

Рослини

Інтродукція

1(81)/2019

Plant introduction

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ • ЗАСНОВАНИЙ У 1999 р. • ВИХОДИТЬ 4 РАЗИ НА РІК • КИЇВ

ЗМІСТ

Теорія, методи і практичні аспекти інтродукції рослин

- ZAIMENKO N.V. Thermodynamical aspects of the introduction processes 3
- БЕДЕРНІЧЕК Т.Ю. Біологічна секвестрація Карбону: перспективи використання інтродукованих деревних рослин (на прикладі *Quercus rubra* L.) 8

Збереження різноманіття рослин

- ШