площа № 3, 1200 м над р. м., локалітет № 19, N 48°4678.2 E 024°312.6, на *Picea abies*, 05.05.2015, збір. О.Є. Ходосовцев, А.Б. Громакова, В.В. Дармостук (*KHER*, *CWU* 200566).

**Загальне поширення.** Вид *Japewia subaurifera* здебільшого поширений у бореальній зоні Північної півкулі. Особливо часто трапляється у Скандинавії

(Tønsberg, 1990), також наводиться для Шотландії, Ісландії, Росії, Естонії, Португалії, Чехії, Австрії, Туреччини (Boom van den, Giralt, 1996; Kristinsson, 1999; Palice, 1999; Halonen et al., 2000; Tønsberg et al., 2001), бореальної зони Північної Америки (Tønsberg, 1990, 1992; McCune et al., 2000; Hauck et al., 2006) та Японії (Ohmura, Kashiwadani, 1997). Єдину знахідку для Карпат зафіксовано на території Польщі (Czarnota, 2009).

**Примітки.** *Japewia subaurifera* найближчий до *J. torniensis*, але відрізняється наявністю соредій, вмістом лобарієвої кислоти й анатомічними особливостями. Вид морфологічно подібний до стерильних зразків *Lecidea pullata* (Norman) Th. Fr. і *Caloplaca lucifuga* Thor., однак його легко відрізнити за реакцією соредій на К. Соралі *C. lucifuga* від К набувають червоно-фіолетового забарвлення, на відміну від *J. subaurifera*, соралі якої від К коричневіють. Соралі *Lecidea pullata* не реагують на К.

*Автори вдячні професору В.П. Гелоті за налагодження комунікацій із адміністрацією заповідника, а також заступникові директора з наукової роботи природного заповідника «Горгани» М.Б. Шнільчаку за допомогу під час польових досліджень.*

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Boom van den P.P.G., Giralt M. Contribution to the flora of Portugal, lichens and lichenicolous fungi I., *Nova Hedwigia*, 1996, **63**(1/2), pp. 145–172.
- Czarnota P. *Japewia torniensis* and further localities of *J. subaurifera* found in the Carpathians, *Acta Mycol.*, 2009, **44**(2), pp. 259–264.
- Halonen P., Kukwa M., Motiejunaite J., Lohmus P., Martin L. Notes on lichens and lichenicolous fungi found during the XIV Symposium of Baltic Mycologists and Lichenologists in Jarvelja, Estonia, *Folia Cryptogamica Estonica*, 2000, **36**, pp. 17–21.
- Hauck M., Hofmann E., Schull M. Site factors determining epiphytic lichen distribution in a dieback-affected spruce–fir forest on Whiteface Mountain, New York: microclimate, *Annales Botanici Fennici*, 2006, **43**, pp. 1–12.
- Kristinsson H. The 12<sup>th</sup> meeting of the Nordic Lichen Society in Eidar, Iceland 1997, *Graphis Scripta*, 1999, **11**(1), pp. 13–21.
- Kondratyuk S. Ya. *Indykatsiia stanu navkolyshnoho sere-dovysshcha Ukrainy za dopomohoiu lyshainyktiv*, Kyiv: Naukova Dumka, 2008, 335 p. [Кондратюк С.Я. *Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників* — К.: Наук. думка, 2008. — 335 с.]
- McCune B., Rosentreter R., Ponzetti J.M., Shaw D.C. Epiphyte habitats in an old conifer forest in western Washington, U.S.A., *Bryologist*, 2000, **103**(3), pp. 417–427.

- Palice Z. New and noteworthy records of lichens in the Czech Republic, *Preslia*, 1999, **71**, pp. 289–336.
- Ohmura Y., Kashiwadani H. Lichens of Mt. O-akan and its adjacent areas, Hokkaido, Japan, *Bull. of the National Science Museum (Tokyo)*. Ser. B (Botany), 1997, **23**(1), pp. 1–24.
- Tønsberg T. *Japewia subaurifera*, a new lichen genus and species from north-west Europe and western North America, *Lichenologist*, 1990, **22**(3), pp. 205–212.
- Tønsberg T. The sorediate and isidiate, corticolous, crustose lichens in Norway, *Sommerfeltia*, 1992, **14**, pp. 1–331.
- Tønsberg T., Turk R., Hofmann P. Notes on the lichen flora of Tyrol (Austria), *Nova Hedwigia*, 2001, **72**(3/4), pp. 487–497.

Рекомендує до друку  
С.Я. Кондратюк

Надійшла 08.06.2015 р.

Ходосовцев А.Е.<sup>1</sup>, Дармостук В.В.<sup>1</sup>, Громакова А.Б.<sup>2</sup>  
***Japewia* (Ramalinaceae, Ascomycota) — новый род для  
лихенобиоты Украины.** — Укр. ботан. журн. — 2015. —  
**72**(5):

<sup>1</sup>Херсонский государственный университет  
ул. 40 лет Октября, 27, г. Херсон, 73000, Украина

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет имени  
В.Н. Каразина  
пл. Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина

Род *Japewia* впервые приводится для территории Украины из природного заповедника «Горганы». В статье дано описание, указаны местонахождения в Украине, экологические особенности и общее распространение нового для лихенобиоты страны эпифитного лишайника *Japewia subaurifera*. Он произрастает на коре *Picea abies* выше 1200 м над у. м. и характеризуется накипным стерильным слоевищем, наличием округлых до диффузных сорелей, в которых снаружи развиваются соредии коричневого, а внутри — желтовато-зеленоватого цвета.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Japewia*, Украина, природный заповедник «Горганы».

Khodosovtsev A.Ye.<sup>1</sup>, Darmostuk V.V.<sup>1</sup>, Gromakova A.B.<sup>2</sup>  
***Japewia* (Ramalinaceae, Ascomycota), a new genus for the  
lichen biota of Ukraine.** — Ukr. Bot. J. — 2015. — **72**(5):

<sup>1</sup>Kherson State University  
27, 40 let Oktyabrya Str., Kherson, 73000, Ukraine

<sup>2</sup>V.N. Karazin Kharkiv National University  
4, Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

The genus *Japewia* is reported from Gorgany Nature Reserve as a new for Ukraine. The description, localities in Ukraine, ecology and distribution data for *Japewia subaurifera* are provided. The lichen grows on a bark of *Picea abies* above 1200 m alt. and is characterized by crustose sterile thallus with rounded to diffuse soralia, brownish external soredia and yellow-greenish internal soredia.

К e y w o r d s : *Japewia*, Ukraine, Nature Reserve Gorgany.

## НОВІ ВИДАННЯ

**Внесок натуралістів-аматорів у вивчення біологічного різноманіття:** Матеріали Міжнародної наукової конференції, присвяченої 200-річчю від дня народження Людвіга Вагнера (14–16 травня 2015 р., м. Берегове, Україна). — Ужгород, 2015. — 676 с.

У збірнику представлені матеріали, присвячені життєвому шляху, науковій спадщині та різним аспектам творчості дослідників природи — як професійних науковців, так і натуралістів-аматорів; це історії вивчення різних груп рослин і тварин, дослідження природних комплексів, становлення природоохоронних територій, дендропарків, створення та формування колекційних фондів гербаріїв, ботанічних садів, дендраріїв тощо.

*Для фахівців у галузі біології, охорони природи та історії біологічної науки, вчителів шкіл, студентів вишів, а також широкого загалу освітян і краєзнавців.*



<http://dx.doi.org/10.15407/ukrbotj72.05.487>

О.М. КЛИМЕНКО

Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України

вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01004, Україна

[li\\_grey@mail.ru](mailto:li_grey@mail.ru)

## УЛЬТРАСТРУКТУРА ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ТА ВМІСТ ПІГМЕНТІВ У ПЛАВАЮЧИХ І ПІДВОДНИХ ЛИСТКАХ *NUPHAR LUTEA* ТА *NYMPHAEA ALBA*

Клименко О.М. Ультраструктура фотосинтетичного апарату та вміст пігментів у плаваючих і підводних листках *Nuphar lutea* та *Nymphaea alba*. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 487—497.

Досліджено ультраструктуру та вміст пігментів плаваючих і підводних листків водних гетерофільних рослин *Nuphar lutea* (L.) Smith. і *Nymphaea alba* L. Показано значну відмінність ультраструктури плаваючих і підводних листків вказаних видів рослин: підводним листкам притаманні більший розмір хлоропластів, більша кількість тилакоїдів у грані, більший парціальний об'єм фотосинтетичних мембран. Виявлено різницю щодо вмісту пігментів у різних типах листків: найбільша концентрація хлорофілів і каротиноїдів на одиницю сухої ваги зафіксована у підводних листків. Зворотна тенденція спостерігається в розподіленні пігментів на одиницю площі листка. На підставі аналізу отриманих даних і літературних джерел стосовно пластичності фотосинтетичного апарату рослин запропоновано модель адаптації підводних листків до водного середовища.

Ключові слова: *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, листок, гетерофілія, ультраструктура, пігменти

### Вступ

Одним із механізмів адаптації рослин до певних умов навколишнього середовища є гетерофілія — формування на одній рослині різних за формою листків, що супроводжується змінами їх структурно-функціональної організації, починаючи з прямої поділу клітин і закінчуючи змінами на субклітинному та молекулярному рівнях (Kordyum, 1996; Kordyum et al., 2003). Ознаки гетерофілії найяскравіше проявляються у водних рослин, оскільки їхні органи або частини органів перебувають у контрастних умовах — повітряному та водному середовищах. Наприклад, *Nuphar lutea* (L.) Smith. та *Nymphaea alba* L. мають плаваючі та підводні листки, що формують розетку на дні водойми. Зі зниженням рівня води *N. lutea* створює суходільну форму «terrestris» або «minoriflore», *N. alba* не має такої життєвої форми (Dubyna, 1982). Гетерофілія надає водним рослинам перевагу в адаптації до умов зовнішнього середовища. Метою дослідження був порівняльний аналіз ультраструктури та складу пігментів різних типів листків *N. lutea*

та *N. alba* для з'ясування спільних рис щодо їхньої адаптації до умов зовнішнього середовища.

### Об'єкти та методи досліджень

Для дослідження брали зрілі листки *N. lutea* та *N. alba*, які плавають на поверхні водойми, та підводні листки, що формують розетку на дні водойми глибиною 0,5 і 0,8 метра відповідно. З середньої третини листової пластинки вирізали ділянки мезофіту розміром 0,5 × 1 см. Фіксацію 2,5 %-вим глутаровим альдегідом та 1 %-вим OsO<sub>4</sub>, зневоднення в серії спиртів і заливання зразків у суміш епоксидних смол (епон-аралдит) здійснювали за загальноприйнятим методом (Reynolds, 1963). Ультратонкі зрізи (50—70 нм) для трансмісійної електронної мікроскопії отримували на ультрамікроскопі MT-XL (RMC Instrument, США). Зрізи переносили на бленди з формваровою підложкою та контрастували ураніацетатом і цитратом свинцю (Reynolds, 1963). Зразки досліджували в мікроскопах JEM 1200EX і JEM 1230EX (Jeol, Японія) та фотографували на фотоплівку Agfa Alliance Camera CE (Бельгія). Сканували негативи, використовуючи сканер Epson Perfection V700 Photo (Японія). Отримані цифрові зображення аналізували за допомо-

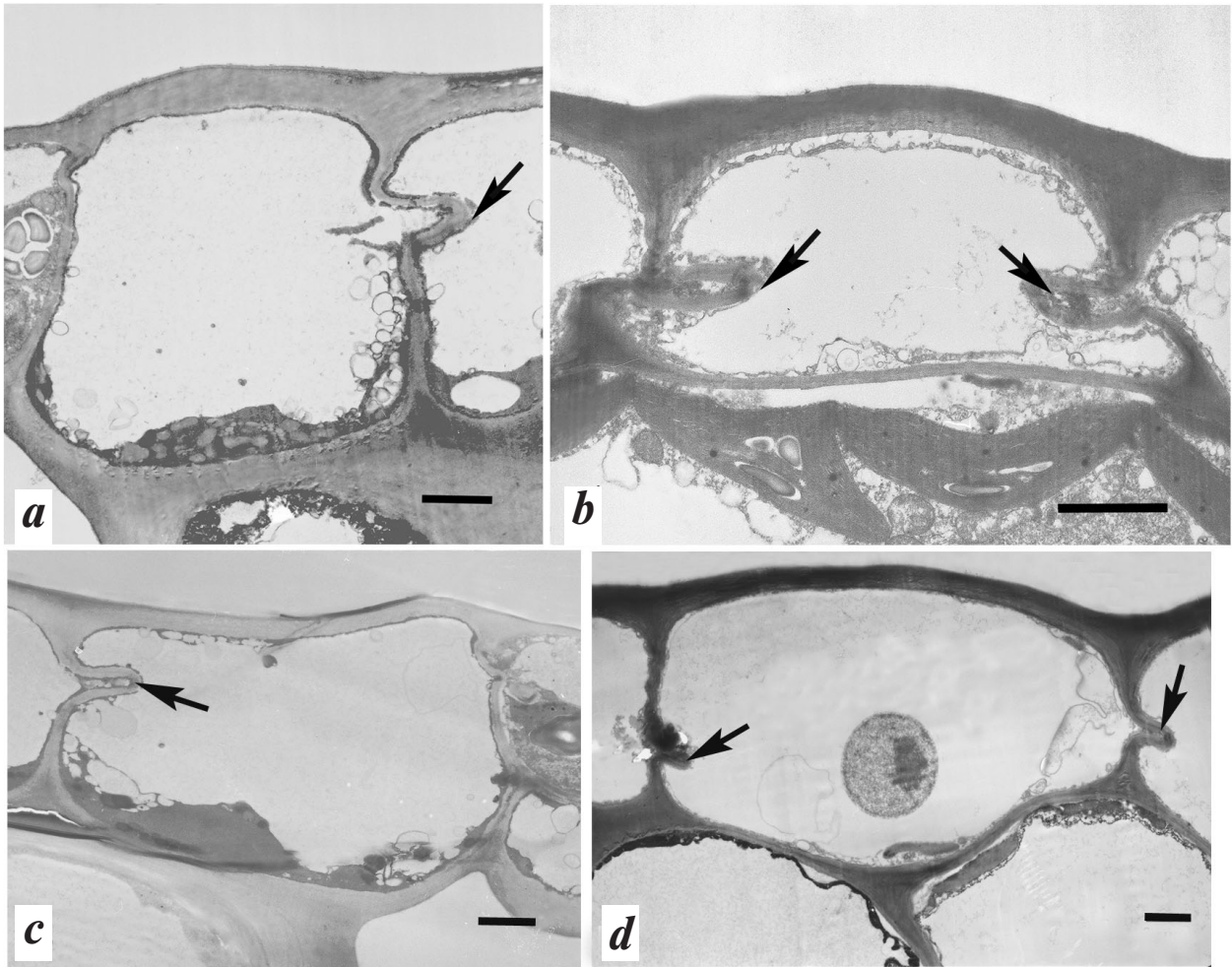


Рис. 1. Клітини верхнього епідермісу плаваючого (a, c) і підводного (b, d) листків *Nuphar lutea* та *Nymphaea alba*. Стрілками позначені вигини клітинної стінки, масштаб — 2 мкм

Fig. 1. Adaxial epidermis cells of floating (a, c) and submerged (b, d) leaves of *Nuphar lutea* and *Nymphaea alba*. Arrows indicate curve of cell wall, scale bar — 2  $\mu$ m

гою програми UTHSCSA Image Tool 3.0 (США). На фотографіях вимірювали лінійні розміри та площу хлоропластів, визначали кількість тилакоїдів у грані. Вимірювали по 50 органел на препаратах трьох листків кожного досліджуваного типу. Додатково розраховували об'єм і площу поверхні хлоропластів, парціальні й абсолютні об'єми фотосинтетичних мембран, строми хлоропластів (Silaeva, Silaev, 1979).

Для визначення вмісту пігментів висічки з листків (150 мг) гомогенізували з додаванням 85 % розчину ацетону. Гомогенізатор центрифугували впродовж 10 хв за 5000 обертів за хвилину. Надосадову рідину вимірювали на спектрофотометрі Specord M40 (Німеччина) за довжини хвиль 663,2, 646,8 і

470 нм. Вміст хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів перераховували на грам сухої маси й одиницю площі ( $\text{cm}^2$ ) листка за формулами Ліхтенталера та Бушмана (Lichtenthaler, Buschmann, 2000). Паралельно з екстрагуванням пігментів ідентичні наважки з трьох листків кожного типу (150 мг) використовували для визначення сухої маси. Дані обробляли за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office 2007 (Excel 7). Усі отримані числові значення тестували щодо нормальності розподілу значень у вибірці. Достовірну різницю між незалежними вибірками даних визначали за критерієм Стьюдента ( $p \leq 5\%$ ) за нормальним розподілом і критерієм Манна-Уїтні (*U-test*) ( $p \leq 5\%$ ) у разі розподілу, що відрізнявся від нормального.

## Результати досліджень та їх обговорення

Плаваючим листкам *N. lutea* та *N. alba* притаманний дорзовентральний тип мезофілу, що диференційований на палисадну паренхіму, яка має 4—8 шарів циліндричних клітин, і губчасту паренхіму, утворену з тонкостінних овальних клітин і великих міжклітинників (аеренхіми). У підводних листках досліджуваних рослин гомогенний тип мезофілу складається з 6—8 шарів клітин недиференційованого мезофілу, наявні невеликі міжклітинники (Kordyum, Klimentko, 2013; Klymenko, 2014). Ультраструктура клітин епідермісу плаваючих і підводних листків *N. lutea* та *N. alba* подібна: ядро округлої форми розташовується біля внутрішньої тангентальної стінки клітини, велика вакуоля заповнена розрідженим осміофільним вмістом і займає центральне положення, зрідка фіксуються 1—3 хлоропласти на зріз клітини (рис. 1). Пластиди містять слаборозвинені грани, пластоглобули, великі крохмальні зерна. Мітохондрії з добре розвиненою системою крист й інтрамітохондріальними гранулами. Ендоплазматичний ретикулум та апарат Гольджі нерозвинені. Між клітинною оболонкою та плазмалею спостерігаються везикули, трапляються ліпідні краплі. Клітини епідермісу вкриті шаром кутикули та додатково у плаваючих листків — шаром воску. Їхні зовнішні клітинні стінки потовщені порівняно з антиклінальними. Особливістю антиклінальних стінок клітин епідермісу всіх типів листків досліджуваних рослин є утворення петлеподібних вигинів (рис. 1), формування яких описане лише у підводних листків багатьох водних рослин, наприклад, *Batrachium eradatum* (Laest.) Fries., *Batrachium peltatum* (Schrank.) C. Presl., *Halophila minor* (Zoll.) Hartog, *Hyrilla verticillata* (L.f.) Royle, *Zostera marina* L. Припускається, що

вигини клітин епідермісу пов'язані з умовами підводного існування. Петлеподібні вигини збільшують поверхню обміну клітини з апопластом, сприяють розширенню контакту з водним середовищем й інтенсифікації процесів поглинання (наприклад, бікарбонатів) або виділення речовин (Milashvili, Gamaley, 1985). На нижній поверхні плаваючих і підводних листків розташовані гідропоти — чашоподібні, підняті над епідермісом залозки.

Ультраструктура клітин мезофілу плаваючих листків досліджуваних рослин типова для фотосинтезуючих клітин: клітини містять велику центральну вакуолю, ядро видовженої або округлої форми. У *N. lutea* гранулярний ендоплазматичний ретикулум представлений численними вузькими цистернами, тоді як у *N. alba* він нерозвинений. У цитоплазмі клітин палисадної паренхіми *N. alba* наявні ліпідні краплі. В обох видів зрідка трапляються периплазматичні тільця та в деяких клітинах вакуоля заповнена осміофільним вмістом. Мітохондрії клітин палисадної паренхіми обох видів мають розвинену систему крист. Популяція мітохондрій поліморфна: спостерігаються органели округлої, овальної та видовженої форм. Мітохондрії містять інтрамітохондріальні гранули, мають здебільшого ортодоксальну конфігурацію з вузькими кристами та просвітленим матриксом, але зрідка фіксуються органели конденсованої конфігурації, площа варіює в межах 0,16—2,06 мкм<sup>2</sup> у *N. lutea* та 0,10—0,65 мкм<sup>2</sup> — у *N. alba*. Максимальна кількість мітохондрій, які контактують із хлоропластами, — 5. Хлоропласти лінзоподібної форми розташовуються вздовж антиклінальних стінок (рис. 2, a, b), їхня довжина та ширина в досліджуваних видів не мають статистично достовірної різниці, як і об'єм хлоропласта та площа поверхні (табл. 1).

Таблиця 1. Морфометричні показники ультраструктури хлоропластів *Nuphar lutea* та *Nymphaea alba*

Вид	Листки	Шар мезофілу	Довжина хлоропласта, мкм	Ширина хлоропласта, мкм	Об'єм хлоропласта, мкм <sup>3</sup>	Площа поверхні хлоропласта, мкм <sup>2</sup>	Кількість тилакоїдів на грану
<i>N. lutea</i>	Плаваючі	Палисадна паренхіма	4,46±0,22 <sup>a</sup>	1,32±0,09 <sup>a</sup>	10,79±1,03 <sup>a</sup>	35,79±2,70 <sup>a</sup>	2,63±0,12 <sup>a</sup>
<i>N. alba</i>			4,31±0,17 <sup>a</sup>	1,16±0,04 <sup>a</sup>	10,69±1,11 <sup>a</sup>	34,97±2,61 <sup>a</sup>	2,08±0,05 <sup>b</sup>
<i>N. lutea</i>	Підводні	Верхній	5,26±0,19 <sup>b</sup>	1,22±0,04 <sup>a</sup>	15,47±1,66 <sup>b</sup>	48,38±2,52 <sup>b</sup>	8,30±0,57 <sup>c</sup>
		Нижній	5,21±0,16 <sup>b</sup>	1,22±0,05 <sup>a</sup>	14,79±1,19 <sup>b</sup>	48,28±2,69 <sup>b</sup>	8,82±0,66 <sup>c</sup>
<i>N. alba</i>		Верхній	5,52±0,20 <sup>b</sup>	1,12±0,05 <sup>a</sup>	17,40±2,22 <sup>b</sup>	54,97±4,24 <sup>b</sup>	12,94±0,93 <sup>d</sup>
		Нижній	5,34±0,16 <sup>b</sup>	1,06±0,03 <sup>b</sup>	13,10±1,08 <sup>b</sup>	49,17±2,98 <sup>b</sup>	11,27±0,77 <sup>d</sup>

Примітка: значення параметрів (M±m) у колонках з однаковими літерами у верхньому регістрі не мають достовірної різниці при P ≤ 0,05, n = 50.

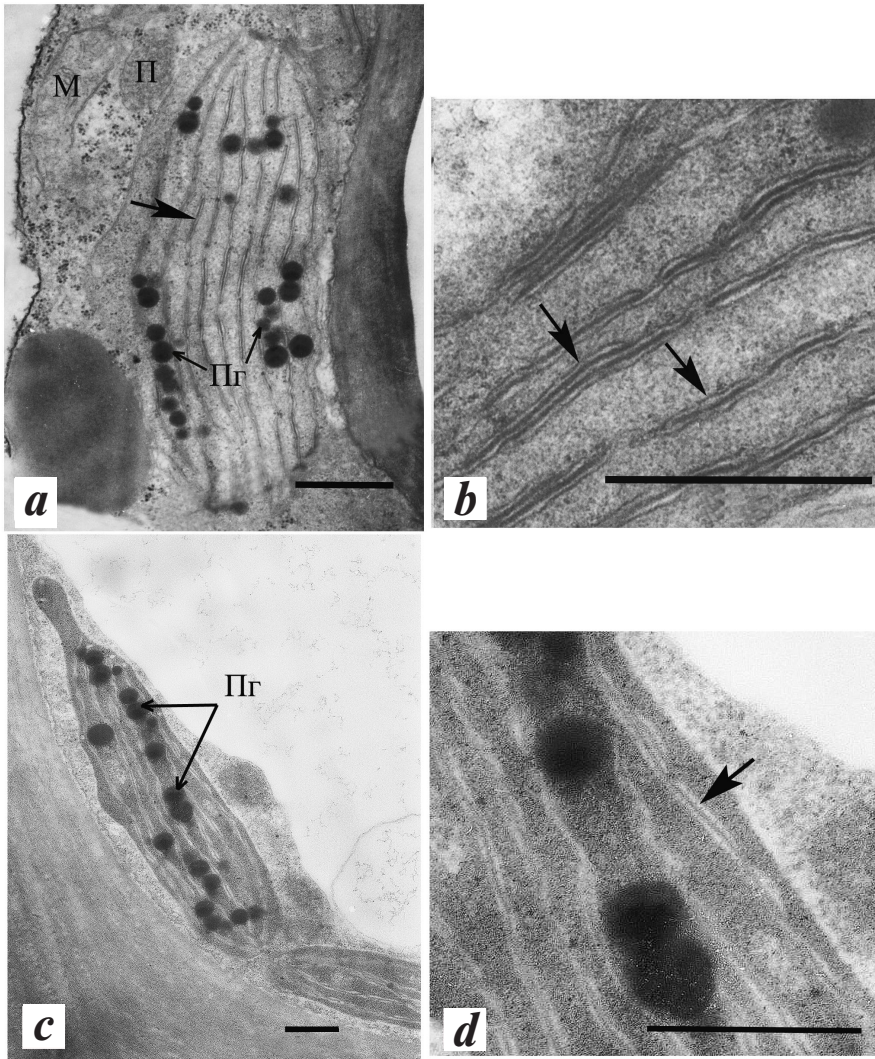


Рис. 2. Фрагмент клітини палисадної паренхіми плаваючого листка *Nuphar lutea* (a, b) і *Nymphaea alba* (c, d); a, c — загальний вигляд хлоропласта, b, d — фрагменти хлоропласта. М — мітохондрія, П — пероксисома, Пг — пластоглобули. Стрілками позначені грани. Масштаб — 500 нм

Fig. 2. The fragments of the palisade parenchyma cells of floating leaves of *Nuphar lutea* (a, b) and *Nymphaea alba* (c, d); a, c — chloroplast, b, d — chloroplast fragment. М — mitochondrion, П — peroxisome, Пг — plastoglobuli. Arrows indicate grana. Scale bar — 500 nm

Грани хлоропластів плаваючих листків *N. lutea* нараховують 2–8 тилакоїдів і 2–3 тилакоїди у *N. alba* (рис. 2, b, d). У *N. lutea* переважає фракція гран, де від 2 до 5 (96,2 %) тилакоїдів, фракція гран з більшою їх кількістю (від 6 до 11) сягає відповідно 3,8 %, тоді як у *N. alba* грани, в яких більше трьох тилакоїдів, не виявлені, тобто фракція гран з 2–5 тилакоїдами становить 100 %. Між значеннями парціального об'єму фотосинтетичних мембран і строми хлоропластів немає достовірної різниці, відмінності між видами спостерігаються лише в об'ємі гранальних тилакоїдів — у *N. alba* їхній парціальний об'єм менший за такий у *N. lutea* (табл. 2). Трапляються грани з розширеними тилакоїдами. Практично в усіх пластидах досліджуваних видів наявні пластоглобули (2–30 на зріз хлоропласта).

У *N. alba* поодинокі хлоропласти мають стромули (рис. 2, c).

Клітини губчастої паренхіми плаваючих листків досліджуваних видів містять велику центральну вакуолю, ядро видовженої форми, хлоропласти розташовані вздовж всієї клітинної поверхні, в них спостерігаються крохмальні зерна. Зрідка трапляються конденсовані мітохондрії.

Клітини недиференційованого мезофілу підводних листків *N. lutea* і *N. alba* мають видовжене ядро, велику центральну вакуолю, яка в деяких клітинах заповнена осміофільним аморфним вмістом. Гранулярний ендоплазматичний ретикулум незрозвинений. Спостерігається велика кількість периплазматичних тілець. Мітохондрії округлої та овальної форм, ортодоксальної конфігурації, з просвітленим матриксом із вузькими кристами,

Таблиця 2. Фотосинтетичні мембрани хлоропластів *Nuphar lutea* та *Nymphaea alba*

Вид	Листки	Шар мезофілу	Парціальний об'єм, %			
			Фотосинтетичні мембрани	Гранальні тилакоїди	Міжгранні тилакоїди	Строма
<i>N. lutea</i>	Плаваючі	Палісадна паренхіма	18,19±1,66 <sup>a</sup>	14,88±1,81 <sup>a</sup>	4,32±0,70 <sup>a</sup>	76,91±1,90 <sup>a</sup>
<i>N. alba</i>			13,85±0,90 <sup>a</sup>	9,20±0,75 <sup>b</sup>	4,66±0,36 <sup>a</sup>	81,23±1,30 <sup>a</sup>
<i>N. lutea</i>	Підводні	Верхній	49,65±2,70 <sup>b</sup>	42,13±2,66 <sup>c</sup>	7,52±0,56 <sup>b</sup>	46,70±2,58 <sup>b</sup>
		Нижній	47,62±2,89 <sup>b</sup>	41,07±1,40 <sup>c</sup>	6,55±1,50 <sup>b</sup>	52,48±2,84 <sup>c</sup>
<i>N. alba</i>	Підводні	Верхній	55,89±4,99 <sup>b</sup>	51,45±7,64 <sup>c</sup>	4,44±0,53 <sup>a</sup>	42,28±8,07 <sup>b</sup>
		Нижній	55,72±2,00 <sup>b</sup>	48,34±1,37 <sup>c</sup>	7,23±0,48 <sup>b</sup>	46,32±2,00 <sup>b</sup>

Примітка: значення параметрів ( $M \pm m$ ) у колонках з однаковими літерами у верхньому регістрі не мають достовірної різниці при  $P \leq 0,05$ ,  $n = 50$ .

іноді з інтрамітохондріальними гранулами. Площа органел *N. lutea* варіює в межах 0,12—1,03 мкм<sup>2</sup>, у *N. alba* — 0,08—0,66 мкм<sup>2</sup>. З хлоропластами контактують до 6 мітохондрій у клітинах *N. lutea* та не більше 2 мітохондрій — у *N. alba*. Хлоропласти лінзоподібної форми розташовуються вздовж периклінальних стінок клітин. Їхні довжина та ширина, об'єм і площа поверхні в клітинах верхнього та нижнього шарів недиференційованого мезофілу *N. lutea* і *N. alba* не мають статистично достовірної різниці (табл. 1). Система гран хлоропластів добре розвинена: грани клітин верхнього шару мезофілу *N. lutea* нараховують 2—25 тилакоїдів, нижнього — 2—41, тоді як ці показники в *N. alba* становлять 3—59 та 2—44 тилакоїди відповідно (рис. 3, *c, d*). У верхньому шарі мезофілу *N. lutea* переважає фракція гран, де (2—5) (44 %) тилакоїдів, у нижньому — від 6 до 10 (36,8 %), середня кількість тилакоїдів на грану —  $8,3 \pm 0,57$  і  $8,82 \pm 0,66$  відповідно та не має статистично достовірної різниці (табл. 1). У хлоропластах *N. alba*, незалежно від шару мезофілу, переважає фракція гран, в яких від 6 до 10 (35,5 %) тилакоїдів у верхньому та 32 % — у нижньому, середня кількість тилакоїдів на грану становить  $12,94 \pm 0,93$  і  $11,27 \pm 0,77$  відповідно (табл. 1). У гранах хлоропластів *N. alba* зафіксована більша максимальна та середня кількість тилакоїдів порівняно з *N. lutea*. Значення парціального об'єму фотосинтетичних мембран і гранальних тилакоїдів хлоропластів клітин мезофілу досліджуваних видів не має статистично достовірної різниці. Відмінності між видами виявлені лише в об'ємі міжгранних тилакоїдів — у *N. alba* в хлоропластах клітин верхнього мезофілу їхній парціальний об'єм менший за такий у *N. lutea* (табл. 2). У хлоропластах досліджуваних видів наявні пластоглобули — поодинокі у *N. lutea* та численніші — у *N. alba* (від 1 до 23), також спостерігаються поодинокі крохмальні зерна (рис. 3, *a, b*).

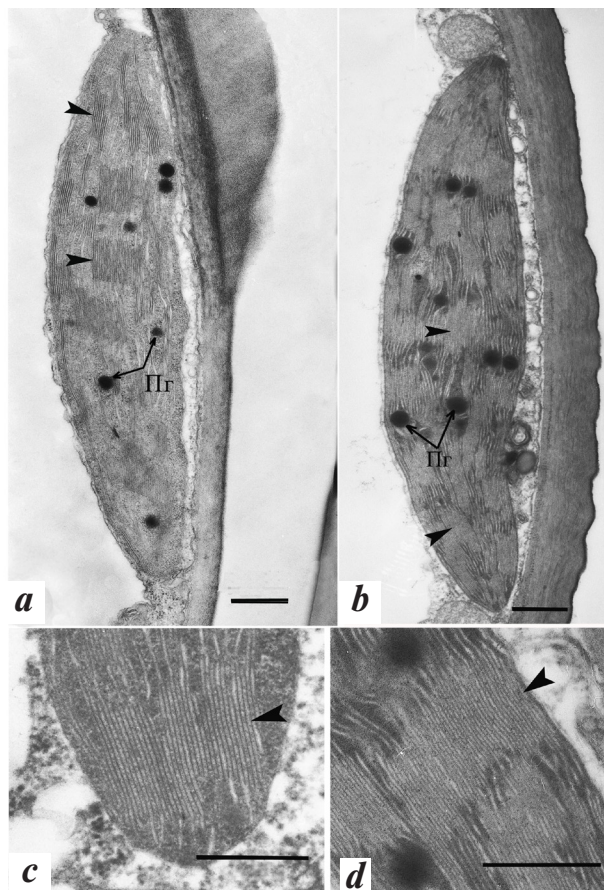


Рис. 3. Фрагмент клітини мезофілу підводного листка *Nuphar lutea* (*a, b*) і *Nymphaea alba* (*c, d*); *a, b* — загальний вигляд хлоропласта, *c, d* — фрагменти хлоропласта. Пг — пластоглобули. Стрілками позначені грани, масштаб — 500 нм

Fig. 3. The fragments of the mesophyll cells of submerged leaves of *Nuphar lutea* (*a, b*) and *Nymphaea alba* (*c, d*); *a, b* — chloroplast, *c, d* — chloroplast fragment. Пг — plastoglobuli. Arrowheads indicate grana, scale bar — 500 nm

Таким чином, ультраструктура клітин палісадної паренхіми плаваючих листків *N. lutea* і *N. alba* та недиференційованого мезофілу їхніх підводних листків значно відрізняється. Хлоропласти підводних листків, розташовані вздовж периклінальних стінок клітини, мають достовірно більші лінійні розміри, містять грани з більшою (в 4—6 разів) кількістю тилакоїдів, мають утричі—вчетверо більший парціальний об'єм фотосинтетичних мембран, слаборозвинений гранулярний ендоплазматичний ретикулум, велику кількість периплазматичних тілець. Розташування хлоропластів уздовж периклінальних стінок клітин мезофілу характерне для підводних листків водних рослин. Наприклад, у водної гетерофільної рослини *Ranunculus flabellaris* Raf. хлоропласти підводних листків містяться вздовж периклінальних стінок клітин мезофілу (Young et al., 1990). Припускається, що таке розміщення хлоропластів обумовлене не тільки низькою інтенсивністю світла, яка притаманна водному середовищу, а й доступністю CO<sub>2</sub>; орієнтація хлоропластів підводних листків уздовж периклінальних стінок засвідчує, що діоксид вуглецю потрапляє в них з води крізь епідерміс, при цьому кутикула стає основною перешкодою для його дифузії (Olesen, Madsen, 2000; Mommer, Visser, 2005).

Хлоропласти підводних листків *N. lutea* та *N. alba* мають більші розміри, ніж хлоропласти плаваючих листків. За лінійними розмірами пластиди цих рослин наближаються до пластид, притаманних тіншовитривалим рослинам. Така закономірність виявлена й щодо інших водних гетерофільних рослин, наприклад, *Hippus vulgaris* L. і *Sium latifolium* L. Хлоропласти підводних листків цих рослин мають достовірно більші лінійні розміри, площу поверхні та об'єм (Zauralova, 1980). Ще однією рисою, яка зближує підводні листки з листками тіншовитривалих рослин, є велика кількість тилакоїдів у грані. Хлоропласти, де в грані 6—20, а в окремих випадках — до 40 та більше тилакоїдів, описані в підводних листках *R. flabellaris*, *S. latifolium* і в досліджуваних нами рослин *N. lutea* та *N. alba* (Young et al., 1990; Nedukha, 2011). Типовість низьких гран з 2—5 тилакоїдами для хлоропластів листків світлолюбних рослин і високих — для хлоропластів тіншовитривалих рослин є широковідомим фактом (Goodchild et al., 1972).

Особливості тилакоїдної системи у світлолюбних і тіншовитривалих видів — це генетично обумовлені ознаки виду або роду, тоді як різниця струк-

тури тилакоїдної системи «світлових» і «тіншових» листків є фенотипічною за своїм походженням і виникає як адаптація у відповідь на зміну умов навколишнього середовища (інтенсивності освітлення, температури, рН та інших факторів) (Gamaleyi, Kylikov, 1978). Адаптивні реакції листків можуть бути як біохімічними, так і анатомічними. Однак зрілі, повністю розвинуті листки обмежені щодо зміни морфології й анатомії, тому їхня адаптація до світла різної інтенсивності відбувається на біохімічному (регулювання реакцій карбоксилювання, швидкості електронного транспорту тощо) та ультраструктурному (зміна просторової орієнтації хлоропластів і їхньої структури) рівнях (Ojangurenena, Goulden, 2013).

У хлоропластах підводних листків спостерігалися грани з розширеними, тобто набряклими тилакоїдами. Відомо, що до набряку тилакоїдів призводить широке коло фізичних і хімічних чинників: зміна рН середовища, накопичення в люмені тилакоїда іонів K<sup>+</sup> (так зване осмотичне набрякання), перебування рослини протягом тривалого періоду в темряві, засолення, вплив хімічних речовин різної природи, наприклад, нітратів, сульфатів (Pearcy, Franceschp, 1986; Benjamina, 1999). Ще однією особливістю ультраструктури клітин підводних листків *N. lutea* та *N. alba*, порівняно з плаваючими, є велика кількість периплазматичних тілець. Така особливість притаманна й листкам *R. flabellaris*. Вважається, що ці тільця беруть участь у транспорті розчинених речовин (Young et al., 1990).

В ультраструктурі фотосинтетичного апарату різних шарів мезофілу підводних листків *N. lutea* та *N. alba* відмінностей у лінійних розмірах хлоропластів, об'ємі, площі поверхні та парціальному об'ємі фотосинтетичних мембран не виявлено. Лише у хлоропластах нижнього шару мезофілу *N. lutea* спостерігається дещо більший об'єм строми (табл. 2).

Отже, в ультраструктурі клітин мезофілу плаваючих і підводних листків зафіксовано відмінності на рівні ультраструктури фотосинтетичного апарату, що, в свою чергу, призводить до різного перебігу фізіологічних процесів — фотосинтезу та дихання.

Вміст хлорофілу *a*, *b*, суми хлорофілів (*a+b*) і каротиноїдів на одиницю сухої маси (мг/г) достовірно вищий у підводних листках *N. lutea* та *N. alba* порівняно з плаваючими (табл. 3). У розподілі пігментів на одиницю площі листка (мг/см<sup>2</sup>) спос-



Таблиця 3. Вміст пігментів у листках *Nuphar lutea* та *Nymphaea alba* (мг/г сухої маси)

Пігменти	<i>N. lutea</i>	<i>N. alba</i>	<i>N. lutea</i>	<i>N. alba</i>
	Тип листків			
	плаваючі листки		підводні листки	
Хлорофіл <i>a</i>	3,99±0,58 <sup>a</sup>	2,81±0,23 <sup>a</sup>	8,03±0,32 <sup>b</sup>	5,46±0,63 <sup>c</sup>
Хлорофіл <i>b</i>	1,42±0,21 <sup>a</sup>	0,85±0,06 <sup>b</sup>	3,26±0,18 <sup>c</sup>	3,18±0,61 <sup>c</sup>
Хлорофіли ( <i>a+b</i> )	5,41±0,79 <sup>a</sup>	3,66±0,27 <sup>b</sup>	11,29±0,44 <sup>c</sup>	8,08±0,92 <sup>d</sup>
Каротиноїди	1,27±0,13 <sup>a</sup>	0,87±0,07 <sup>b</sup>	2,51±0,14 <sup>c</sup>	1,88±0,26 <sup>c</sup>
Хлорофіл <i>a/b</i>	2,81±0,07 <sup>a</sup>	3,30±0,21 <sup>b</sup>	2,49±0,11 <sup>a</sup>	2,12±0,10 <sup>c</sup>
Хлорофіл/ Каротиноїди	4,18±0,20 <sup>a</sup>	4,23±0,27 <sup>a</sup>	4,54±0,16 <sup>a</sup>	5,17±0,41 <sup>b</sup>

Примітка: між значеннями параметрів у рядках з однаковими літерами у верхньому регістрі немає достовірної різниці при  $P \leq 0,05$ ,  $n = 10$ .

Таблиця 4. Вміст пігментів у листках *Nuphar lutea* та *Nymphaea alba* (мкг/см<sup>2</sup> листка)

Пігменти	<i>N. lutea</i>	<i>N. alba</i>	<i>N. lutea</i>	<i>N. alba</i>
	Тип листків			
	плаваючі листки		підводні листки	
Хлорофіл <i>a</i>	21,95±0,78 <sup>a</sup>	30,05±2,65 <sup>b</sup>	5,56±0,33 <sup>c</sup>	11,57±2,67 <sup>d</sup>
Хлорофіл <i>b</i>	7,87±0,53 <sup>a</sup>	9,83±0,88 <sup>a</sup>	2,29±0,23 <sup>b</sup>	5,44±1,15 <sup>c</sup>
Хлорофіл ( <i>a+b</i> )	29,82±1,45 <sup>a</sup>	37,33±4,27 <sup>b</sup>	7,84±0,54 <sup>c</sup>	17,47±3,49 <sup>d</sup>
Каротиноїди	7,48±0,37 <sup>a</sup>	10,08±0,98 <sup>b</sup>	1,72±0,09 <sup>c</sup>	3,17±0,51 <sup>d</sup>

Примітка: між значеннями параметрів у рядках з однаковими літерами у верхньому регістрі немає достовірної різниці при  $P \leq 0,05$ ,  $n = 10$ .

терігається зворотна закономірність: найбільша кількість хлорофілів *a* та *b* і каротиноїдів притаманна плаваючим листкам, а найменша — підводним (табл. 4). Співвідношення хлорофілів *a/b* становить 2,81±0,07 у плаваючих і 2,49±0,11 — у підводних листків *N. lutea*. Значення цього показника у *N. alba* — 3,30±0,21 у плаваючих листків і 2,12±0,10 — у підводних (різниця достовірна). Аналогічна тенденція виявлена і щодо співвідношення хлорофілів до каротиноїдів (табл. 3).

Невелику кількість хлорофілів *a*, *b* і їхній сумарний вміст (*a+b*) на одиницю сухої маси плаваючих листків *N. lutea* та *N. alba* (табл. 3) пов'язують з їх існуванням за умов високої освітленості. У рослин, які адаптовані до великої інтенсивності світла, порівняно незначна кількість хлорофілу в листках забезпечує нормальну життєдіяльність і зменшує загрозу фотоушкодження клітини. Дослідження Ронжиної та співавторів показали, що середні значення вмісту хлорофілу на мг/г сухої маси плаваючих листків водних гетерофільних рослин становлять 7,62±0,62, підводних — 13,80±0,89, повітряних — 9,09±1,20 (Ronzhyna et al., 2004). Хоча в деяких водних рослин спостерігається протилежний розподіл фотосинтетичних пігментів: наприклад, у водної рослини *Littorella uniflora* (L.) Aschers. сумарний вміст хлорофілів (*a+b*) на оди-

ницю сухої маси в 1,5 раза вищий у надводних листках (6,35±1,05 мг/г) порівняно з підводними (4,26±0,05 мг/г) (Ronzhyna et al., 2004). У водних рослин *Myosotis scorpioides* L. і *Ranunculus trichophyllus* Chaix ex Vill. не виявлено достовірної різниці між вмістом хлорофілів (*a+b*) у повітряних і підводних листках. Ці види зростають у водоймах з невеликою глибиною, де інтенсивність світла не відрізняється від освітлення на суходолі. Тому припускається, що вони не виробили пристосувань, які характерні для різних типів листків повітряно-водних рослин (Germ, Gaberšček, 2003).

Для плаваючих листків, як і для листків наземних рослин, зміна вмісту пігментів у розрахунку на одиницю маси є наслідком зміни співвідношення фотосинтезуючих і нефотосинтезуючих тканин (Ronzhyna et al., 2004). Раніше ми показали, що парціальний об'єм міжклітинників плаваючих листків *N. lutea* становить 43,48±0,41 %, а листків *N. alba* — 69±1,03 %. Виходячи з цих даних, можна пояснити менший вміст хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів у листках *N. alba* (Kordyum, Klimentenko, 2013; Klimentenko, 2014). Підводні листки досліджуваних рослин мають вищу концентрацію фотосинтетичних пігментів на одиницю сухої маси (мг/г) порівняно з плаваючими листками. При цьому слід відзначити вищий вміст хлорофілу *a* та більшу суму

хлорофілів ( $a+b$ ) у підводних листків *N. lutea* порівняно з підводними листками *N. alba*, що складно пояснити змінами в анатомії листків (Klymenko, 2015). Відомо, що за низької інтенсивності світла зі збільшенням глибини зростання, замутиності води або певної зміни спектрального складу світла зменшується співвідношення хлорофілів  $a/b$ . Наприклад, у підводних листках *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle з переважанням зеленого та червоного світла знижується співвідношення хлорофілів  $a/b$  (1,95 і 2,02 відповідно) порівняно з блакитним і білим світлом (2,22 і 2,27 відповідно) (Van et al., 1977). Зменшення значення співвідношення хлорофілів  $a/b$  відображає збільшення частки хлорофілу  $b$ , який повністю зосереджений у головному світлозбиральному комплексі фотосистеми II (СЗКІІ) і може розглядатись як збільшення антенного комплексу фотосистеми II (Lichtenthaler et al., 1981). Однак кількість хлорофілу  $b$  у мг/г сухої маси підводних листків *N. lutea* і *N. alba* статистично достовірно не відрізняється (табл. 3). До певної міри більшу кількість хлорофілу  $a$  у підводних листках *N. lutea* можна вважати видоспецифічною ознакою.

Вміст каротиноїдів на одиницю сухої маси у підводних листках досліджуваних рослин статистично достовірно вищий, аніж у плаваючих (табл. 3). Вважається, що висока концентрація каротиноїдів у пігментному комплексі підводних листків обумовлена тим, що вони виконують функцію додаткових світлозбиральних пігментів і забезпечують поглинання світла в синьо-зеленій частині спектра (350—500 нм). Це дає змогу рослині ефективніше використовувати фотосинтетично активну радіацію у водному середовищі. У плаваючих листків, які зростають на яскравому світлі, каротиноїди виконують фотопротекторну функцію: захищають фотосинтетичний апарат від активних форм кисню (Grumbach, 1984). Важливою характеристикою пігментного комплексу є співвідношення хлорофілів і каротиноїдів, яке в різних видів рослин коливається в широких межах (від 2 до 7) (Pорова et al., 1984). Листкам *N. lutea* та *N. alba* різних типів притаманне доволі високе співвідношення хлорофілів до каротиноїдів: від 4,18 до 5,17 (табл. 3). Вважається, що співвідношення хлорофілів  $a/b$  та хлорофілів і каротиноїдів відображає саме пристосування окремого хлоропласта до змін світла, а сумарний вміст

пігментів на одиницю маси або площі залежить від анатомії листка (Wentworth et al., 2004). У підводних листків процес фотосинтезу інтенсивніший завдяки збільшенню ефективності поглинання світла (Ronzhyna et al., 2004), яка, в свою чергу, залежить від вмісту хлорофілу на одиницю площі: чим він вищий, тим більша частка поглинутого світла.

Як уже зазначалося, в розподілі пігментів на одиницю площі листка (мг/см<sup>2</sup>) у *N. lutea* та *N. alba* спостерігається зворотна закономірність: найбільша кількість хлорофілів і каротиноїдів притаманна плаваючим листкам, а найменша — підводним. Така сама тенденція простежується і в інших водних гетерофільних рослин. Наприклад, вміст пігментів у різних типах листків *Sagittaria sagittifolia* L. зростав у ряду підводні→плаваючі→повітряні: вміст хлорофілу  $a$  підвищувався з  $0,85\pm 0,14$  до  $3,42\pm 0,87$  мг/дм<sup>2</sup>, хлорофілу  $b$  — з  $0,30\pm 0,03$  до  $1,96\pm 0,66$  мг/дм<sup>2</sup>, каротиноїдів — від  $0,30\pm 0,06$  до  $0,93\pm 0,18$  мг/дм<sup>2</sup> (Klančnik et al., 2011). Отже, менший вміст хлорофілу на одиницю площі (мг/см<sup>2</sup>) у підводних листках *N. lutea* та *N. alba* порівняно з плаваючими обумовлений особливостями анатомічної будови: підводні листки мають значно тоншу пластинку з меншою кількістю шарів клітин мезофілу, в яких спостерігається небагато хлоропластів. Тимчасом окремі хлоропласти підводних листків можуть містити більше фотосинтезуючих пігментів, аніж пластиди плаваючих: у підводних листків зростають лінійні розміри хлоропласта та, відповідно, вміст пігментів в окремій пластиді. Отже, різницю щодо вмісту пігментів у досліджуваних видів можна пояснити особливостями анатомії їхніх листків: плаваючі та підводні листки *N. alba* мають більшу товщину та кількість шарів клітин мезофілу, що й зумовлює вищий вміст пігментів на одиницю площі порівняно з листками *N. lutea*.

За аналізом одержаних даних і літературних відомостей щодо пластичності фотосинтетичного апарату рослин ми пропонуємо модель адаптації підводних листків до існування у водному середовищі, яке відрізняється від повітряного за інтенсивністю та спектральним складом світла (рис. 4). Це зниження ефективності роботи фотосинтетичного електрон-транспортного ланцюга та збільшення вмісту пігментів на одиницю сухої маси листка, що корелює зі зміною ультраструктури хлоропластів — збільшенням кількості тилакоїдів у грані, розта-

шуванням хлоропластів уздовж периклінальних стінок клітин мезофілу й епідермісу, наявністю мезофілу гомогенного типу. Запропонована модель адаптації підводних листків водних рослин подібна до такої листків тіньовитривалих рослин. Інші автори виявили, що в листків, які затінені, змінюються функціональні показники, насамперед вміст фотосинтетичних пігментів: він зростає в окремому хлоропласті, але зменшується у перерахунку на одиницю сухої маси листка. Це відбувається за рахунок зміни як ультраструктури хлоропластів, так і анатомічної будови листків тіньовитривалих рослин порівняно зі світлолюбними: клітини мезофілу містять менше хлоропластів, але це компенсується їхніми більшими лінійними розмірами та великою кількістю тилакоїдів у грані. Вважається, що формування гран із численними тилакоїдами забезпечує більше світлозбиральних антен для поліпшення вловлювання розсіяного світла, адже кількість молекул пігменту на реакційний центр у них така ж, як і в світлолюбних рослин (Anderson, 1979; Marschall, Proctor, 2004; Momokawa et al., 2011). Отже, фенотипічна пластичність фотосинтетичного апарату забезпечує адаптацію рослин, зокрема гетерофільних водних рослин, до флуктуацій інтенсивності та спектрального складу світла.

## Висновки

На основі проведених досліджень ультраструктури фотосинтезуючих клітин, зокрема хлоропластів, плаваючих і підводних листків *N. lutea* та *N. alba* та вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів і каротиноїдів), виявлено значні відмінності між цими типами листків в обох вивчених видів. Ультраструктура хлоропластів клітин мезофілу підводних листків чітко відрізняється від хлоропластів плаваючих листків більшими лінійними розмірами, збільшеною кількістю тилакоїдів у грані, зростанням парціального об'єму фотосинтетичних мембран та вмісту фотосинтетичних пігментів на одиницю сухої маси. Щодо розподілу пігментів на одиницю площі листка, навпаки, спостерігається зворотна закономірність: найбільший вміст пігментів виявлений у плаваючих листків, що обумовлено особливостями анатомічної будови різних типів листків. Припускається, що якісні та кількісні зміни вмісту пігментів підводних листків мають компенсаторний характер і зводяться до збільшення світлозбиральної здатності фотосинтетичного апарату

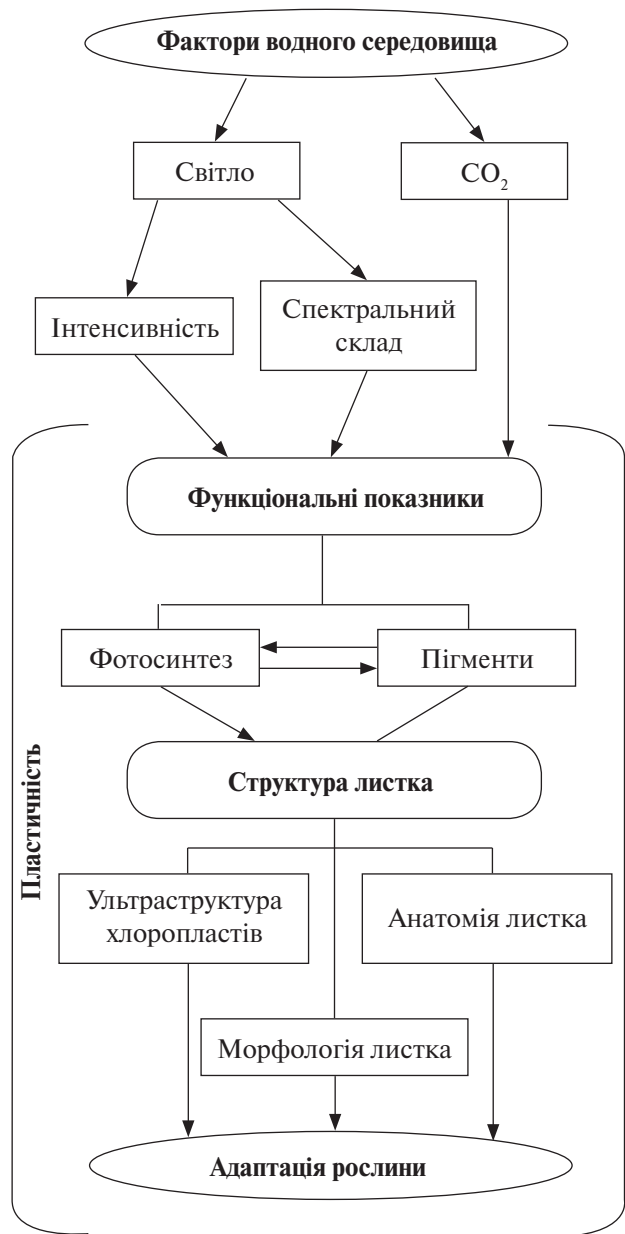


Рис. 4. Модель адаптації підводних листків до водного середовища

Fig. 4. Model of adaptation of the submerged leaves to water environment

рослин в умовах зменшення інтенсивності та зміни спектрального складу світла, що проходить крізь товщу води. Запропоновано модель адаптації підводних листків до існування у водному середовищі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Anderson I.M., Goodchild D.I., Boardman N.K. Composition of the photosystems and chloroplast structure in extreme shade plants, *Biochim. Biophys.*, 1973, **325**, pp. 573–585.
- Benamina K.J., Walker D.I., McComba A.J. Structural response of marine and estuarine plants of *Halophila ovalis* (R. Br.) Hook. to long-term hyposalinity, *Aquat. Bot.*, 1999, **64**, pp. 1–17.
- Dubyna D.V. *Kuvshinkovye Ukrainy*, Kiev: Naukova Dumka, 1982, 230 p. [Дубына Д.В. *Кувшинковые Украины*. — Киев: Наук. думка, 1982. — 230 с.]
- Gamaley U.I., Kylikov G.V. *Razvitie khlorenchimy lista*, Leningrad: Nauka, 1978, 192 p. [Гамалей Ю.И., Куликов Г.В. *Развитие хлоренхимы листа*. — Л.: Наука, 1978. — 192 с.]
- Germ M., Gaberščik A. Comparison of aerial and submerged leaves in two amphibious species, *Myosotis scorpioides* and *Ranunculus trichophyllus*, *Photosynthetica*, 2003, **41**(1), pp. 91–96.
- Goodchild D.J., Björkman O., Pylotiotis N.A. Chloroplast ultrastructure, leaf anatomy, and content of chlorophyll and soluble protein in rainforest species, *Carnegie Inst. Ann. Rept. Dir. Dep. Plant Biol.*, 1972, pp. 102–107.
- Grumbach K. Biosynthesis of carotenoids and quinones in higher plants and their participation in photosynthesis. In: *Structure, function and metabolism of plant lipids*. P.-A. Siegenthaler, W. Eichenberg., Amsterdam: Elsevier Sci. Publ., 1984, pp. 245–257.
- Klančnik K., Mlinar M., Gaberščik A. Heterophylly results in a variety of «spectral signatures» in aquatic plant species, *Aquat. Bot.*, 2011, **98**, pp. 20–26.
- Klymenko O.M., *Anatomiya plavayuchykh ta pidvodnykh lystkiv heterofilnoi rosliny Nymphaea candida L.* In: *Materialy 3 mizhnar. nauk. konf. z morfolohii roslin «Suchasna fitomorfologiya»*. Lviv, 2014, pp. 327–330 [Клименко О.М. *Анатомія плаваючих та підводних листків гетерофільної рослини Nymphaea candida L.: мат.-ли 3-ї міжнар. наук. конф. з морфології рослин «Сучасна фітоморфологія»*. — Львів, 2014. — Т. 6. — С. 327 — 330].
- Klymenko O.M. Morphology and anatomy features of leaves of heterophyllous plants *Nuphar lutea* (L.) Smith. and *Nymphaea alba* L. In: *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, part 1, 2015, pp. 345–348.
- Kordyum E.L. Sovremennye problemy kletchnoy biologii rasteniy. In: *Botanika i mikologiya na puti v tretie tysyacheletie*. Ed. S.P. Wasser, Kyiv: Naukova Dumka., 1996, pp. 245–255 [Кордюм Е.Л. Современные проблемы клеточной биологии растений // *Ботаника и микология на пути в третье тысячелетие* / Ред.С.П. Вассер. — Киев: Наук. думка, 1996. — С. 245–255].
- Kordyum E.L., Sytnik K.M., Baranenko V.V. *Kletochnye mekhanizmy adaptatsii rasteniy*, Kiev: Naukova Dumka, 2003, 229 p. [Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Бараненко В.В. *Клеточные механизмы адаптации растений*. — Киев: Наук. думка, 2003. — 229 с.]
- Kordyum E.L., Klimenko E.N. Chloroplast ultrastructure and chlorophyll performance in the leaves of heterophyllous *Nuphar lutea* (L.) Smith. *Plants, Aquat. bot.*, 2013, **110**, pp. 84–91.
- Lichtenthaler H.K., Buschmann C., Doll M. Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristics of high-light and low-light plants and of sun and shade leaves, *Photosynth. Res.*, 1981, **2**, pp. 115–141.
- Lichtenthaler H.K., Buschmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-vis spectroscopy. In: *Current protocols in food analytical chemistry*. Ed. R.E. Wrolstad, Canada: John Wiley & Sons Inc., 2000, pp. 171–179.
- Marschall M., Proctor M. C.F. Are bryophytes shade plants? Photosynthetic light responses and proportions of chlorophyll a, chlorophyll b and total carotenoids, *Ann. Bot.*, 2004, **94**, pp. 593–603.
- Milashvili T.P., Gamaley U.V. *Tsitologia*, 1985, **27**(5), pp. 511–517 [Милашвили Т.Р., Гамалей Ю.В. Особенности пластидного аппарата подводных и надводных листьев двух видов водного лютика // *Цитология*. — 1985. — **27**(5). — С. 511–517].
- Mommer L., Visser E. Underwater photosynthesis in flooded terrestrial plants: a matter of leaf plasticity, *Ann. Bot.*, 2005, **96**(4), pp. 581–589.
- Momokawa N., Kadono Y., Kudoh H. Effects of light quality on leaf morphogenesis of a heterophyllous amphibious plant, *Rotala hippuris*, *Ann. Bot.*, 2011, **108**, pp. 1299–1306.
- Nedukha O.M. *Heterophylly of plants*, Kyiv: Alterpress, 2011, 192 p. [Недуха О.М. *Гетерофілія у рослин*. — К.: Альтерпрес, 2011. — 192 с.]
- Ojanguren C.T., Goulden M.L. Photosynthetic acclimation within individual *Typha latifolia* leaf segments, *Aquat. bot.*, 2013, **111**, pp. 54–61.
- Olesen B., Madsen T.V. Growth and physiological acclimation to temperature and inorganic carbon availability by two submerged aquatic macrophyte species, *Callitriche cophocarpa* and *Elodea canadensis*, *Funct. Ecol.*, 2000, **14**, pp. 252–260.
- Pearcy R.W., Franceschp V.R. Photosynthetic characteristics and chloroplast ultrastructure of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> tree species grown in high- and low-light environments, *Photosynth. Res.*, 1986, **9**, pp. 317–331.
- Popova O.F., Slemnev N.N., Popova I.A. *Botan. zhurn.*, 1984, **69**, pp. 334–344 [Попова О.Ф., Слемнев Н.Н., Попова И.А. Содержание пигментов пластид у растений пустынь Гоби и Каракумы // *Ботан. журн.* — 1984. — **69**. — С. 334–344].

- Reynolds E.S. The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electronmicroscopy, *J. Cell Biol.*, 1963, **17**, pp. 208—212.
- Ronzhyina D.A., Nekrasova G.V., Piankov V.I. *Fiziol. rast.*, 2004, **51**(1), pp. 27—34 [Ронжина Д.А., Некрасова Г.Ф., Пьянков В.И. Сравнительная характеристика пигментного комплекса надводных, плавающих и погруженных листьев гидрофитов // *Физиол. раст.* — 2004. — **51**(1). — С. 27—34].
- Silaeva A.M., Silaev A.V. *Fiziol. biokh. kelt. rast.*, 1979, **6**, pp. 547—562 [Силаева А.М., Силаев А.В. Методы качественного анализа электронно-микроскопических изображений хлоропластов // *Физиол. биох. культ. раст.* — 1979. — **6**. — С. 547—562].
- Van T.K., Hailer W.T., Bowes G., Garrard L.A. Effects of light quality on growth and chlorophyll composition in *Hydrilla*, *J. Aquat. Plant. Manag.*, 1977, **15**, pp. 29—31.
- Wentworth M., Murchie E.H., Gray J.E. Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress II. Acclimation of photosynthesis, *J. Exper. Bot.*, 2006, **57**(3), pp. 699—709.
- Young J.P., Dengler N.G., Donnelly P.M. Heterophylly in *Ranunculus flabellaris*: the effect of abscisic acid on leaf ultrastructure, *Ann. Bot.*, 1990, **65**, pp. 603—615.
- Zauralova N.O. *Botan. zhurn.*, 1980, **65**(10), pp. 1439—1446 [Зауралова Н.О. Ассимиляционный аппарат некоторых видов пресноводных растений // *Ботан. журн.* — 1980. — **65**(10). — С. 1439—1446].

Рекомендує до друку  
О.К. Золотарьова

Надійшла 07.04.2015 р.

Клименко О.М. **Ультраструктура фотосинтетического аппарата и содержание пигментов плавающих и подводных листьев *Nuphar lutea* и *Nymphaea alba***. — 2015. — Укр. ботан. журн. — **72**(5): 487—497.

Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины

ул. Терещенковская, 2, г. Киев, 01004, Украина

Исследованы ультраструктура и содержание пигментов плавающих и подводных листьев водных гетерофильных растений *Nuphar lutea* (L.) Smith. и *Nymphaea alba* L. Показано значительное отличие ультраструктуры плавающих и подводных листьев исследованных видов растений: для подводных листьев характерны больший размер хлоропластов, большее количество тилакоидов в гране, больший парциальный объем фотосинтетических мембран. Установлены отличия в содержании пигментов в разных типах листьев: наибольшая концентрация хлорофиллов и каротиноидов в единице сухой массы характерна для подводных листьев. Обратная тенденция наблюдается в распределении пигментов на единицу площади листа. На основе анализа полученных данных и литературных источников о пластичности фотосинтетического аппарата растений предложена модель адаптации подводных листьев к водной среде.

К л ю ч е в ы е с л о в а : *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, лист, гетерофиллия, ультраструктура, пигменты.

Klymenko E.N. **Ultrastructure of photosynthetic apparatus and pigment content of floating and submerged leaves of *Nuphar lutea* and *Nymphaea alba***. — Ukr. Bot. J. — 2015. — **72**(5): 487—497.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine

2, Tereshchenkivska Str., Kyiv, 01004, Ukraine

The leaf mesophyll cells ultrastructure and pigment content of heterophyllous aquatic plants *Nuphar lutea* (L.) Smith. and *Nymphaea alba* L. are reported. The ultrastructural differences of submerged and floating leaves were determined. Submerged leaf chloroplasts are located along the periclinal cell walls. They have significantly greater linear dimensions, contain grana with a large number of thylakoids, and have greater partial volume of photosynthetic membranes. The difference in the content of pigments in leaves was demonstrated: submerged leaves had the highest content of chlorophyll and carotenoids per unit of dry weight; floating leaves had the lowest one. The opposite trend was observed in the content of pigments per unit area. Based on the analysis of the obtained data and the literature data on the plasticity of the photosynthetic apparatus of plants, a model of underwater leaves adaptation to the aquatic environment was proposed.

К е у w o r d s : *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, leaf, heterophylly, ultrastructure, pigments.

Г.В. КАЛАШНИК<sup>1</sup>, М.М. ГАЙДАРЖИ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», кафедра ботаніки

<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології», НДП «Інтродукованого та природного фіторизноманіття»

вул. Симона Петлюри, 1, м. Київ, 01032, Україна

Gal4enok28@ukr.net

## ОСОБЛИВОСТІ ЕПІДЕРМИ ПРОРОСТКІВ ПРЕДСТАВНИКІВ ПІДРОДИНИ *CACTOIDEAE* (*CACTACEAE*)

Калашник Г.В., Гайдаржи М.М. **Особливості епідерми проростків представників підродини *Cactoideae* (*Cactaceae*).** — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 498—504.

Досліджено епідерму проростків рослин підродини *Cactoideae* та здійснено порівняльний аналіз особливостей будови покривної тканини на різних ділянках рослини (гіпокотиль і стебло). Дослідження проводили на тримісячних проростках 10 видів рослин. Вивчено такі характеристики епідерми стебла та гіпокотилу: кількість клітин і продихів на мм<sup>2</sup>, розміри продихів, продиховий індекс, площа основних клітин епідерми, обриси епідермальних клітин, їхні проекції та суміжні кути. Показано, що основні клітини епідерми вивчених видів рослин мають великі розміри, причому для гіпокотилу вони значно більші, ніж для стебла. Їхні проекції й обриси на різних ділянках рослини також різняться. Продихи доволі великі, паразитного типу. Для стебла характерна суттєво більша їхня кількість, аніж для гіпокотилу, тут спостерігаються також відмінності в розмірах продихів. Таким чином, якісна та кількісна характеристики епідерми стебла відрізняються від такої гіпокотилу. Причому більшість кількісних показників демонструють достовірні відмінності. Показано, що епідерма на ранніх етапах онтогенезу розвивається в напрямку збільшення ксероморфності її основних ознак.

К л ю ч о в і с л о в а: *Cactaceae*, епідерма стебла, продихи, *Cactoideae*

### Вступ

Родина *Cactaceae* Juss. за сучасною номенклатурою складається з чотирьох підродин: *Pereskioideae* K. Schum., *Maihuenioideae* P. Fearn, *Opuntioideae* Burnett і *Cactoideae* Eaton. Найбільшою за кількістю видів є четверта підродина, що охоплює понад 1500 видів рослин (Anderson, 2001). Найхарактернішими їхніми морфологічними особливостями є повна редукція листків і наявність зеленого сукулентного стебла. Проростки представників перших трьох підродин мають тонкий гіпокотиль і більш-менш потовщені та великі за розмірами сім'ядолі, що зближує їх із такими мезофітів (Haidarzhly, Nikitina, Bahlai, 2011). Проростки рослин підродини *Cactoideae* є найбільш спеціалізованими як серед таких представників інших підродин родини *Cactaceae*, так і з-поміж проростків інших сукулентів (Haidarzhly et al., 2011). Вони мають потовщений соковитий гіпокотиль конічної (від 3—4 до 10—13 мм завдовжки) або кулястої форми (від 1 до 3—4 мм у діаметрі), сім'ядолі в них трикутні або шилоподібні. Останні в рослин із кулястою

формою гіпокотилу часто у вигляді невеличких горбиків. У проростків рослин із родів *Mamillaria* Haworth і *Melocactus* Link & Otto вони редуковані (Bahlai, 2008).

Більшість праць, присвячених дослідженню ранніх етапів онтогенезу представників підродини *Cactoideae*, стосуються вивчення їх морфології, особливостей проростання та екологічних факторів, що впливають на цей процес (Nobel, 1980; Jordan et al., 1982; Abud et al., 2012). При цьому лише деякі дослідники звертали увагу на анатомічну будову проростків, її зміни в процесі росту та під впливом чинників навколишнього середовища (Loza-Cornejo et al., 2003; Ayala-Cordero et al., 2006; Secorun et al., 2011; Odair, 2013). Особливості епідерми кактусів у парадермальній площині в цих роботах розглянуті поверхово або зовсім не розглянуті.

Тому ми акцентували увагу на вивченні епідерми проростків представників підродини *Cactoideae* в парадермальній площині та виявленні відмінностей у її будові — гіпокотилу та стебла одного проростка.

© Г.В. КАЛАШНИК, М.М. ГАЙДАРЖИ, 2015

## Об'єкти та методи досліджень

Дослідження проводили на тримісячних проростках рослин 10 видів підродини *Cactoideae* (*Rebutia flavistyla* F. Ritter., *Astrophytum myriostigma* Lem., *Rebutia senilis* var. *iseliensis* Krainz, *Mamillaria columbiana* var. *bogotensis* (Werdermann ex Backeberg) Dugand, *Mamillaria prolifera* (Mill.) Haw., *Melocactus maxonii* (Rose) Gürke, *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb., *Oreocereus celsianus* (Salm-Dyck) A. Berger ex Riccob., *Echinopsis eyriesii* Pfeiff. & Otto, *Echinopsis peruviana* (Britton & Rose) Friedrich & G.D. Rowley), вирощених в умовах оранжереї Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна з насіння власної репродукції. Для дослідження брали по три рослини видів *E. eyriesii* і *E. peruviana* та по п'ять екземплярів інших видів. Особливості будови епідерми стебла та гіпокотилу вивчали в парадермальній площині за такими характеристиками: кількість клітин епідерми на  $\text{мм}^2$  ( $n = 15$ ), середня площа основної зрілої клітини епідерми ( $n = 70$ ), кількість продихів на  $\text{мм}^2$  ( $n = 20$ ), розміри продихів ( $n = 12$ ), продиховий індекс ( $n$  — об'єм вибірки), характеристика проєкцій, обрисів і суміжних кутів епідермальних клітин. Мікропрепарати епідерми виготовляли зі стебла та гіпокотилу фіксованих у спирті рослин за загальноприйнятими методиками (Pausheva, 1988). Клітини епідерми описували за методикою С.Ф. Захаревича (Zakharevich, 1954), продихи — за М.А. Барановою (Baranova, 1985), продиховий індекс — за Б.Р. Васильєвим (Vasilev, 1988). Кількість клітин епідерми та продихів обчислювали зі збільшенням  $\times 300$  світлового мікроскопа XSP-146TP. Мікрофотографії забезпечила цифрова фотокамера Canon PowerShot A630. Вимірювання здійснювали за допомогою програми ImageJ. Статистичну обробку результатів виконували з використанням пакета програм Statistica 8.0 (StatSoft, USA).

## Результати досліджень та їх обговорення

Висота розглядуваних проростків коливається від 6—7 мм (*Melocactus maxonii*) і 15—17 мм (*E. eyriesii*, *E. peruviana*); діаметр рослини при основі гіпокотилу для більшості екземплярів — у межах 2—3 мм, а для *E. peruviana* — 4,0—4,5 мм; діаметр найширшої частини стебла варіює від 4,5 до 8 мм у різних видів. У всіх досліджених представників гіпокотиль добре виражений, становить приблизно половину рослини за довжиною, епикотиль невеликий, слабо виражений.

Характерно, що багато епідермальних клітин на обох частинах рослини (всіх вивчених видів) перебу-

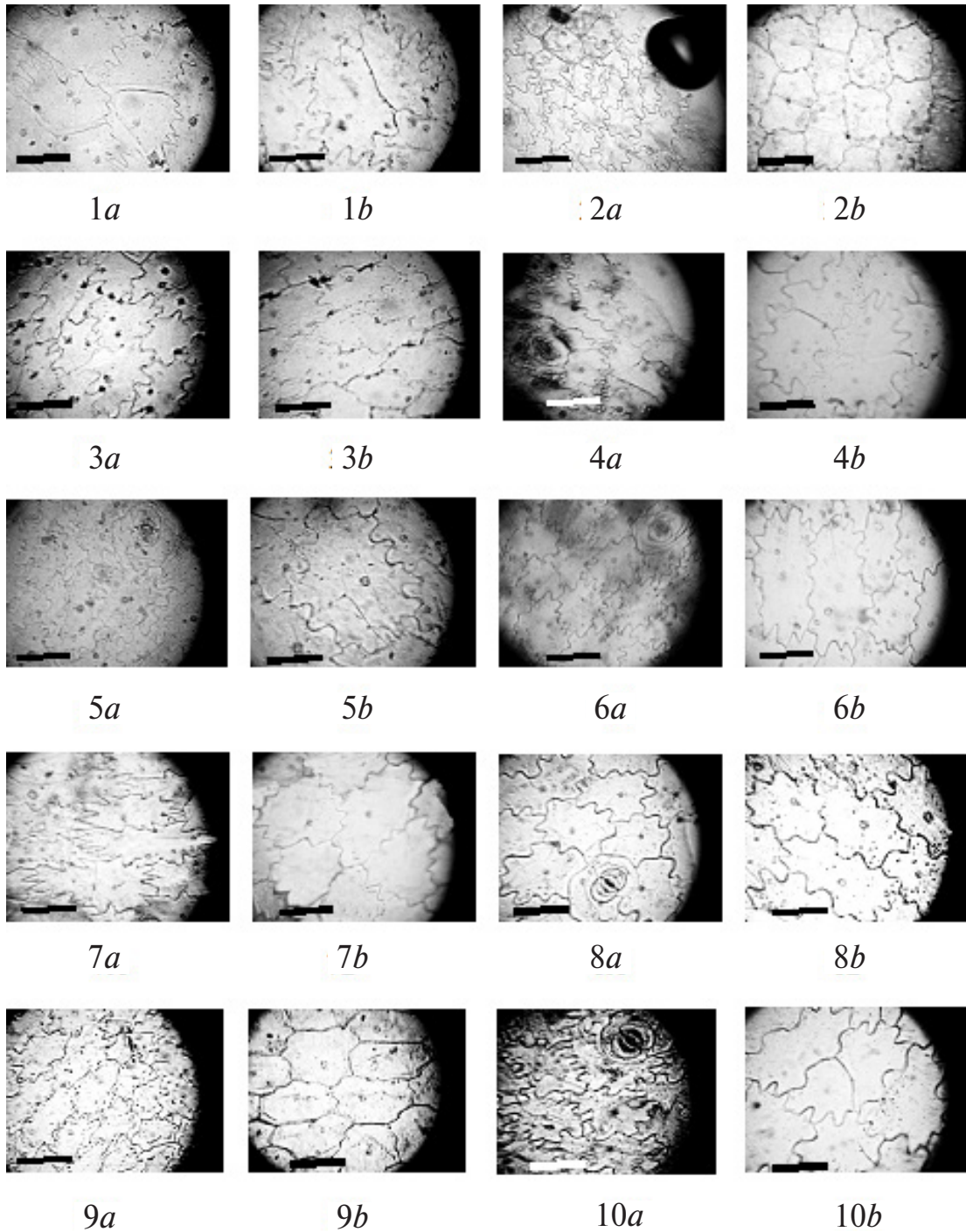
вали в стані поділу, вони не враховувалися в аналізі обрисів, проєкцій і суміжних кутів клітин епідерми.

Проєкції епідермальних клітин гіпокотилу рослин з роду *Rebutia* переважно витягнуті, з тупими або заокругленими та загостреними суміжними кутами; їхні обриси в *R. flavistyla* звивисті, а в *R. senilis* — рідкозвивисті або звивисто-зубчасті (рисунки 1b, 3b). Для стебел екземплярів обох видів характерні звивисті клітини епідерми з розпластаними та витягнутими проєкціями; суміжні кути — заокруглені та загострені (рисунки 1a, 3a).

В *Astrophytum myriostigma* клітини епідерми гіпокотилу з рідко-дрібнозвивистими обрисами, їхні проєкції витягнуті та розпластані (іноді майже квадратні), суміжні кути здебільшого тупі, зрідка — прямі або заокруглені й загострені (рис. 2b). Епідермальні клітини стебел цих рослин мають звивисті обриси, розпластані проєкції та заокруглені й загострені (зрідка прямі) суміжні кути (рис. 2a). Крім того, для рослин *A. myriostigma* характерна наявність на стеблі багатоклітинних зірчастих трихом, які на гіпокотилі відсутні.

У досліджених рослин із роду *Mamillaria* клітини епідерми гіпокотилу мають звивисті обриси, їхні проєкції розпластані (у *M. prolifera* зрідка спостерігаються клітини з витягнутими проєкціями); заокруглені та загострені суміжні кути переважають у представників обох видів, однак у *M. columbiana* іноді вони можуть бути прямі, а в *M. prolifera* — тупі (рисунки 4b, 5b). Епідермальні клітини стебла в *M. columbiana* мають дрібнозвивисті та звивисті обриси, витягнуті або зрідка розпластані проєкції, заокруглені й загострені або рідше — прямі суміжні кути (рис. 4a). У *M. prolifera* обриси епідермальних клітин переважно звивисті, рідше — дрібнозвивисті, їхні проєкції розпластані або іноді витягнуті, суміжні кути заокруглені та загострені, рідко — тупі чи прямі (рис. 5a).

Клітини епідерми гіпокотилу рослин з роду *Melocactus* мають дрібнозвивисті обриси та тупі або заокруглено-загострені суміжні кути. Проєкції епідермальних клітин у *M. maxonii* розпластані або витягнуті (рис. 6b), а в *M. bahiensis* — розпластані (рис. 7b). Епідермальним клітинам стебла *M. maxonii* притаманні звивисті або дрібнозвивисті обриси, розпластані або витягнуті проєкції та тупі або заокруглені та загострені суміжні кути (рис. 6a). У *M. bahiensis* на стеблі спостерігаються клітини зі звивистими або звивисто-хвилястими (майже зубчастими) обрисами, їхні проєкції витягнуті, рідше — розпластані; суміжні кути заокруглені й загострені (рис. 7a).



Епідерма стебла (a) та гіпокотилу (b) досліджених представників підродини *Cactoideae*: *Rebutia flavistyla* (1), *Astrophytum myriostigma* (2), *Rebutia senilis* var. *iseliensis* (3), *Mamillaria columbiana* var. *bogotensis* (4), *Mamillaria prolifera* (5), *Melocactus maxonii* (6), *Melocactus bahiensis* (7), *Oreocereus celsianus* (8), *Echinopsis eyriesii*(9), *Echinopsis peruviana* (10). Довжина штриха — 100 мкм

Stem (a) and hypocotyl (b) epidermis of some specimens of *Cactoideae*: *Rebutia flavistyla* (1), *Astrophytum myriostigma* (2), *Rebutia senilis* var. *iseliensis* (3), *Mamillaria columbiana* var. *bogotensis* (4), *Mamillaria prolifera* (5), *Melocactus maxonii* (6), *Melocactus bahiensis* (7), *Oreocereus celsianus* (8), *Echinopsis eyriesii*(9), *Echinopsis peruviana* (10). Scale bars — 100 μm



Таблиця 1. Кількісно-анатомічні показники епідерми гіпокотилу досліджених представників підродини *Cactoideae*

Вид	Показники епідерми гіпокотилу					
	Кількість клітин епідерми на мм <sup>2</sup>	Площа основних клітин епідерми, мкм <sup>2</sup>	Кількість продихів на мм <sup>2</sup>	Розміри продихів		Продиховий індекс
				довжина, мкм	ширина, мкм	
<i>Rebutia flavistyla</i>	85,5±2,7	15793,6±936,4	0,5±0,5	44±1,2*	27,3±0,2**	0,6
<i>Astrophytum myriostigma</i>	134±9,1***	8114,1±297,2***	3,3±0,9***	34,2±1,0	24,4±1,0	2,4
<i>Rebutia senilis</i>	178,4±32,1*	12746,9±1068,7***	3,5±0,7***	36,1±2,6	27,4±2,9	1,9
<i>Mammillaria columbiana</i>	77,3±13,6**	13476,6±697,8***	1,4±0,7***	—	—	1,5
<i>Mammillaria prolifera</i>	66,36±2,5***	24577,3±2402,4***	2,7±0,7*	34,7±0,7	26,2±1,3**	3,9
<i>Melocactus maxonii</i>	103,8±12,7**	13692,9±566,9***	2,8±0,8***	36,5±0,7	23,5±1,2	2,6
<i>Melocactus bahiensis</i>	90±5,9**	13662,18±466,1***	1,9±0,9***	35,3±1,1	26,7±1,9**	2,1
<i>Oreocereus celsianus</i>	73,9±7,7***	19206,2±877,4***	1,5±0,6***	38,6±0,4	31,4±1,8**	2
<i>Echinopsis eyriesii</i>	113,1±5,7***	11412,9±501,6***	2,5±0,9***	42,6±0,4**	24,9±0,4*	2,1
<i>Echinopsis peruviana</i>	70,9±1,5***	14120,2±520,2***	2,0±0,8***	44,9±1,7*	31,8±1,3*	2,7

Примітка: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$  — щодо показників епідерми стебла (табл. 2).

Клітинам епідерми гіпокотилу *O. celsianus* властиві звивисті обриси, розпластані та витягнуті проекції; суміжні кути тупі або заокруглені та загострені (рис. 8b). Стебла цих рослин мають епідерму зі звивистими та рідко-дрібнозвивистими клітинами, проекції яких розпластані та витягнуті, суміжні кути — гострі, тупі або заокруглені й загострені. Характерно, що клітини з витягнутими проекціями переважно з рідко-дрібнозвивистими обрисами (рис. 8a).

Досліджувані представники роду *Echinopsis* розрізняються за ступенем звивистості клітинних стінок, проекціями клітин і суміжними кутами. Гіпокотилу рослин *E. eyriesii* притаманні клітини епідерми з рідко-дрібнозвивистими або прямолінійно-звивистими обрисами, з розпластаними або зрідка багатокутними та витягнутими проекціями, тупими чи заокругленими і загостреними (інколи) суміжними кутами (рис. 9b). На стеблі рослин цього виду спостерігаються клітини епідерми зі звивистими або рідко-дрібнозвивистими обрисами, їхні проекції розпластані чи витягнуті, суміжні кути заокруглені й загострені, тупі чи інколи прямі (рис. 9a).

В *E. peruviana* для гіпокотилу характерні епідермальні клітини зі звивистими обрисами, їхні проекції розпластані, а суміжні кути здебільшого заокруглені й загострені, рідше — гострі (рис. 10b). Стебла цих рослин мають епідерму з крупнозвивистими та звивисто-хвилястими обрисами клітин, проекції яких розпластані, рідше — витягнуті, суміжні кути — заокруглені й загострені, прямі та тупі (рис. 10a).

Таким чином, у більшості досліджуваних видів, окрім *Mammillaria prolifera* та *Melocactus maxonii*, клітини епідерми гіпокотилу та стебла відрізняються

між собою за ступенем звивистості клітинних стінок, проекціями клітин і суміжними кутами.

Епідермальні клітини стебла та гіпокотилу більшості досліджуваних видів розрізняються і за кількісними ознаками. Так, статистично значущі відмінності для показників «кількість клітин епідерми на мм<sup>2</sup>» і «площа основних клітин епідерми» між епідермою обох частин рослин спостерігалися для всіх досліджуваних видів, окрім *R. flavistyla* (табл.1). Причому епідермальні клітини гіпокотилу на 25% (у *Melocactus bahiensis*) і 64% (у *A. myriostigma*) більші за такі на стеблі, а їхня кількість на 29% (у *Mammillaria columbiana*) — 56% (*O. celsianus*) менша. Кількість епідермоцитів на мм<sup>2</sup> епідерми гіпокотилу коливається від 66,36±2,5 у *Mammillaria prolifera* до 178,4±32,1 у *Rebutia senilis*. Відповідно площа основних клітин епідерми варіює в межах від 24577,3±2402,4 мкм<sup>2</sup> (*Mammillaria prolifera*) до 12746,9±1068,7 мкм<sup>2</sup> (*Rebutia senilis*) (табл. 1). На стеблі найбільші за площею основні епідермальні клітини в *Rebutia flavistyla* (14096,0±527,2 мкм<sup>2</sup>), а найменші — в *Astrophytum myriostigma* (2931,9±297,2 мкм<sup>2</sup>). Відповідно тут кількість клітин коливається від 83,3±3,2 на мм<sup>2</sup> (*Rebutia flavistyla*) до 284,7±19,8 (*Astrophytum myriostigma*) (табл. 2).

Ми відзначили, що продихи досліджуваних рослин доволі великих розмірів, їхня довжина на гіпокотилі варіює від 34,2±1,0 мкм у *Astrophytum myriostigma* до 44,9±1,7 мкм у *Echinopsis peruvianus* (табл. 1), а на стеблі — від 32,1 мкм (*Astrophytum myriostigma* та *Rebutia senilis*) до 43,9 мкм (*Mammillaria columbiana*) (табл. 2). Причому цей показник для різних частин рослини значуще відрізнявся лише в *R. flavistyla*, *E. eyriesii* та *E. peruviana*, де він був на 12,

Таблиця 2. Кількісно-анатомічні показники епідерми стебла досліджених представників підродини *Cactoideae*

Вид	Показники епідерми стебла					
	Кількість клітин епідерми на мм <sup>2</sup>	Площа основних клітин епідерми, мкм <sup>2</sup>	Кількість продохів на мм <sup>2</sup>	Розміри продохів		Продиховий індекс
				довжина, мкм	ширина, мкм	
<i>Rebutia flavistyla</i>	83,3±3,2	14096,0±527,2	2,5±0,9	39,4±0,8	32,6±0,6	2,9
<i>Astrophytum myriostigma</i>	284,7±19,8	2931,9±297,2	10,6±1,0	32,1±0,6	23,5±0,9	3,6
<i>Rebutia senilis</i>	276,5±28,1	6999,9±318,5	9,4±0,9	32,1±1,9	25,6±1,9	3,3
<i>Mammillaria columbiana</i>	109,6±9,3	8677,2±516,9	7,3±1,1	43,9±0,9	28,6±0,5	6,3
<i>Mammillaria prolifera</i>	109,5±2,9	12544,0±520,7	7,3±1,4	34,5±0,7	31,0±0,6	6,3
<i>Melocactus maxonii</i>	154,4±10,5	6190,0±265,2	9,9±1,5	35,9±0,5	27,7±0,4	6
<i>Melocactus bahiensis</i>	144,5±13,7	10274,4±611,3	9,1±1,2	38,2±0,6	33,1±0,6	5,8
<i>Oreocereus celsianus</i>	168,0±10,7	8319,6±355,6	8,2±1,0	34,6±0,8	25,5±0,5	4,7
<i>Echinopsis eyriesii</i>	180,1±14,3	6717,7±205,0	8,8±0,7	35,3±0,9	27,9±0,6	4,7
<i>Echinopsis peruviana</i>	150,6±17,0	9729,4±312,0	6,2±0,7	39,7±1,1	38,0±1,6	4

21 та 13% відповідно більший для гіпокотилу, ніж для стебла. Ширина продохів лише в *O. celsianus* була значуще більшою на гіпокотилі, ніж на стеблі (на 23%); у *R. flavistyla*, *Mammillaria prolifera*, *Melocactus bahiensis*, *E. eyriesii* та *E. peruviana*, навпаки, цей показник набагато вищий для стебла.

Продиховий індекс для епідерми гіпокотилу надто малий, у межах від 0,6% (*Rebutia flavistyla*) до 3,9 % (*Mammillaria prolifera*). Для стебла цей показник — низький і дуже низький — від 2,9 % (*Rebutia flavistyla*) до 6,3 % (*Mammillaria columbiana* та *Mammillaria prolifera*).

Таким чином, порівнюючи отримані результати, бачимо, що епідерми стебла та гіпокотилу відрізняються як за кількісними, так і за якісними характеристиками. Так, епідермальні клітини гіпокотилу здебільшого різняться від таких стебла за своїми обрисами та проєкціями. Кількість клітин на одиницю площі епідерми стебла у більшості досліджених видів статистично значуще більша за таку епідерми гіпокотилу (табл. 1). Відповідно площа основних епідермальних клітин гіпокотилу більша за таку стебла. При цьому продохи всіх досліджуваних рослин паразитного типу і в усіх випадках кількість продохів епідерми стебла значно більша за таку гіпокотилу (табл. 1). Також встановлено, що немає прямої залежності між показниками продохового індексу епідерми стебла та гіпокотилу. Наприклад, у *Mammillaria columbiana* цей показник для гіпокотилу один із найменших серед досліджених видів (1,5 %), тоді як для стебла — найбільший (6,3 %). Окрім того, спостерігаються відмінності і в розмірах продохів різних частин рослин. Так, довжина продохів епідерми стебла дещо менша, ніж така продохів гіпокотилу (в трьох видів статистич-

но значуще менша), тоді як їхня ширина у більшості видів — істотно більша (табл. 1).

Отримані результати демонструють чіткі відмінності між кількісними та якісними ознаками епідерми як рослин різних видів, так і різних частин однієї рослини.

Характерно, що вивченим проросткам рослин властиві клітини епідерми зі звивистими чи хвилястими обрисами. Такі ж дані щодо клітин епідерми отримані іншими дослідниками для видів підродини *Cactoideae* (Vinita et al., 2011; Secogun et al., 2011). Однак у проростків епіфітних кактусів, які ростуть у вологих тропічних лісах, частота та ступінь звивистості були набагато меншими, ніж у вивчених нами наземних екземплярів аридних місцевостей.

Крім того, для досліджених проростків характерні мезоморфні ознаки: великі розміри епідермальних клітин, мала кількість паразитних продохів і доволі великі їхні розміри (за Metcalfe et al., 1979). Загалом такі особливості характерні і для дорослих рослин даної родини (Casti..., 2002; Secogun et al., 2011; Odair, 2013;), проте, ймовірно, що з віком прояви мезоморфності цих ознак дещо зменшуються. Наприклад, за результатами Вінита Яну зі співавторами (Vinita et al., 2011), кількість епідермальних клітин у *Mammillaria prolifera* (точно не вказано вік рослин) становить 154±2,1 (у досліджених нами проростків цього виду — 109,5), а кількість продохів — 13 (у наших проростків — 7,3).

Таким чином, анатомічні особливості епідерми стебла та гіпокотилу проростків відрізняються. При цьому характерні ознаки епідерми проростків *Cactoideae* загалом притаманні видам підродини (Casti..., 2002; Secogun et al., 2011; Odair, 2013). Вони сформувалися в результаті адаптації рослин до

екстремальних умов існування. Невелика кількість продихів і низький продиховий індекс знижують рівень транспірації. Для проростків *A. myriostigma*, крім того, характерна наявність зірчастих трихом, які частково перешкоджають потраплянню сонячних променів на поверхню стебла, створюють своєрідний мікроклімат навколо рослини і також сприяють зниженню випаровування.

## Висновки

Епідерма стебла та гіпокотилію більшості досліджених видів, окрім *Mammillaria prolifera* та *Melocactus taxonii*, відрізняється за ступенем звивистості оболонки епідермальних клітин, їхніми проекціями та суміжними кутами. Достовірні відмінності також виявлені між кількісними показниками покривної тканини на різних частинах проростка (стебло та гіпокотиль). Причому в більшості видів, окрім *Rebutia flavistyla*, для гіпокотилію характерні більші розміри основних клітин епідерми, менша загальна кількість епідермальних клітин, менше число продихів і продиховий індекс, аніж для стебла. Таким чином, розвиток епідерми на ранніх етапах онтогенезу відбувається в напрямі збільшення ксероморфності її основних ознак, що є результатом адаптації проростків до аридних умов існування.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Abud H.F., Goncalves N.R., de Sousa Pereira M., de Sousa Pereira D., de Góes Esperon Reis R., Esmeraldo Bezerra A.M. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*, Brazil. *J. Bot.*, 2012, **35**(1), pp. 11–16.
- Almeida O.J.G., Paoli A.A.S., Souza L.A., Cota-Sánchez J.H. Seedling morphology and development in the epiphytic cactus *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (*Cactaceae: Hylocereeae*), *J. Torrey Botanical Society*, 2013, **140**(2), pp. 196–214.
- Anderson E.F. *The Cactus family*, Portland, Oregon: Timber Press, 2001, 776 p.
- Ayala-Cordero G., Terrazas T., Lopez-Mata L., Trejo C. Morpho-anatomical changes and photosynthetic metabolism of *Stenocereus beneckei* seedlings under soil water deficit., *J. Experimental Botany*, 2006, **57**(12), pp. 3165–3174.
- Bahlai K.M. *Biologichni osoblyvosti introdukovanykh u zakhyschenyi grunt predstavnykiv rodyny Cactaceae Juss. ta yikh praktychne vykorystannia*: Cand. Sci. Diss. Abstract, Kyiv, 2008, 22 p. [Баглай К.М. *Біологічні особливості інтродукованих у захищений ґрунт представників родини Cactaceae Juss. та їх практичне використання*: автореф. дис. ... канд. біол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаніка». — К., 2008. — 22 с.]
- Baranova M.A. *Botan. zhurn.*, 1985, **70**(12), pp. 1585–1594 [Баранова М.А. Классифика-

- ция морфологических типов устьиц // *Ботан. журн.* — 1985. — **70**(12). — С. 1585–1594].
- Cacti: biology and uses*. Ed. Park S. Nobel, Berkeley, Los Angeles; London: University of California Press, 2002, pp. 23–37.
- Eggl U. Stomatal types of Cactaceae, *Plant Systematics and Evolution*, 1984, **146**(3–4), pp. 197–214.
- Haidarzhly M.M., Nikitina V.V., Bahlai K.M. *Sukulentni roslyni (anatomo-morfolohichni osoblyvosti, poshyrennia i vykorystannia)*, Kyiv: Kyivskiy universytet, 2011, 176 p. [Гайдаржи М.М., Нікітіна В.В., Баглай К.М. *Сукулентні рослини (анатомо-морфологічні особливості, поширення й використання)*. — К.: Київ. ун-тет, 2011. — 176 с.]
- Haidarzhly M.M., Nikitina V.V., Bahlai K.M., Kalashnyk S.O. In: *Vidnovlennia porushenykh pryrodnykh ekosystem: materialy IV mizhnarodnoi naukovoї konferentsii*, Donetsk, 2011, pp. 90–92 [Гайдаржи М.М., Нікітіна В.В., Баглай К.М., Калашник С.О. Адаптаційні стратегії сукулентних рослин у прегенеративний період // *Відновлення порушених природних екосистем: мат-ли IV міжнар. наук. конф. (м. Донецьк, 18–21 жовтня 2011 р.)*. — Донецьк, 2011. — С. 90–92].
- Jordan P.W., Nobel P.S. Height distributions of two species of cacti in relation to rainfall, seedling establishment, and growth, *Botanical gazette*, 1982, **143**(4), pp. 511–517.
- Metcalf C.R., Chalk L. *Anatomy of the Dicotyledons*, Oxford: Clarendon Press, 1979, vol.1, pp. 99–102.
- Miroslavov E.A. *Struktura i funktsii epidermisa lista pokrytosemennykh rastenii*, Leningrad: Nauka, 1974, 184 p. [Мирославов Е.А. *Структура и функции эпидермиса листа покрытосеменных растений*. — Л.: Наука, 1974. — 184 с.]
- Nobel P.S. Morphology, nurse plants, and minimum apical temperatures for young *Carnegiea gigantea*, *Botanical gazette*, 1980, **141**(2), pp. 188–191.
- Pausheva Z.P. *Praktikum po tsitologii rastenii*, Moscow: Agropromizdat, 1988, 271 p. [Паушева З.П. *Практикум по цитологии растений*. — М.: Агропромиздат, 1988. — 271 с.]
- Secorun A.C., de Souza L.A. Morphology and anatomy of *Rhipsalis cereuscula*, *Rhipsalis floccosa* subsp. *hohenauensis* and *Lepismium cruciforme* (*Cactaceae*) seedlings, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 2011, **82**, pp. 131–143.
- Vasilev B.R. *Stroenie lista drevesnykh rastenii razlichnykh klimaticheskikh zon*, Leningrad: Izd-vo Leningrad. un-ta, 1988, 206 p. [Васильев Б.Р. *Строение листа древесных растений различных климатических зон*. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1988. — 206 с.]
- Vinita J., Raghuvanshi R. K. Microscopic studies on epidermal cells and stomatal behavior of some globular cacti (*Mammillaria* spp.), *Insight Botany*, 2011, **1**(1), pp. 1–4.
- Zakharevich S.F. *Vestnik Leningradskogo universiteta*, 1954, **4**, pp. 65–75 [Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермиса листа // *Вестник Ленинградского ун-та*. — 1954. — **4**. — С. 65–75].

Рекомендує до друку  
Є.Л. Кордюм

Надійшла 16.06.2015 р.

Калашник Г.В.<sup>1</sup>, Гайдаржи М.Н.<sup>2</sup> **Особенности эпидермы проростков представителей подсемейства *Cactoideae* (*Cactaceae*)**. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 498—504.

<sup>1</sup> Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, УНЦ «Институт биологии», кафедра ботаники

<sup>2</sup> Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, УНЦ «Институт биологии», НИЛ «Интродуцированного и природного фиторазнообразия» ул. Симона Петлюры, 1, г. Киев, 01032, Украина

Исследована эпидерма проростков растений подсемейства *Cactoideae* и проведен сравнительный анализ особенностей покровных тканей на разных участках растения (гипокотиль и стебель). Для изучения использовали трехмесячные проростки 10 видов растений. Исследованы следующие параметры эпидермиса стебля и гипокотыля: количество клеток на 1 мм<sup>2</sup>, площадь основных эпидермальных клеток, количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup>, размеры устьиц и устьичный индекс. Показано, что основные клетки эпидермы изученных растений имеют большие размеры, при этом на гипокотиле они значительно крупнее, чем на стебле. Их проекции и очертания на разных участках проростка также отличаются. Устьица достаточно крупные, паразитного типа. Для стебля характерно значительно большее их количество, нежели для гипокотыля, также прослеживаются различия в размерах устьиц. Таким образом, качественные и количественные характеристики эпидермы стебля отличаются от таковых гипокотыля. При этом большинство количественных показателей демонстрируют достоверные отличия. Показано, что эпидерма на ранних этапах онтогенеза развивается в направлении увеличения ксероморфности ее основных признаков.

**Ключевые слова:** *Cactaceae*, эпидерма стебля, устьица, *Cactoideae*.

*Kalashnyk H.V.<sup>1</sup>, Gajdarzhy M.M.<sup>2</sup> Epidermis characteristics of the seedlings of the *Cactoideae* (*Cactaceae*) plants.* — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72(5): 498—504.

<sup>1</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC «Institute of Biology», Department of botany

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC «Institute of Biology», scientific laboratory «Introduced and natural phytodiversity» 1, S. Petliury Str., Kyiv, 01032, Ukraine

The objective of our investigation was to search the epidermis of *Cactoideae* Eaton seedlings and to compare characteristics of epidermis in different parts of the plant (hypocotyl and stem). We researched the 3-month old seedlings of ten cacti species. The epidermis characteristics of the stem and hypocotyl, such as number of epidermis cells per mm<sup>2</sup>, size of epidermis cells, number of stomata per mm<sup>2</sup>, size of stomata and stomatal index, were studied. It is demonstrated that the epidermis cells have a large size, and the size of these cells in the hypocotyl is significantly larger than that in the stem. Their projections and forms in different parts of the stem are also different. The paracytic type stomata are large. They are much more abundant in the stem than in the hypocotyls; the differences in the size of stomata are also observed. Thus the studied quantitative and qualitative epidermis characteristics significantly vary not only in members of different species, but also in different parts of the same plant (stem and hypocotyl). It is demonstrated that at the early stages of ontogeny, the epidermis develops towards increasing its xeromorphic basic features.

**Key words:** *Cactaceae*, stem epidermis, stoma, *Cactoideae*.

## НОВІ ВИДАННЯ

**Звягінцева К.О. Анотований конспект урбанofлори Харкова /** Наук. ред. М.В. Шевера. — Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2015. — 94 с.

Конспект урбанofлори Харкова, що налічує 1094 види судинних рослин з 512 родів та 116 родин, складено на основі оригінальних даних, критичного опрацювання колекцій Гербаріїв KW, CWU, DNZ і літературних відомостей. Для кожного виду подано інформацію з біоморфології, екології та географії, зазначено ступінь гемеробії, приуроченість до зон міста, охоронний статус, а для видів адвентивної фракції флори — також хроноелемент, ступінь натуралізації та способи занесення.

*Для ботаніків, екологів, працівників природоохоронних і фітокарантинних служб, викладачів та студентів вишів.*

В.В. ФЕДОРЧУК, А.І. ЄМЕЦЬ

ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»

вул. Осиповського, 2а, м. Київ, 04123, Україна

nikafedorchuk@gmail.com

## ВПЛИВ ОРТОВАНАДАТУ НАТРІЮ, ІНГІБІТОРУ ТИРОЗИНОВИХ ПРОТЕЇНФОСФАТАЗ, НА *AGROBACTERIUM*-ОПОСЕРЕДКОВАНУ ТРАНСФОРМАЦІЮ РОСЛИН

Федорчук В.В., Ємець А.І. Вплив ортованадату натрію, інгібітору тирозинових протеїнфосфатаз, на *Agrobacterium*-опосередковану трансформацію рослин. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 505—510.

Уперше досліджено вплив різних концентрацій інгібітору тирозинзалежної протеїнфосфатази, ортованадату натрію, на частоту *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації листкових експлантів *Nicotiana tabacum*. Вивчено дію різних концентрацій ортованадату натрію (в межах від 0,5 до 250 мкМ) і з'ясовано, що за його вмісту 200 і 250 мкМ і тривалістю використання 24 год частота агробактеріальної трансформації листових дисків тютюну підвищувалася на 10 та 19 % відповідно. Подовження тривалості його дії під час ко-культивування з агробактерією до 48 год із зазначеними концентраціями спричинювало суттєве зростання частоти генетичної трансформації — на 30 та 40 % відповідно, порівняно з контролем. Наявність перенесення чужорідного гена *gus* і його інтеграцію в геном рослин *N. tabacum* підтверджено молекулярно-генетичним аналізом.

К л ю ч о в і с л о в а: *Agrobacterium*-опосередкована трансформація, *Nicotiana tabacum*, інгібітори тирозинзалежних протеїнфосфатаз

### Вступ

Серед багатьох методів перенесення чужорідної ДНК у рослину, таких як бомбардування мікрочастинками, електропорація та мікроін'єкція, трансформація за допомогою *Agrobacterium tumefaciens* має очевидні переваги. *A. tumefaciens* володіє унікальною здатністю переносити молекулу ДНК у рослину клітину під час процесу, відомого як горизонтальне перенесення генів (Thomson, 2007).

Метод трансформації, опосередкований *Agrobacterium*, дає змогу вводити в рослину великі за розміром генетичні конструкції, але при цьому не зумовлює суттєвих порушень у послідовності гена, що переноситься. Крім того, цей метод не потребує застосування спеціального обладнання. Не в останню чергу метод трансформації забезпечує й оптимальні можливості для сегрегації маркерних селективних генів в отриманих трансформантів (Rukavtsova et al., 2013). Сьогодні тривають роботи з удосконалення методів генетичної трансформації за допомогою *Agrobacterium* і пошук нових чинників, які могли би сприяти підвищенню частоти отримання трансгенних ліній рослин. Зокрема, розробка таких методичних підходів дедалі більше ґрунтується на поглибленому розумінні молекулярних механізмів утворення індукованих

агробактеріями пухлин у трансформованих рослин і залучення до цього процесу сигнальних внутрішньоклітинних каскадів (Pitzschke, Hirt, 2010).

Не так давно з'ясувалося, що використання інгібіторів  $\text{Ca}^{2+}$ -залежних протеїнкіназ (трифлюоперазин) і протеїнфосфатаз (окадаїнова кислота) значно підвищує ефективність агробактеріальної трансформації ембріоїдів сосни білої (Alimohammadi, Bagherieh-Najjar, 2009). У подальшому ми запропонували використовувати трифлюоперазин для підвищення частоти агробактеріальної трансформації тютюну (Fedorchuk et al., 2014), а також продемонстрували, що додавання до середовища для ко-культивування інгібітору  $\text{Ca}^{2+}$ -кальмодулін-залежних протеїнкіназ W7 зумовлювало значне підвищення частоти регенерації та швидкості росту рослин-регенерантів тютюну порівняно з контролем (Fedorchuk, Yemets, 2015). Тому метою даного дослідження стало вивчення впливу інгібітору протеїнфосфатаз — ортованадату натрію на агробактеріальну трансформацію *Nicotiana tabacum* L. — як потенційно дієвого інструменту для підвищення частоти трансформації рослин.

### Об'єкти та методи досліджень

Для введення в культуру *in vitro* як вихідний матеріал використовували насіння *N. tabacum*. Його стерилізували у 5%-му розчині гіпохлориту натрію

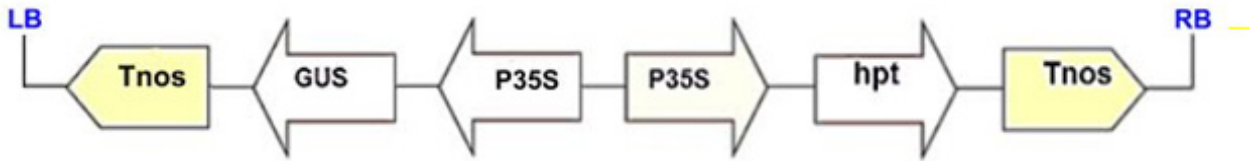


Рис. 1. Схема векторної конструкції pGH217: LB і RB — ліва та права межі Т-ДНК, P35S — 35S промотор ВМЦК, GUS — ген β-глюкуронідази, nos — нопаліновий термінатор, hpt — ген *hpt* стійкості до гігromіцину

Fig. 1. Scheme vector construction pGH217: LB і RB — left and right borders T-DNA, P35S — 35S promoter, GUS — gene β glucuronidase, nos — nopaline terminator, hpt — gene *hpt* resistance to hygromycin

протягом 10 хв із подальшим триразовим відмиванням у стерильній дистильованій воді (Gallois, Marinho, 1995). Пророщування насіння та культивування рослин проводили на безгормональному середовищі МС (Pitzschke, Hirt, 2010) протягом місяця.

Для оцінки регенераційного потенціалу тютюну механічно пошкоджені експланти молодих листків (листові диски) рослин розміром 1,5–2,5 см<sup>2</sup> висаджували на середовище МС, що містило 1 мг/л 6-бензиламінопурина (БАП) (Sigma, США) та 0,1 мг/л нафтилоцтової кислоти (НОК) (Sigma, США). У кожен чашку Петрі висаджували по п'ять листових дисків, загалом було проаналізовано по 125 експлантів у кожному досліді. Частоту регенерації визначали через три тижні після початку культивування як співвідношення експлантів із регенованими пагонами до загальної кількості висаджених експлантів.

Щоб дослідити вплив на частоту агробактеріальної трансформації, застосували інгібітор тирозинових протеїнофосфатаз, ортованадат натрію (Sigma, США), який додавали безпосередньо до середовища для ко-культивування з агробактерією. Для цього інгібітор розчиняли в 1 М NaOH із нагріванням, маточний розчин (10 мМ) зберігали за температури — 20°C. Вивчали вплив широкого діапазону концентрацій ортованадату натрію — від 0,5 до 250 мкМ.

Для генетичної трансформації використали штам AGL1 *A. tumefaciens*, що містив плазмідний вектор pGH217 із репортерним геном β-глюкуронідази (*gus*) під контролем 35S промотора вірусу мозаїки цвітної капусти (ВМЦК) і *nos*-термінатора, а також селективний маркерний ген *hpt*, що забезпечує стійкість до гігromіцину в трансформантів. Плазміда була люб'язно надана канд. біол. наук В.В. Радчуком (Інститут генетики рослин і дослі-

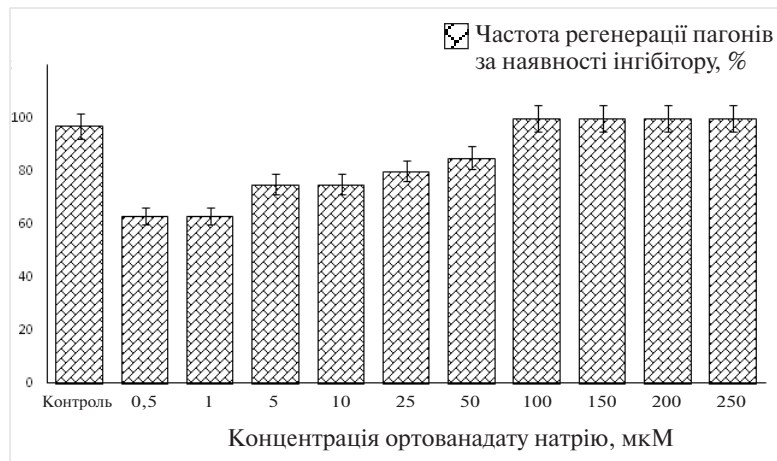
дження культурних рослин, м. Гатерслебен, Німеччина) (рис. 1). Перенесення генетичної конструкції pGH217 у супервірулентний штам AGL1 *A. tumefaciens* здійснювали за описаним раніше методом (Tang et al., 2007). Для цього нічну культуру агробактерії вирощували в 50 мл рідкого середовища LB, доповненого 100 мг/л спектиноміцину та 50 мг/л рифампіцину, з постійним струшуванням на шейкері за температури +28°C.

З метою підвищення частоти *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації також вивчено вплив оптичної щільності агробактерії (optical density, OD) під час її ко-культивування з листовими експлантами на частоту трансформації *N. tabacum*, використовуючи показники OD<sub>600</sub> від 0,1 до 0,5. Після ко-культивування експланти на 7 діб переносили на середовище МС, яке містило 1 мг/л БАП, 0,1 мг/л НОК, 5 мг/л гігromіцину та 400 мг/л цефотаксиму для елімінації агробактерії. Відтак їх пересаджували на аналогічне за складом середовище, але без цефотаксиму. З'ясувалося, що оптимальною оптичною щільністю агробактерії для генетичної трансформації було значення OD<sub>600</sub> = 0,2. При цьому частота регенерації пагонів з експлантів на селективному середовищі, яке містило 5 мг/л гігromіцину, сягала 50 % (контроль).

Оскільки в роботі використано штам AGL1 *A. tumefaciens*, що містив плазміду pGH217 із селективним маркерним геном *hpt*, який забезпечує стійкість до гігromіцину в трансформантів, для визначення його селективної концентрації досліджували вплив 1–15 мг/л гігromіцину на життєздатність експлантів після трьох тижнів їх культивування з даним селективним агентом. Частоту трансформації визначали як співвідношення у відсотках кількості експлантів, здатних до регенерації пагонів за наявності селективної концентрації гігromіцину, до загальної кількості експлантів, використаних у

Рис. 2. Вплив ортованадату натрію (0–250 мкМ) на частоту регенерації пагонів із листових дисків *N. tabacum*

Fig. 2. Influence of sodium ortovanadat (0–250 m) on the shoots regeneration frequency from leaf discs of *N. tabacum*



дослідженні. Встановлено, що концентрація 5 мг/л гігromіцину була найефективнішою для подальшої селекції трансгенних ліній *N. tabacum*.

Для підтвердження трансгенної природи отриманих рослин і детекції експресії репортерного гена здійснено їх молекулярно-генетичний аналіз. Зі зразків відселектованих на гігromіцині ліній тютюну та контрольних рослин було виділено геномну ДНК за методом ЦТАБ (Murray, Thompson, 1980). Наявність послідовності гена *gus* визначали за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Склад реакційної суміші (об'ємом 25 мкл) для ПЛР був таким: 5 × ПЛР-буфера (Helicon, Росія), 2 мкл ДНК, по 0,5 мкл специфічних праймерів до гена *gus* (5'-gc aagcgcacttacaggcgattaagagctgat-3' і 5'-tgtttgcctcctgct gcggtttccaccgaag-3'), 1 мкл dNTP (Sigma, Німеччина) та 0,5 мкл Taq-полімерази (Fermentas, Литва).

Реакцію проводили на ампліфікаторі PCR Applied Biosystem 2720 (США) за таких умов: первинна денатурація 5 хв за температури 95° С; далі 40 циклів — 95° С (30 с), 72° С (40 с), 67° С (40 с); кінцева полімеризація — 72° С (7 хв).

Розмір ампліфікованого фрагменту становив 632 п.н., що відповідає позитивному контролю (розміру ампліконів за використання конструкції pGH217 як матриці для ПЛР) (Jefferson et al., 1987). ДНК нетрансформованих рослин (негативний контроль) і відповідний вектор (позитивний контроль) були ампліфіковані за аналогічних умов. Продукти реакції розділяли в 2%-му агарозному гелі та візуалізували за допомогою етидію броміду.

### Результати досліджень та їх обговорення

Оскільки відомо, що частота й ефективність генетичної трансформації, зокрема агробактеріальної,

залежать від типу експланта певного виду обраних для досліду рослин і їхньої здатності до ефективної регенерації пагонів чи повноцінних рослин, ми попередньо оцінили регенераційний потенціал листових експлантів *N. tabacum*. З'ясовано, що частота регенерації пагонів з листових дисків сягає близько 97%. У середньому на кожному окремому експланті *in vitro* формувалися чотири рослини-регенеранти.

Для визначення будь-якого негативного впливу інгібітору ортованадату натрію спочатку було досліджено дію його різних концентрацій на регенерацію пагонів із листових експлантів *N. tabacum*. Виявлено, що частота регенерації з використанням низьких концентрацій (0,5 та 1 мкМ) становила приблизно 63%, тоді як з інгібітором у вищих концентраціях (5 і 10 мкМ) частота утворення пагонів дорівнювала близько 75%, а за дії 150, 200 та 250 мкМ ортованадату натрію вона сягала майже 100%. Варто відзначити, що за використання таких високих концентрацій спостерігалось утворення великої кількості регенерантів на експлант (6–8).

Раніше було встановлено, що ортованадат натрію стимулює фосфорилювання по залишках тирозину білків, оскільки інгібує тирозинфосфатази в тваринних клітинах (Posner, 1994). Ми дослідили, що в умовах гіперфосфорилювання по залишках тирозину прискорювалася диференціація клітин, і це проявлялося в індукції органогенезу.

Отже, ортованадат натрію у високих мікромолярних концентраціях (100–250 мкМ) позитивно впливав на регенерацію пагонів, підвищуючи показник її ефективності (кількість регенерованих пагонів на експлант), хоча частота залишалася на рівні контролю (рис. 2).



Рис. 3. Вплив різних концентрацій ортованадату натрію та тривалості ко-культивування інгібітору з бактерією на частоту *Agrobacterium*-опосередкованої *Nicotiana tabacum* трансформації

Fig. 3. Influence of different concentrations of sodium orthovanadate and co-cultivation duration with inhibitor and bacteria on the *Agrobacterium*-mediated *Nicotiana tabacum* transformation frequency

З метою підвищення частоти *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації також вивчено вплив оптичної щільності агробактерії під час її ко-культивування з листовими експлантами на частоту трансформації *N. tabacum*. Після ко-культивування експланти для елімінації агробактерії перенесли на сім діб на середовище МС, яке містило 1 мг/л БАП, 0,1 мг/л НОК, 5 мг/л гігromіцину та 400 мг/л цефотаксиму. Потім їх пересажували на аналогічне за складом середовище, але без цефотаксиму. З'ясувалося, що оптимальною оптичною щільністю агробактерії для генетичної трансформації було значення  $OD_{600} = 0,2$ . При цьому частота регенерації пагонів з експлантів на селективному середовищі, що містило 5 мг/л гігromіцину, сягала 50 % (контроль).

Наступним етапом було дослідження впливу широкого діапазону (від 10 до 250 мкМ) концентрацій ортованадату натрію і тривалості 24–48 год ко-культивування агробактерії за його наявності на частоту *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації. Із додаванням інгібітору до середовища для ко-культивування в концентраціях 10, 25 і 50 мкМ і тривалістю цього процесу в його присутності 24 год частота трансформації становила близько 12,

14 та 33%. Зі збільшенням концентрації інгібітору в середовищі зростала частота регенерації пагонів з експлантів. Зокрема, з додаванням до середовища для ко-культивування бактерії з експлантами 100 і 150 мкМ інгібітору частота трансформації становила приблизно 43 і 46 % відповідно. За використання 200 і 250 мкМ ортованадату натрію частота трансформації підвищувалась до 60 і 69 % відповідно. Тобто така концентрація ортованадату натрію збільшувала частоту трансформації на 10 і 19 % відповідно, порівняно з контролем, показник якого був, як зазначалося раніше, на рівні 50%.

З подовженням тривалості ко-культивування експлантів, за наявності інгібітору, до 48 год показники частоти трансформації значно зростали. Зокрема, з концентраціями інгібітору 100, 150, 200 і 250 мкМ частота трансформації становила приблизно 48, 53, 80 і 90 % відповідно, порівняно з контролем. Тобто найефективнішими концентраціями ортованадату натрію були 200 та 250 мкМ. За їх використання протягом 48 год під час ко-культивування частота *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації підвищувалася приблизно на 30 та 40 % відповідно (рис. 3).



Таким чином, у результаті здійснених експериментів продемонстровано, що використання інгібітору тирозинових протеїнофосфатаз, зокрема ортованадату натрію, суттєво підвищує частоту агробактеріальної трансформації листових експлантів *N. tabacum*. Досліджено вплив різних концентрацій ортованадату натрію (10—250 мкМ) і тривалості кокультивування за наявності інгібітору (24 і 48 год) на частоту агробактеріальної трансформації листових дисків тютюну та встановлено найефективніші концентрації інгібітору. За тривалості кокультивування 24 год (200 і 250 мкМ) частота агробактеріальної трансформації підвищувалася приблизно на 10 та 19 % відповідно, а за кокультивування експлантів з інгібітором (200 і 250 мкМ) протягом 48 год цей показник зростав на 30 і 40 % відповідно.

Для підтвердження трансгенної природи отриманих рослин і наявності перенесеного гена *gus* здійснено ПЛР-аналіз ліній, селективно відібраних і резистентних до гігromіцину, після проведення трансформації з використанням 250 мкМ ортованадату натрію. Розмір ампліфікованого фрагменту становив 632 п.н. Результати аналізу трансгенних ліній подано на рис. 4.

## Висновки

Отже, нами досліджено вплив ортованадату натрію — інгібітору тирозинових протеїнофосфатаз на частоту *Agrobacterium*-опосередкованої трансформації покритонасінних на прикладі тютюну як модельного об'єкта. Вивчено дію різних концентрацій ортованадату натрію — в межах 0,5—250 мкМ. Встановлено, що за використання інгібітору в концентраціях 200 і 250 мкМ і тривалості кокультивування з ним протягом 24 год частота агробактеріальної трансформації листових дисків тютюну підвищувалася на 10 і 19 % відповідно. В разі продовження тривалості кокультивування до 48 год частота трансформації з цими ж концентраціями інгібітору зростала порівняно з контролем на 30 та 40 % відповідно.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Fedorchuk V.V., Yemets A.I. Vplyv inhibitoru seryn-treoninovykh proteyinkinaz W7 na *Agrobacterium*-oposeredkovanu transformatsiyu roslin, *Naukov. Visnyk NUBiP*, 2015, **5**(54), pp. 261—264 [Федорчук В.В., Ємець А.І. Вплив інгібітору серин-треонінових протеїніназ W7 на *Agrobacterium*-опосередковану трансформацію рослин. — *Наук. вісник НУБіП*. — 2015. — **5**(54). — С. 261—264].

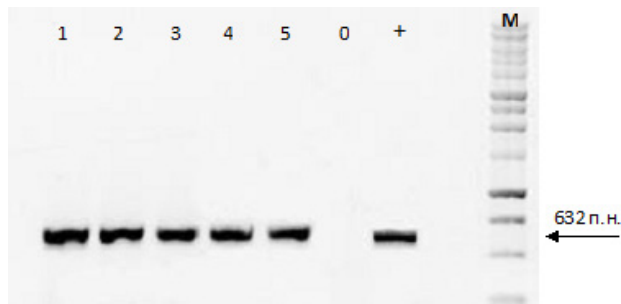


Рис. 4. Результати ПЛР-аналізу геномної ДНК, отриманої з ліній тютюну, трансформованого з використанням ортованадату натрію (250 мкМ): 1, 2, 3, 4, 5 — лінії тютюну, резистентні до гігromіцину, «0» — негативний контроль (нетрансформована рослина), «+» — плазмід pGH217, M — маркер

Fig. 4. Results of PCR analysis of genomic DNA obtained from tobacco lines, transformed with the use of sodium ortovanadate (250 μM): 1, 2, 3, 4, 5 — tobacco lines resistant to hygromycin, «0» — negative control (non-transformed plant), «+» — plasmid pGH217, M — marker

- Fedorchuk V.V., Yemets A.I. Vplyv inhibitoru tyrozynovykh proteyinkinaz genistejynu na ahrobakterial'nu transformatsiyu roslin, *Factors of experimental evolution of organisms*, 2015, **17**, pp. 261—264, available at: <http://nd.nubip.edu.ua> [Федорчук В.В., Ємець А.І. Вплив інгібітору тирозинових протеїніназ геністеїну на агробактеріальну трансформацію рослин // *Фактори експериментальної еволюції організмів*. — 2015. — **17**. — С. 261—264. <http://nd.nubip.edu.ua>]
- Fedorchuk V.V., Tanasienko I.V., Yemets A.I., Blum Y.B. Inhibitor Ca<sup>2+</sup>-zaleznykh proteyinkinaz tryflyuoperazyn pidvyshchuye efektyvnist' ahrobakterial'noyi transformatsiyi tyutyunu, *Dop. NAN Ukrainy*, 2014, **11**, pp. 165—171 [Федорчук В.В., Танасієнко І.В., Блюм Я.Б., Ємець А.І. Інгібітор Ca<sup>2+</sup>-залежних протеїніназ трифлюоперазин підвищує ефективність агробактеріальної трансформації тютюну // *Доп. НАН України*. — 2014. — **11**. — С. 165—171].
- Gallois P., Marinho P. Leaf disk transformation using *Agrobacterium tumefaciens* — expression of heterologous genes in tobacco, *Methods Mol. Biol.*, 1995, **49**, pp. 39—48.
- Jefferson R., Kavanagh T., Bevan M. GUS fusions β-glucuronidase as a sensitive and versatile gene fusion marker in higher plants, *The EMBO J.*, 1987, **6**, pp. 3901—3907.
- Murray M.G. Thompson W.F. Rapid isolation of hight molecular weight plant DNA, *Nucleic Acids Res.*, 1980, **8**, pp. 4321—4325.
- Pitzschke A., Hirt H. New insights into an old story: *Agrobacterium* induced tumour formation in plants by plant transformation, *The EMBO J.*, 2010, **29**(6), pp. 1021—1032.
- Posner V. Peroxovanadium compounds. A new class of potent phosphotyrosine phosphatase inhibitors which are

insulin mimetics, *The J. of Biol. Chem.*, 1994, **269**(6), pp. 4596–4604.

Rukavtsova E.B., Lebedev A.A., Zakharchenko N.S., Buryanov Y.I., *Plant Physiol.*, 2013, **60**(1), pp. 17–30.

Tang W., Lin J., Newton R. Okadaic acid and trifluoperazine enhance *Agrobacterium*-mediated transformation in eastern white pine, *Plant Cell Rep.*, 2007, **26**, pp. 673–683.

Thomson J.A. Genetic engineering of plants, *Biotechnology J.*, 2007, **3**, pp. 94–110.

Рекомендує до друку  
О.К. Золотарьова

Надійшла 06.10.2015 р.

**Федорчук В.В., Емец А.И. Влияние ортованадата натрия, ингибитора тирозиновых протеинфосфатаз, на *Agrobacterium*-опосредованную трансформацию растений.** — Укр. ботан. журн. — 2015. — **72**(5): 505–510.

Государственное учреждение «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины»  
ул. Осиповского, 2а, г. Киев, 04123, Украина

Впервые исследовано воздействие различных концентраций ингибитора тирозинзависимой протеинфосфатазы, ортованадата натрия, на частоту *Agrobacterium*-опосредованной трансформации листовых эксплантов *Nicotiana tabacum*. Изучено влияние различных концентраций ортованадата натрия в пределах от 0,5 до 250 мкМ. Установлено, что при использовании ингибитора в концентрации 200 и 250 мкМ частота агробактериальной трансформации листовых дисков табака повышалась на 10 и 19 % соответственно, при ко-культивировании в течение 24 часов. Увеличение продолжительности ко-культивирования с агробактерией до 48 часов при указанных концентрациях ингибитора приводило к возрастанию частоты трансформации на 30 и 40 % соответственно, по сравнению с контролем. Наличие переноса чужеродного гена *gus* и интеграцию его в геном растений *N. tabacum* подтверждено с помощью молекулярно-генетического анализа.

**Ключевые слова:** *Agrobacterium*-опосредованная трансформация, *Nicotiana tabacum*, ингибиторы тирозинзависимых протеинфосфатаз.

Fedorchuk V.V., Yemets A.I. **The influence of protein tyrosine phosphatase inhibitor, sodium ortovanadate, on *Agrobacterium*-mediated transformation of plants.** — Ukr. Bot. J. — 2015. — **72**(5): 505–510.

Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine  
2a, Osipovskogo Str., Kyiv, 04123, Ukraine

The effect of different concentrations of protein tyrosine phosphatase inhibitor, sodium ortovanadate, on the frequency of *Agrobacterium*-mediated transformation of leaf explants of *N. tabacum* was described for the first time. The influence of different concentrations of sodium ortovanadate in the range from 0.5 to 250  $\mu\text{M}$  was investigated. It was found that inhibitor concentrations of 200 and 250  $\mu\text{M}$  provoked the increase of the frequency of agrobacterial transformation of tobacco leaf on 10 and 19 %, respectively, after 24 h of co-cultivation. Increasing of co-cultivation period to 48 h at the same inhibitor concentrations led to an increase in the frequency of transformation on 30 and 40 %, respectively, when compared to control. The presence of the *gus* gene in the genome of *N. tabacum* plants after transformation was confirmed by molecular genetic analysis.

**Key words:** *Agrobacterium*-mediated transformation, *Nicotiana tabacum*, tyrosine depended protein phosphatase inhibitors.



М.М. ЧУБІРКО

Ужгородський національний університет  
вул. Волошина, 34, м. Ужгород, 88000, Україна

**РОЗВИТОК ЦИТОЕМБРІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА КАФЕДРІ БОТАНІКИ В  
УЖГОРОДСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ  
(до 70-річчя Ужгородського національного університету)**

Чубірко М.М. Розвиток цитоембріологічних досліджень на кафедрі ботаніки в Ужгородському університеті (до 70-річчя Ужгородського національного університету). — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 511—515.

У статті наведено короткий огляд цитоембріологічних досліджень на кафедрі ботаніки Ужгородського національного університету — першого вишу, заснованого на Закарпатті після Другої світової війни. Автор у ретроспективному аналізі сфокусовує увагу на визначальних етапах розвитку кафедри ботаніки і яскравих постатях науковців університету.

К л ю ч о в і с л о в а : цитологія, ембріологія, Ужгородський університет

Цього року Ужгородський національний університет святкує своє 70-річчя. Перший в історії Закарпаття вищий навчальний заклад був створений з ініціативи місцевої влади та інтелігенції за підтримки уряду Української РСР. У повоєнному, злиденному 1945-му він фактично виростав на голому місці. А нині це відомий освітній і науковий заклад із багатьма факультетами, відділеннями та визначними досягненнями в різних галузях науки.

Вагомою складовою успіхів університету є його викладацький склад — педагоги та науковці. Забезпеченням вишів необхідними кадрами в 1945 році опікувалося Головне управління університетів. Завдяки його оперативній роботі в новоствореному Ужгородському університеті були сформовані всі необхідні підрозділи — від ректорату і до технічних працівників та допоміжного персоналу кафедр. З різних куточків Радянського Союзу, але здебільшого з України, до Ужгорода приїхало чимало фахівців з вищої освіти. Мабуть, це розмаїття — як географічне, так і професійне — сприяло швидкому поступу університету. Адже тут були

представлені фахівці різних рівнів, різних наукових шкіл і напрямків, які могли реалізуватися саме в умовах новоствореного вишу. Яскравим прикладом слугує фізичний факультет Ужгородського національного університету (на той час — Ужгородського державного університету (УЖДУ)), де молоді, амбітні науковці, котрі сюди приїхали у 60-х роках минулого століття, а згодом — і талановиті випускники фізичного факультету, заснували школи з новітніх фізичних напрямків, які принесли вишу визнання і славу не тільки на теренах СРСР, а й поза його межами. Чималий відсоток в УЖДУ становили викладачі, для яких Закарпаття в часи репресивного радянського режиму виявилось місцем «почесного заслання». То були глибоко порядні, інтелігентні, високоосвічені професіонали, котрі досконало володіли своїм предметом. Нам великою мірою поталанило спілкуватися з такими наставниками в педколективі університету. Третю категорію педагогів нашого вишу становили місцеві фахівці. На стартовому періоді то була кількісно найменша група викладачів. Випускники західноєвропейських вишів — Праги, Відня, Будапешта, Берліна, Парижа тощо — вони не мали довіри у ра-

дянської влади, вважалися «буржуазними націоналістами». Їх зараховували на роботу лише у вимушених ситуаціях і тримали під пильним оком КДБ. Здебільшого то були викладачі іноземних мов, зокрема класичної латини та грецької, знавці місцевих флори та фауни, висококласні медики, історики, математики.

Таким чином, палітра викладачів університету була доволі яскравою. Монолітним педагогічний колектив став тоді, коли першу хвилю викладачів поповнили талановиті випускники, які продовжували працювати в альма-матер або отримали наукові ступені в провідних наукових установах і навчальних закладах колишнього СРСР.

З чотирьох започаткованих у 1945 році факультетів — історичного, філологічного, медичного та біологічного — найуспішнішим був останній. Це частково пояснювалося тим, що біофак не потребував тоді вартісних приладів, апаратури, оскільки об'єктом його досліджень стала навколишня природа. Потрібні були викладачі, які мали досвід роботи у вишах та організаторські здібності. Саме такі фахівці з'явилися тоді в Ужгороді і заклали надійний фундамент нашого факультету. Це Х.Ю. Руденко (1945) і П.Д. Ярошенко (1947) з Києва, І.Г. Рогаль з Херсона (1945), С.Ф. Сегеда з Харкова (1946), І.І. Колюшев з Томська (1947), Н.В. Атуріна з Ленінграда (1948), Г.В. Ткаченко та К.К. Фасулаті з Мелітополя (1949). Слід зазначити, що П.Д. Ярошенко був єдиним професором, доктором наук у тогочасному викладацькому штаті УжДУ. Він чимало посприяв формуванню кафедри ботаніки біофаку, хоча й працював в Ужгороді неповний рік. Уже після його від'їзду, в 1947-му, вийшов друком «Короткий визначник рослин Закарпаття», який був настільною книгою у вивченні видів флори регіону до появи інших друкованих джерел українською мовою.

Найбільший обсяг організаторської роботи, а отже, і відповідальності, взяв на себе Х.Ю. Руденко — засновник і керманіч кафедри ботаніки протягом сімнадцяти років.

Сім років перебування і навчання в Києві істотно вплинули на формування свідомості та вибір подальшого життєвого шляху Хоми Руденка. Адже Київ у 30—40-х роках ХХ століття був одним з основних освітніх і наукових центрів не тільки України, а й Радянського Союзу. У його вишах і наукових установах ще плідно трудилася високоосвічена еліта Російської імперії, яка сміливо відкривала

перспективи розвитку новітніх галузей біології — цитології, ембріології, генетики. Згадаймо, що саме в Києві в 1898 р. професор С.Г. Навашин доповів про відкриття ним явища подвійного запліднення в рослин, що і донині вважається визначною подією у біології. А в ті часи це відкриття сприяло поповненню рядів цитоембріологів як талановитою молоддю, так і фахівцями з інших галузей ботаніки. Так, зокрема, відомий флорист професор В.В. Фінн захопився ембріологією рослин і встиг чимало досягти в цій галузі.

У творчій атмосфері, під впливом інтелектуальної атури Києва, Хома Руденко не міг не зацікавитись ембріологією рослин. І В.В. Фінн у 1927 р. запросив його до аспірантури Київського державного університету. Дисертаційну роботу на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук він присвятив розвитку чоловічого гаметофіту ранникових й успішно захистив її у 1931 р. У подальшому молодий учений працював у вишах Києва, викладав на кафедрах ботаніки. Саме в цей час проявився організаторський талант доцента Х.Ю. Руденка. Тому не дивно, що вже в 1938 році він стає заступником директора з наукової роботи Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна Київського державного університету, де працював до початку Великої Вітчизняної війни.

Дорогами війни Х.Ю. Руденко, який на той час уже мав родину, дружину і двох синів, пройшов від літа 1941-го до дня капітуляції Німеччини. У Берліні разом із побратимами зустрів перемогу. Мав численні нагороди, які він, як глибоко цивільна людина, ніколи не виставляв напоказ.

Після демобілізації у листопаді 1945 р. доцента Х.Ю. Руденка призначають завідувачем кафедри ботаніки у щойно відкритому Ужгородському університеті. Погодьтеся, для перспективного науковця з Києва це призначення стало шоком. То були роки розгулу лисенківщини, і «відрядження» на Закарпаття зумовлювалося переслідуванням в СРСР генетиків, цитологів, ембріологів. Адже вже 1941 року науковий керівник Хоми Юхимовича, заслужений діяч науки професор В.В. Фінн, корінний киянин, який упродовж 40 років викладав у КДУ, був переведений до Житомирського сільськогоспінституту. Того ж 1941-го, під час експедиції в Карпатах, був заарештований і загинув у Саратовській в'язниці вчений світового виміру М.І. Вавилов. Апогеєм цих переслідувань стала сумнозвісна сесія ВАСГНІЛ (1948), коли всі вчені

цитогенетичного напрямку були дискваліфіковані та звільнені з роботи. Тоталітарний режим СРСР на кілька десятиліть загальмував розвиток генетики в країні.

Зваживши всі обставини і не впадаючи у відчай, Х.Ю. Руденко разом із родиною переїздить до Ужгорода і з 1 листопада 1945 р. очолює кафедру ботаніки біологічного факультету університету. З властивою йому енергією він взявся до роботи, створюючи, власне, з «нуля» нову кафедру. Спираючись на досвід, здобутий у Києві, Хома Юхимович заснував кафедру, яка втілювала принципи та специфіку класичних ботанічних кафедр провідних вишів столиці. Комплексний і відповідальний підхід Х.Ю. Руденка до справи дав кафедрі ботаніки такий імпульс розвитку, який забезпечив їй лідерство на біофаці УжДУ протягом усіх сімдесяти років.

Першоосновою існування кафедри ботаніки є вивчення рослинного світу, флори, навколишнього природного середовища. Для цитоембріолога Х.Ю. Руденка, як і для всієї радянської науки, флора шойно приєднаної до України Закарпатської області була білою плямою. Розуміючи важливість проблеми, завідувач кафедри посилено шукає місцевих знавців флори. Йому поталанило: щасливим надбанням кафедри став учитель природознавства Ужгородської середньої школи № 1, випускник Карлового університету Праги Степан Степанович Фодор. Спочатку він бере С.С. Фодора у створений 1946 року ботанічний сад, а згодом — асистентом на кафедру, де колишній учитель виріс у відомого в СРСР і за його межами вченого — доктора біологічних наук, професора.

Другий знавець флори з місцевих мешканців — ботанік-аматор В.О. Грабар — працював на кафедрі лаборантом, а пізніше — старшим науковим співробітником ботанічного саду УжДУ. Зарахований у 1946 році на кафедру двадцятирічний випускник педучилища Е.С. Товт став кваліфікованим знавцем і хранителем гербарного скарбу кафедри впродовж півстоліття, до виходу на пенсію в 2005 році.

Завдяки організаторському таланту, інтуїції і вмілому підходу Хоми Юхимовича на кафедрі не було випадкових людей. Його енергія, наукові ідеї, працездатність і вимогливість цементували колектив кафедри, який працював самовіддано, цілеспрямовано, як єдиний гурт однодумців.

До системного вивчення флори Закарпаття була залучена вся кафедра на чолі із завідувачем. Експе-

диції в Карпати, збір, обробка і вивчення гербарію, організація опорних закладів — біобазис для літніх навчально-польових практик студентів у с. М. Березний, бази на полонині Рівній — для наукових досліджень високогірної рослинності Карпат, — ось далеко неповний перелік реалізації ініціатив, започаткованих у перші роки існування кафедри ботаніки її невтомним керівником. У такий спосіб був сформований один із головних напрямків наукової діяльності кафедри — флористично-геоботанічний. Результати його інтенсивного розвитку вражали: вже перші випускники кафедри ботаніки УжДУ були визнані в академічних установах Києва найкращими флористами України. У майбутньому цей напрямок став на кафедрі домінуючим, збагатився талановитими науковцями, учнями багаторічного керманіча кафедри ботаніки — професора В.І. Комендара.

За родом наукової діяльності в Києві Х.Ю. Руденко не був флористом, але він ним став в Ужгороді. Про це свідчить низка опублікованих ученим наукових статей про флору і рослинний покрив окремих районів Закарпаття. З 1980-х років на кафедрі розвиваються популяційні дослідження рідкісних ефемероїдів Карпат.

Адміністрація університету не могла не помітити неабиякі досягнення й організаторський талант Х.Ю. Руденка. Вже в лютому 1946-го його призначають деканом біологічного факультету (до 1952 р.), а в 1954—1956 роках він очолює хіміко-біологічний факультет УжДУ. Таким чином, можна констатувати, що реальне становлення біофаку — то значною мірою заслуга Х.Ю. Руденка.

Він не тільки впорався з величезним за обсягом адміністративним і педагогічним навантаженням, а й продовжував працювати над перерваною військовою докторською. З перших днів перебування в Ужгороді Хома Юхимович опікується придбанням приладів і реактивів, необхідних для ембріологічних досліджень, знайомить з мікроскопічною технікою лаборантів кафедри. Вражає не так обшир наукової роботи Х.Ю. Руденка, як мужність ученого, який у роки розгулу лисенківщини не припинив заборонені цитоембріологічні дослідження. 5 листопада 1954 р. у Московському державному університеті імені М.В. Ломоносова відбувся успішний захист докторської дисертації. Хома Юхимович завершив розробку теми «Розвиток чоловічого гаметофіту покритонасінних», розпочату 1927 року спільно з професором В.В. Фінном.

Захист докторської дисертації став стимулом до заснування замисленого Х.Ю. Руденком осередку цитоембріологічних досліджень в УжДУ. Цей напрямок генетики, який потребує для досліджень високоякісних оптичних приладів і досконалих хімічних реактивів, у ті часи розвивався в нечисленних наукових установах Західної Європи. В Росії він з'явився наприкінці XIX століття, в СРСР гальмувався лисенківщиною і почав відроджуватися в країні тільки в роки «відлиги» і лише в академічних інститутах. У повоєнні роки УжДУ був єдиним в Україні вищим навчальним закладом, де проводилися ембріологічні дослідження і читався спецкурс «Ембріологія рослин».

Наприкінці 50-х років професор Х.Ю. Руденко, залишаючи за собою керівництво кафедрою, працює над розширенням наукових досліджень у сфері ембріології рослин. Завдяки цьому в 1952 р. в УжДУ була відкрита аспірантура, і Хома Юхимович запрошує випускницю біофаку В.Ю. Мандрик, якій пропонує тему з ембріології рослин. У 1959 р. Міністерство освіти задовольняє запит професора на підготовку ще двох аспірантів. Мрія про створення цитологічної лабораторії почала здійснюватися. Завдяки зусиллям й авторитету Х.Ю. Руденка кафедра придбала необхідні для цитоембріологічних досліджень мікроскопічну техніку та реактиви, також виділили приміщення в адміністративній будівлі ботанічного саду УжДУ. Почалася копітка експериментальна робота над виконанням тем дисертаційних робіт аспірантами М.М. Чубірко і Й.М. Чернекі.

А тим часом здоров'я професора, підірване війною і напруженою роботою з розбудови кафедри ботаніки і біофаку, не витримує навантажень. Не полишаючи керівництво кафедрою і лабораторією, він дедалі частіше йде на лікарняний. Але не слабшає сила духу цієї неординарної людини. За останні три роки життя Хома Юхимович готує до друку і публікує більшість статей з теми докторської дисертації. Лише в 1961-му вийшли друком сім, наступного року — чотири, а вже по смерті професора — ще три його наукові праці в солідних наукових журналах України та СРСР.

Омріяна і закладена професором Х.Ю. Руденком цитологічна лабораторія запрацювала на повну потужність після захисту трьома аспірантами Хоми Юхимовича кандидатських дисертацій, що відбулися на засіданні Вченої ради біологічного факультету Московського державного університету. Це

було в першій половині 1960-х, саме тоді УжДУ переживав злет своєї діяльності. У цитологічній лабораторії, яка на той час уже стала частиною кафедри ботаніки, вирувала експериментальна робота — виконувалися курсові та дипломні, працювали викладачі-ембріологи. Наприкінці 1960-х до вже згаданих науковців-ембріологів кафедри долучаються перспективні студенти — випускники біофаку Ю.В. Манівчук і Ю.Ю. Петрус. Результати ембріологічних досліджень лабораторії публікуються як у наукових виданнях УжДУ, так і на сторінках фахових всесоюзних і республіканських журналів («Ботанический журнал», «Научные доклады высшей школы», «Український ботанічний журнал» тощо).

Діяльність цитоембріологів Закарпаття визнав координатор наукових досліджень у галузі ботаніки — Ботанічний інститут імені В.Л. Комарова АН СРСР у Ленінграді. Від 1960-х років ми брали участь в усіх всесоюзних нарадах з ембріології, які періодично відбувалися в Ленінграді, Москві, столицях союзних республік — від Прибалтики до Узбекистану. На жаль, у тогочасних умовах «залізної завіси» участь у міжнародних симпозиумах у Франції, Італії, Нідерландах, США, Чехословаччині, куди запрошували наших науковців, обмежувалася публікацією тез доповідей.

Редакційна колегія Ботанічного інституту імені В.Л. Комарова АН СРСР у 1980 році запланувала видання п'ятитомної, ілюстрованої рисунками авторів монографії «Сравнительная эмбриология цветковых». Розробку окремих розділів-родин доручили і нам, ужгородським ембріологам. Матеріали наших досліджень опубліковані в різних томах цієї фундаментальної праці: у томі II (1983) — родина *Theaceae* (В.Ю. Мандрик); у IV (1985) — родина *Rosaceae* (В.Ю. Мандрик і Ю.Ю. Петрус), родина *Fabaceae* (М.М. Чубірко та Л.Н. Кострикова); у V томі (1990) — родини *Agavaceae* і *Pandanaceae* (М.М. Чубірко).

Це була велика і відповідальна робота, що давала змогу авторам викладені в монографії матеріали узагальнити в докторських дисертаціях. Саме такою можливістю скористалася В.Ю. Мандрик, яка в 1990 році у Ботанічному інституті імені В.Л. Комарова АН СРСР у Ленінграді захистила докторську дисертацію. Власне, цією подією завершується 30-річний період успішної діяльності цитологічної лабораторії кафедри ботаніки.

Пострадянські десятиліття різко змінили ситуацію в науковій сфері загалом і в університетській

зокрема. Відчула це і наша лабораторія: припинилося постачання реактивів, новітніх приладів. Проте, хоч і з меншою активністю, робота в цитологічній лабораторії тривала. Під керівництвом професора В.Ю. Мандрик успішно захищає у 1996 р. кандидатську дисертацію О.Б. Колесник. У подальші роки кількість ембріологів рослин з науковим ступенем зростає — це К.Л. Крч, Я.С. Гасинець і Г.Б. Попович. Усі вони працюють на різних кафедрах альма-матер.

Збереженням цитологічної лабораторії нині опікується завідувач кафедри ботаніки ембріолог О.Б. Колесник. За наявності досвідчених фахівців-ембріологів і поліпшення фінансування вишів, сподіваємося, цитологічна лабораторія при кафедрі ботаніки УжНУ запрацює з властивою їй активністю і результативністю. Це буде гідною подякою мудрому і мужньому мрійникові, науковцю і педагогу за освітою, покликанням і пристрастю — Хомі Юхимовичу Руденку — від нас, ембріологів Закарпаття.

Рекомендує до друку  
М.В. Шевера

Надійшла 16.03.2015 р.

Чубирко М.М. Развитие цитозембриологических исследований на кафедре ботаники в Ужгородском университете (к 70-летию Ужгородского национального университета). — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(5): 511—515.

Ужгородский национальный университет  
ул. Волошина, 34, г. Ужгород, 88000, Украина

В статье приведен краткий очерк цитозембриологических исследований на кафедре ботаники Ужгородского национального университета — первого вуза, созданного в Закарпатской области после Второй мировой войны. Автор в ретроспективном анализе фокусирует внимание на определяющих этапах развития кафедры ботаники и ярких личностях ученых университета.

К л ю ч е в ы е с л о в а : цитология, эмбриология, Ужгородский университет.

Chubirko M.M. The development of cytological and embryological research at the Department of Botany in Uzhhorod University (on the 70<sup>th</sup> Anniversary of Uzhhorod National University). — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72(5): 511—515.

Uzhhorod National University  
34, Voloshyn Str., Uzhhorod, 88000, Ukraine

A brief review on the development of cytological and embryological investigations at the Department of Botany of Uzhhorod National University is presented. A short retrospective analysis is focused on the development stages of the Department and leading scientists of the University.

К е у w o r d s : cytology, embryology, Uzhhorod University.

## НОВІ ВИДАННЯ

Дендрохронологічний каталог природно-заповідного фонду Степу України / С.Ю. Попович, А.С. Василенко, Є.І. Берегута, П.М. Устименко та ін. / Ред. С.Ю. Попович / Національний університет біоресурсів та природокористування України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. — К.: ЦП «Компринт», 2014. — 888 с

У формі каталогу вперше систематизовано відомості щодо представленості у природно-заповідному фонді Степу України раритетних природних (in situ) і культивованих (ex situ, in vivo) видів деревних рослин і дендроценозів, які мають офіційний статус усіх рангів охорони (міжнародного, загальнодержавного та регіонального). Для означеного природно-географічного регіону подано конспект заповідних вікових дерев та чагарників. Визначено репрезентативність адміністративних регіонів, об'єктів і категорій природно-заповідного фонду. Наведено рейтинговий список об'єктів природно-заповідного фонду за кількістю раритетного дендрорізноманіття, а також показчик ступеня раритетності видів деревних рослин.

Видання призначене для фітосозологів, дендрологів, фітоценологів, лісівників, паркознавців, аспірантів і студентів відповідного фаху,



## СЛОВАЦЬКОМУ БОТАНІКУ, ДОКТОРУ МАРІЇ ЗАЛІБЕРОВІЙ – 70



Знаному словацькому ботанику, педагогу, Заслуженому члену Словацького ботанічного товариства та лауреату медалі імені Голубі (2005), доктору наук, прекрасній жінці Марії Заліберовій (RNDr. Maria Zaliberova, CSc.) у жовтні 2015 року виповнилося сімдесят. Вона – фахівець високого гатунку, відома оригінальними науковими дослідженнями в галузі флори та рослинності Словаччини, зокрема синантропної, ерудована, енергійна, жвава, захоплена вивченням рослинного світу.

Марія Заліберова народилася 29 жовтня 1945 р. у старовинному містечку Гнуста (район Римаєвська Субота, край Банська Бистриця, Словаччина). Змалечку полюбила природу, ліс, рослини, з якими її вперше ознайомив батько, що працював лісничим. Дитячі враження, безперечно,

вплинули на її захоплення рослинним світом і подальший вибір професії. Після закінчення місцевої середньої школи Марія Заліберова продовжила навчання на природничому факультеті Університету імені Коменського у Братиславі (1963–1968), де захистила дипломну роботу на тему «Угруповання літоральної зони середньої та нижньої течії річки Попрад». Згодом стажувалася в Ботанічному інституті Словацької академії наук, навчалася в аспірантурі, продовжуючи розпочаті в університеті геоботанічні дослідження. У 1974 р. успішно захистила докторську дисертацію на тему «Літоральні угруповання річки Попрад». Працювала спочатку асистентом, згодом – науковим співробітником, а від 1981 року і дотепер вона – старший науковий співробітник.

Дослідження Марії Заліберової охоплюють різноманітні аспекти вивчення рослинного світу Словаччини. Це, зокрема, рудеральна рослинність Східнославацької низовини та відстійників цукрових заводів Західнославацького краю, угруповання союзів *Bidention tripartiti* Nordh. 1940 і *Agropyro-Rumicion crispi* Nordh. 1940 та класів *Salicetea purpureae* Moog 1958 і *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937, синантропна рослинність біосферного резервату «Східні Карпати» та ін.

Марія Заліберова є співавтором багатотомного видання «Vegetácia Slovenska», зокрема в другому томі «Synantropná vegetácia» (1997) опрацювала рудеральні угруповання, в третьому томі «Vegetácia mokradí» (2001) – порядок *Convolvuletalia sepium* R. Tx. 1950, у п'ятому томі «Travnino-bylinná vegetácia»



(2014) – клас *Molinio-Arrhenatheretea*. Спільно з колегами склала перелік та охарактеризувала рослинні угруповання Словаччини – «Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia» (2008), розробила електронну експертну систему з ідентифікації синтаксонів «Travninobylinná vegetácia Slovenska – elektronický expertný systém na identifikáciu syntaxónov» (2007).

Як визнаний фахівець Марія Заліберова є експертом-консультантом з питань фітоценології багатотомного видання «Flora Slovenska», інвазійних видів рослин, з розробки принципів і методів знищення вибраної групи інвазійних видів рослин при Міністерстві охорони навколишнього середовища Словацької Республіки. Впродовж 1992–1994 років дослідниця залучалася як експерт для оцінки проектів міжнародної асоціації з оцінки впливу на довкілля (EIA – Environmental Impact Assessment) і як відповідальний виконавець з питань біоти під час розробки закону про оцінку впливу неаборигенних видів на довкілля Словацької Республіки. Пізніше, відповідно до цього закону, підготувала близько 20 доповідей з оцінки та моніторингу флори й рослинності.

Свої багаті знання та досвід Марія Заліберова передає студентам й аспірантам вишів. Проводила лекційні заняття та семінари в Трнавському університеті, а тепер читає курс «Синантропна рослинність» в Університеті імені Коменського в Братиславі.

Марія Заліберова ніколи не стояла осторонь громадської роботи, брала діяльну участь в організації численних наукових вітчизняних і міжнародних конференцій, нарад, ботанічних екскурсій тощо, була секретарем Координаційної ради з вивчення та розвитку рослинності в Карпатському регіоні в рамках програми «Людина і біосфера», членом організаційного комітету міжнародної робочої групи з картування рослинності Європи, координаційної групи з дослідження інвазійних рослин Центру охорони природи та краю Словацької Республіки, відповідальним редактором і згодом – членом редакційної ради Бюлетня Словацького

ботанічного товариства, редакційної ради часопису «Monographiae Botanicae» (Польща), заступником завідувача відділу геоботаніки Інституту ботаніки Словацької АН тощо. Дослідниця є членом ботанічних товариств Словаччини та Чехії, а також президії Словацького ботанічного товариства, головою секції з дослідження синантропної флори та рослинності. За наукові досягнення й активну громадську діяльність Словацьке ботанічне товариство обрало Марію Заліберову почесним членом (1995), а згодом – заслуженим членом (2005), а в 2005 р. за працю «Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 2. Synantropná vegetácia» (1997) їй було присуджено найвищу нагороду Товариства – медаль імені Голубі.

Марія Заліберова не раз була учасницею міжнародних наукових конференцій, зокрема організованих і в Україні – в Кам'янці-Подільському та Боянах (2010), у Берегові (2015). Разом із д-ром габілітованим Владіміром Єгліком з Чехії у 2014 р. відвідала Закарпаття, здійснивши обстеження флори залізниць. Того ж року, разом зі своєю ученицею, а нині науковим співробітником Інституту ботаніки Словацької АН, д-ром Яною Маєковою та українськими ботаніками, Марія Заліберова розпочала дослідження в рамках міжнародного наукового проекту Словацької АН та НАН України за темою «Сучасний стан інвазійних видів у рослинному покриві прикордоння України та Словаччини і тенденції їх поширення». За цей час здійснено кілька експедиційних виїздів, виявлено інвазійні види в регіонах дослідження і зафіксовано нові для цих територій види рослин. Відомості про знахідку *Geranium purpureum* Vill. – нового для рівнинної частини України виду адвентивних рослин – опубліковані в «Українському ботанічному журналі».

Свій ювілей Марія Заліберова зустрічає в розквіті творчих сил, сповнена енергії та нових планів. Зичимо ювілярці міцного здоров'я, подальших наукових успіхів, здійснення заповітних мрій.

М.В. ШЕВЕРА, В.В. ПРОТОПОПОВА,  
Є.Й. АНДРИК



ПАМ'ЯТІ ВІКТОРА ТАРАСОВИЧА БІЛАЯ  
(02.04.1956—03.09.2013)



Два роки тому, 3 вересня 2013-го, пішов із життя Віктор Тарасович Білай — мій учень, колега, молодший товариш.

Професійна діяльність В.Т. Білая зі студентських років і до відходу у вічність була пов'язана з Інститутом ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (далі — ІБ). Тут він пройшов 35-річний шлях від інженера до старшого наукового співробітника, кандидата біологічних наук за спеціальністю «мікологія».

Проте знайомство Віктора Тарасовича Білая з мікологією почалося значно раніше, можна сказати — з перших років його життя. Він народився 2 квітня 1956 р. у м. Києві, в родині науковців. Величезний вплив на формування його особистості з дитинства мала бабуся — видатний український мікробіолог, заслужений діяч науки УРСР, лауреат Державних премій, член-кореспондент АН УРСР Віра Йосипівна Білай. Разом із членом-кореспондентом АН УРСР М.М. Підоплічком В.Й. Білай зробила значний внесок у розвиток експериментальної мікології. Вона здійснила

поглиблені дослідження мікроскопічних грибів — збудників хвороб сільськогосподарських культур, продуцентів біологічно активних речовин, насамперед ферментів, антибіотиків, токсинів. Результати цих досліджень відображені в численних монографіях В.Й. Білай: «Фузарии» (1955, 1977), «Микроскопические грибы — продуценты антибиотиков» (1961), «Биологически активные вещества микроскопических грибов и их применение» (1965), «Токсинообразующие микроскопические грибы и вызываемые ими заболевания человека и животных» (1970, разом із М.М. Підоплічком). Вони і дотепер не втратили наукового значення і використовуються новими поколіннями мікробіологів і мікологів. Батько В.Т. Білая, доктор біологічних наук Т.І. Білай, біохімік за фахом, також обрав об'єктом досліджень гриби, зосередивши увагу на вивченні ферментів мезофільних і термофільних міксоміцетів, визначенні ролі цих ферментів у процесах трансформації рослинних субстратів. Ці проблеми висвітлені в його монографіях «Термостабильные ферменты грибов» (1979) і «Трансформация целлюлозы микромицетами» (1982, разом із В.Й. Білай і О.Г. Мусич).

Віктор Тарасович Білай, зростаючи в родині вчених-біологів, змалечку був оточений атмосферою відданого служіння науці, мав перед очима близьких йому людей, які були високими професіоналами і взірцем величезної працездатності. Вже студентом біофаку Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка (далі — КДУ) В.Т. Білай став безпосереднім учнем професора В.Й. Білай, яка в 70-х роках ХХ ст. читала на біофаці університету курс лекцій «Основи загальної мікології». У 1989 р. видавництво «Вища школа» випустило «Основы общей микологии» В.Й. Білай як підручник, рекомендований Мінісвіти УРСР для студентів біологічних факультетів університетів, сільськогосподарських і технологічних вишів.

Отже, після закінчення Київської середньої школи № 87 у 1973 р. того ж року Віктор Білай вступив на біологічний факультет КДУ. У 1978 р. він закінчив університет за спеціальністю «біо-

лог-фізіолог рослин, викладач ботаніки та хімії». В Інститут ботаніки В. Білай уперше прийшов ще студентом у 1976 р. і півроку працював лаборантом відділу мікології та ліхенології. Отримавши університетський диплом, Віктор Тарасович за направленням прибув до нашого Інституту, де з серпня 1977 р. працював інженером відділу фізіології рослин, а з лютого 1978 р. був переведений на таку ж посаду (1978—1987) до відділу мікології та ліхенології.

У цьому відділі 70-ті роки ХХ ст. ознаменувалися інтенсивними дослідженнями проблем промислового культивування їстівних макроскопічних грибів: печериці двоспорової та гливи звичайної, започаткованих членами-кореспондентами НАН України С.П. Вассером і І.О. Дудкою. Ці роботи науково-прикладного спрямування фінансово підтримувалися Державним комітетом з науки і техніки (далі — ДКНТ СРСР), республіканськими програмами, господарськими угодами. Прихід до відділу молодого фізіолога рослин В.Т. Білая визначив його подальшу наукову долю. Він розпочав вивчення мікроміцетів печеричних компостів залежно від рівня технології вирощування печериць у різних господарствах, з'ясував роль мікроміцетів у різних компонентах компостів, насамперед клітковини, і на різних етапах культивування. Ці дослідження забезпечували одержання нових високоврожайних і вірусостійких штамів печериці згідно із завданням ДКНТ СРСР, яке тоді стояло перед колективом відділу, — «Отримати й інтродуквати в культуру нові продуктивні та вірусостійкі штами шампінйона двоспорового» (1979 — 1980). У цей же період відділ був залучений до виконання державної програми «Харчові білки, їх отримання і використання», в межах якої започаткували впровадження екстенсивного методу культивування цінного їстівного гриба — гливи звичайної на відходах лісового господарства (1981—1982).

В.Т. Білай, продовжуючи дослідження мікроміцетів компостів для печериць, долучився до виконання робіт за цією програмою і брав активну участь у створенні плантацій з вирощування гливи в Лелихівському та Великопольському лісництвах Львівської області. На матеріалі з цих плантацій Віктор Тарасович визначив вміст клітковини та лігніну у вихідних зразках деревини (серцевина і заболонь) різних порід і в зразках деревини цих самих порід, де протягом кількох років розвивалися міцелій і плодові тіла гливи. Це дало змогу з'ясувати динаміку засвоєння компонентів деревини гливою і підібрати деревину, найефективнішу для вирощу-

вання гливи екстенсивним способом. Водночас, у зв'язку з переходом від екстенсивного до інтенсивного способу культивування гливи на соломі різних зернових культур, В.Т. Білай виконав аналогічні дослідження щодо зміни вмісту клітковини, лігніну та золи в соломі, на якій розвивався цей гриб.

Дисертаційну роботу з мікроміцетів печеричних компостів Віктор Тарасович виконував без відриву від розробок за основною тематикою відділу. Спершу базовим підприємством для цих досліджень була Київська овочева фабрика. На початку 1980-х років я, як науковий керівник кандидатської дисертації В.Т. Білая, порадила йому відбирати компости для виділення мікроміцетів на печеричницях з іншими технологіями, а саме в радгоспі «Московський» (м. Москва), на фірмі «Літо» (м. Ленінград), у колгоспі Сімферопільського району Криму. В процесі співробітництва з цими підприємствами проявилася цінна властивість Віктора Тарасовича: його вміння знаходити спільну мову з виробничниками, давати їм корисні поради з власного досвіду, засвоювати новинки технологій, запроваджуваних на конкретному виробництві, налагоджувати обмін чистими культурами штамів-продуцентів.

Результатом поєднання наукових досліджень і практичної діяльності В.Т. Білая стала його кандидатська дисертація «Микромицеты шампиньонных компостов», успішно захищена на спеціалізованій раді Інституту ботаніки в грудні 1986 р. Робота мала високий рівень наукової новизни: вперше було визначено видовий склад мікроміцетів печеричних компостів, встановлено невідомі раніше сукцесійні зміни їх видового складу залежно від фаз ферментації компостів, з'ясовано роль підвищеної температури як регульовального фактора життєдіяльності мікроміцетів компостів, виділено індикаторні види якісного та неякісного компостів тощо.

Після захисту дисертації В.Т. Білай обіймав посади молодшого наукового співробітника (1987 — 1992), наукового співробітника (1993—1995), старшого наукового співробітника (1995—2013). Він і надалі розробляв напрямок досліджень, визначений кандидатською дисертацією, змінився лише об'єкт. Протягом 1986 — 1990 рр. Віктор Тарасович брав участь у створенні біотехнології інтенсивного поверхневого та глибинного культивування гливи звичайної. У цей період остаточно визначається нахил В.Т. Білая до прикладної діяльності в галузі грибовництва: оформлення патентів на винаходи, надання консультацій виробникам щодо прогресивних технологій вирощування їстівних грибів,

проведення семінарів з проблем промислового культивування традиційних і недавно інтродукованих у культуру їстівних грибів. Так, у 1988 р. у № 1 «Бюллетеня изобретателя» з'являється патент, підготовлений за результатами дисертації В.Т. Білая «Штамм мікроміцета *Hemicola insolens* для предварительной обработки соломы при твёрдофазном выращивании съедобных грибов из рода *Agaricus*». Згодом додаються нові авторські свідоцтва і патенти. Ім'я В.Т. Білая і накопичений ним практичний досвід у галузі грибовництва стає відомим не тільки в Україні та Радянському Союзі, а й за кордоном. Віктор Тарасович разом із доктором біологічних наук Н.А. Бісько отримують пропозиції щодо співпраці з колегами з Інституту мікробіології Чеської АН (1988, м. Прага) та Інституту рослинництва (1989, 1990, м. Скерневіце, Польща) і вирушають до цих країн у наукові відрядження. Наприкінці 1992 р. вони відвідали Інститут овочівництва у Кореїській НДР. У 1993 р. до керівництва Інституту ботаніки звернувся директор Інституту експериментального грибовництва (Нідерланди) професор Л.Дж. Гріенсвен із проханням відрядити В.Т. Білая на чотири місяці з метою проведення спільних досліджень з ферментації та підготовки селективних субстратів для культивування їстівних грибів. Матеріальну підтримку щодо здійснення цього відрядження надала Нідерландська організація міжнародної кооперації та вищої школи (1993, м. Хорст, Нідерланди). В 1995 р. було закладено спільний експеримент з вивчення впливу термофільних грибів на процес ферментації субстратів для вирощування їстівних грибів у Німеччині.

У 1997 р. В.Т. Білая разом із доктором біологічних наук Е.Ф. Соломко запросили на річне стажування до Центру наук про здоров'я Техаського університету (м. Сан-Антоніо, США). Це була програма Фулбрайта з обміну фахівцями для роботи з культивування лікарських грибів із протипухлинними й антизапальними властивостями. Упродовж 2002—2003 років він працював в Інституті еволюції (м. Хайфа, Ізраїль) за угодою про співробітництво між Інститутом ботаніки та цією науковою установою.

В.Т. Білай був також доповідачем на кількох міжнародних форумах, присвячених культивуванню їстівних і лікарських грибів. Віктор Тарасович брав участь у конференціях, що відбувалися у США (1996, м. Стейт Коледж, штат Пенсильванія), Австралії (1999, м. Сідней), Україні (2001, м. Київ).

Науковий доробок В.Т. Білая — це близько 100 публікацій, переважно тез і статей, чимало з яких оприлюднено у відомих вітчизняних і зарубіжних

журналах: «Український ботанічний журнал», «Микологія и фитопатология», «Internat. J. of Medical Mushrooms». Він є співавтором двох монографій — «Культивирование съедобных грибов» (1992, разом із Н.А. Бісько та І.О. Дудкою) та «Атлас возбудителей болезней и вредителей съедобных грибов при их культивировании» (2005, разом із Н.А. Бісько).

Багато уваги Віктор Тарасович приділяв популяризації науково-технічних знань про розведення їстівних і лікарських грибів. Його змістовні та насичені корисними рекомендаціями поради друкувалися в журналах «Овощеводство», «Огородник» і «Школа грибовода».

Головним досягненням В.Т. Білая, що підсумовує його багаторічну працю в мікології та грибовництві, є присудження у 2005 році йому в складі колективу науковців з різних освітніх і виробничих установ Державної премії України в галузі науки і техніки за цикл робіт «Розробка наукових основ промислового грибовництва та їх практична реалізація в аграрному комплексі України».

Віктор Тарасович Білай брав діяльну участь в усіх справах відділу мікології. Зокрема, разом з колегами виїздив на збір матеріалу для щорічних виставок грибів, виконував конкретні доручення з організації конференцій «Стан і перспективи виробництва вищих їстівних грибів у СРСР», які регулярно проводив відділ. Він не стояв осторонь і громадського життя Інституту: був агітатором, випускав молодіжну газету, відповідав за організацію занять з цивільної оборони. Тривалі дружні та ділові стосунки пов'язували його з багатьма колегами з відділу — С.П. Вассером, А.С. Бухало, Н.А. Бісько, Е. Ф. Соломко, Т.В. Андріановою та іншими.

У родині Віктор Тарасович був відповідальним і турботливим батьком. Разом із дружиною Іриною Григорівною вони виховали двох синів, Дениса Вікторовича і Дмитра Вікторовича, обом дали вищу освіту, дочекалися онуків.

На жаль, останніми роками Віктор Тарасович тяжко хворів, змушений був часто і надовго лягати до лікарні. Проте тримався він надзвичайно мужньо, нікому не дошкуляв розповідями про свої негаразди зі здоров'ям. Ми збережемо в пам'яті образ доброзичливого, веселого, з тонким гумором Віктора Тарасовича, яким він прийшов у відділ з університету. Переконана, що праці В.Т. Білая, присвячені біології та екології мікроміцетів на рослинних субстратах компостів, науковим основам грибовництва, служитимуть ще не одному поколінню мікологів.

І.О. ДУДКА

## ЛЕВ СЕРГІЙОВИЧ БАЛАШОВ. СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ВЧЕНОГО



17 червня 2015 р. на 86-му році перестало битися серце відомого вченого в галузі геоботаніки, екології, болотознавства, лукознавства, охорони природи, доктора біологічних наук, професора, лауреата премії імені М.Г. Холодного НАН України Лева Сергійовича Балашова.

Лев Сергійович народився 17 лютого 1929 року в м. Ленінграді, в родині службовців. У 1944 р. його батьки переїхали до України. У 1952 р. Лев Балашов отримує вищу освіту в Ніжинському педінституті імені М.В. Гоголя і в ньому розпочинає свій трудовий шлях на посаді лаборанта та викладача. У 1959 р. вступає до аспірантури у відділ геоботаніки Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України. Відтоді і до виходу на заслужений відпочинок уся його трудова діяльність пов'язана з цим Інститутом. У ньому він пройшов шлях від молодшого до провідного наукового співробітника. У 1965 році Лев Сергійович захистив кандидатську дисертацію, а в 1994 р. — докторську.

Л.С. Балашов був геоботаніком широкого профілю, відповідальним виконавцем і керівником багатьох науково-дослідних тем із вивчення лучної, болотної та інших типів організації рослинності різних регіонів України. Зокрема, він здійснив монографічне дослідження змін флори

та рослинності боліт під впливом осушувальної меліорації; вивчав сукцесії лучної рослинності, спричинені господарською діяльністю, і надав рекомендації з оптимізації використання й охорони природних кормових угідь; детально досліджував флору та рослинність Поліського державного заповідника, запропонував природоохоронне впорядкування його території тощо.

Лев Сергійович органічно поєднував теоретичні та прикладні аспекти досліджень. На підставі порівняльного вивчення сучасного стану рослинності лук і боліт в Україні виявив їхні істотні зміни протягом останніх шістдесяти років під впливом господарської діяльності: скорочення площ, спрощення ценотичного та флористичного складу, зниження продуктивності. Л.С. Балашов окреслив основні шляхи та напрямки синантропізації лучної рослинності за чинної тоді системи господарювання. За допомогою градієнтного аналізу він розробив шкалу індексів осушення майже для 400 видів судинних рослин і метод визначення ступеня осушення/обводнення території.

Вагомим є внесок Лева Сергійовича у справу охорони рослинного світу. Окрім досліджень у Поліському державному заповіднику, він описав і запропонував для охорони в Україні близько двох десятків об'єктів лучної та болотної рослинності. Л.С. Балашов разом із колегами розробив (на прикладі р. Десни) принцип створення оптимальної мережі природоохоронних територій у річковому басейні.

Постійну увагу вчений приділяв оптимізації використання природних рослинних ресурсів. Спільно з колективом авторів він розробив господарську типологію кормових угідь України за флористичними критеріями, а також екологічну класифікацію лучної рослинності. Результати цих досліджень стали науковими засадами рекомендацій щодо раціонального використання та охорони кормових угідь, запропонованих для низки районів й окремих господарств областей України.

Після Чорнобильської катастрофи Лев Сергійович як відповідальний виконавець і керівник науково-дослідних тем, що ввійшли до державних програм з мінімізації наслідків аварії,



вивчає зміни рослинності в зоні відчуження ЧАЕС і вплив радіоактивного забруднення на фітоценози. Разом із колегами він здійснив типізацію території тридцятикілометрової зони ЧАЕС за фітофакторами, великомасштабне картування рослинності окремих полігонів, розробив методику моніторингу фітобіоти в системі загального радіоекологічного моніторингу зони. Ця робота й інші дослідження з чорнобильської тематики широко використовувалися в обґрунтуванні Чорнобильського біосферного заповідника, який створили в 2015 році.

І на заслуженому відпочинку Лев Сергійович не припинив наукової діяльності. Він був відповідальним виконавцем кількох проєктів, опублікував понад 30 статей. До останнього часу керував науковою темою «Теорія та розробка технології моніторингу екосистем НПП „Подільські Товтри“» (Кам'янець-Подільський національний університет). У 2006 р. його обрали на посаду завідувача кафедри біології та методики її викладання цього університету, в 2013 р. – на посаду професора кафедри, а в 2015 р. МОН України присвоїв Л.С. Балашову наукове звання професора.

Лев Сергійович активно сприяв підготовці молодих фахівців, консультуючи студентів,

аспірантів і науковців-початківців. Він був членом редколегій низки періодичних видань, успішно популяризував наукові знання в галузі ботаніки, екології, охорони природи.

Л.С. Балашов опублікував понад 200 наукових праць, зокрема 9 монографій. Він є автором і співавтором кількох науково-популярних видань, найвідоміше з яких – «В краю ландыша и азалии».

Лев Сергійович належав до старшого покоління ботаніків, які стали взірцем для наслідування в їхній любові до життя, великій мудрості, принциповості, безкомпромісності в розв'язанні проблем і пристрасності до древньої та вічно молоді науки ботаніки. Лев Сергійович мав чудових батьків, які виховали в нього любов до людей, постійне прагнення до навчання, щирість і мужність. Він виростив двох синів, дбайливо опікувався внуками. Один із них, Ігор Балашов, став успішним науковцем і вже захистив кандидатську дисертацію з проблем зоології.

Лев Сергійович був одним із кращих учнів видатного ботаніка-болотознавця Єлизавети Модестівни Брадїс. Усі вони, завдяки її майстерності, досвіду і таланту педагога, стали докторами наук. Дидактичні прийоми свого вчителя Лев Сергійович успішно реалізував у викладацькій діяльності. За характером він був романтиком, писав вірші, добре знав вітчизняну та зарубіжну літературу, зокрема поезію. Серед українських класиків особливо любив твори Михайла Коцюбинського. На його новелах він удосконалював свою українську, оскільки його рідною мовою була російська. Ще однією рисою дослідника було його постійне прагнення оволодівати новими горизонтами наукового пошуку і, подібно до альпініста, вмів досягати омріяних вершин.

Л.С. Балашова глибоко шанували як принципового вченого, котрий вирізнявся широкою ботанічною та загальнонауковою ерудицією, багатим досвідом і невичерпною енергією. Скромна та чуйна людина, Лев Сергійович відзначався великим працелюбством, пристрасністю і любов'ю до природи. До своїх останніх днів він був сповнений творчих задумів і планів.

Світла пам'ять про Лева Сергійовича Балашова назавжди залишиться в наших серцях.

Д.В.ДУБИНА

# СОДЕРЖАНИЕ

## **Геоботаника, экология, охрана растительного мира**

- Дидух Я.П., Чусова О.А., Ольшевская И.А., Полищук Ю.В. Речные долины как объект эколого-геоботанических исследований .....415
- Красова О.А., Шевчук Н.Ю., Коршиков И.И. Флористическая и ценогическая характеристики мониторинговых степных участков южной части Криворожья .....431

## **Сосудистые растения: систематика, география, флора**

- Федорова Т.А. Новые номенклатурные комбинации в роде *Nitrosalsola* (*Chenopodiaceae*) .....442
- Явнюк А.А., Шевцова Н.Л., Гудков Д.И. Оценка влияния дополнительного радиационного облучения на морфометрические показатели семенных проростков *Phragmites australis* из водоемов Чернобыльской зоны отчуждения .....446

## **Красная книга Украины**

- Федорончук Н.М., Дидух Я.П., Белемец Н.М. Найденная популяция (*locus classicus*) редкого вида *Spiraea rikoviensis* (*Rosaceae*) и ее эколого-ценогическая характеристика .....454
- Попова Е.Н., Rogozin С.Ю. Новое местонахождение редкого вида *Iris pontica* (*Iridaceae*) на Причерноморской низменности и состояние его популяции .....462
- Якушенко Д.Н., Орлов А.А. Новые находки *Utricularia australis* (*Lentibulariaceae*) в Украине .....468

## **Споровые растения и грибы**

- Макаренко Я.Н., Беседина И.С. Редкие для Украины виды рода *Agaricus* (*Agaricales*) из бассейна р. Псёл .....474
- Кондратюк Т.А. Особенности роста темнопигментированного дрожжеподобного гриба *Pseudonadsoniella brunnea* (*Meripilaceae*, *Basidiomycota*) на разнообразных питательных средах .....478
- Ходосовцев А.Е., Дармостук В.В., Громакова А.Б. *Japewia* (*Ramalinaceae*, *Ascomycota*) — новый род для лишенобиоты Украины .....484

## **Физиология, анатомия, биохимия, клеточная и молекулярная биология растений**

- Клименко О.М. Ультраструктура фотосинтетического аппарата и содержание пигментов в плавающих и подводных листьях *Nuphar lutea* и *Nymphaea alba* .....487
- Калашник Г.В., Гайдаржи М.Н. Особенности эпидермы проростков представителей подсемейства *Cactoideae* (*Cactaceae*) .....498
- Федорчук В.В., Емец А.И. Влияние оргованадата натрия, ингибитора тирозиновых протеинфосфатаз, на *Agrobacterium*-опосредованную трансформацию растений .....505

## **История науки**

- Чубирко М.М. Развитие цитоэмбриологических исследований на кафедре ботаники в Ужгородском университете (к 70-летию Ужгородского национального университета) .....511

## **Юбилейные даты**

- М.В. Шевера, В.В. Протопопова, Е.Й. Андрик. Словацкому ботанику, доктору Марие Залиберовой — 70 .....516

## **Потери науки**

- Дудка И.А. Памяти Виктора Тарасовича Билая ..... 518
- Дубына Д.В. Лев Сергеевич Балашов. Светлой памяти ученого ..... 521

# CONTENTS

## *Vegetation Science, Ecology, Conservation*

Didukh Ya.P., Chusova O.O., Olshevska I.A., Polishchuk Yu.V. River valleys as the object of ecological and geobotanical research. . . . . 415

Krasova O.O., Shevchuk N. Y., Korshykov I.I. Floristic and coenotic characteristics of steppe monitoring sites in the southern part of Kryvyi Rih area . . . . . 431

## *Vascular Plants: Taxonomy, Geography and Floristics*

Feodorova T.A. New nomenclatural combinations in *Nitrosalsola* (*Chenopodiaceae*) . . . . . 442

Yavnyuk A.A., Shevtsova N.L., Hudkov D.Y. Assessment of additional ionizing radiation impact on morphometric indices of seed germs of *Phragmites australis* from water bodies of the Chernobyl Exclusion Zone. . . . . 446

## *The Red Data Book of Ukraine*

Fedoronchuk M.M., Didukh Ya.P., Belemets N.M. The locus classicus population of a rare species, *Spiraea pikoviensis* (*Rosaceae*), and its ecological-coenotic characteristics . . . . . 454

Popova E.N., Rogosin S.Ju. New locality of a rare species *Iris pontica* (*Iridaceae*) on the Black Sea lowland and the status of its population . . . . . 462

Iakushenko D.M., Orlov O.O. New records of *Utricularia australis* (*Lentibulariaceae*) in Ukraine. . . . . 468

## *Non-vascular Plants and Fungi*

Makarenko Ya.M., Besedina I.S. Rare for Ukraine species of *Agaricus* (*Agaricales*) from the Psyol River basin. . . . . 474

Kondratyuk T.O. Peculiarities of growth of a dark pigmented yeast-like fungus *Pseudonadsoniella brunnea* (*Meripilaceae*, *Basidiomycota*) on various nutrient media . . . . . 478

Khodosovtsev O.Ye., Darmostuk V.V., Gromakova A.B. *Japewia* (*Ramalinaceae*, *Ascomycota*), a new genus for the lichen biota of Ukraine. . . . . 484

## *Plant Physiology, Anatomy, Biochemistry, Cell Biology and Molecular Biology*

Klymenko O.M. Ultrastructure of photosynthetic apparatus and pigment content of floating and submerged leaves of *Nuphar lutea* and *Nymphaea alba* . . . . . 487

Kalashnyk H.V., Gajdarzhy M.M. Epidermis characteristics of the seedlings of the *Cactoideae* (*Cactaceae*) plants. . . . . 498

Fedorchuk V.V., Yemets A.I. The influence of protein tyrosine phosphatase inhibitor, sodium ortovanadate, on *Agrobacterium*-mediated transformation of plants. . . . . 505

## *History of Science*

Chubirko M.M. The development of cytological and embryological research at the Department of Botany in Uzhhorod University (on the 70th Anniversary of Uzhhorod National University). . . . . 511

## *Jubilee Dates*

Shevera M.V., Protopopova V.V., Andrik E.J. On the 70<sup>th</sup> Anniversary of Maria Zaliberová a Slovak botanist . . . . . 516

## *In Memoriam*

Dudka I.O. In memory of Victor Tarasovych Bilay . . . . . 518

Dubyna D.V. In memory of L.S. Balashov . . . . . 521

---

Український ботанічний журнал, т. 72, № 5, 2015. Національна академія наук України. Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного. Науковий журнал. Заснований у 1921 р. Виходить один раз на два місяці (українською, російською та англійською мовами). Головний редактор С.Л. Мосякін

Украинский ботанический журнал, т. 72, № 5, 2015. Национальная академия наук Украины. Институт ботаники имени Н.Г. Холодного. Научный журнал. Основан в 1921 году. Выходит один раз в два месяца (на украинском, русском и английском языках). Главный редактор С.Л. Мосякин

Затверджено до друку вченою радою Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України (протокол №14 від 10 листопада 2015 р.)

Реєстраційне свідоцтво серії КВ № 12179-1063ПР від 11.01.2007 р.

Редактори М.М. Кошова, В.М. Романюк

Технічний редактор І.В. Кушнір

Комп'ютерна верстка Д.С. Решетников

---

Здано до друку 05.05.2015. Формат 70 × 100/16. Папір офсетний № 1. Друк. офсет.

Ум.-друк. арк. 14,00. Обл.-вид. арк. 15,36. Наклад 200 прим.

---

Видруковано ТОВ «Наш формат»  
пр-т Миру, 7, м. Київ, 02105, Україна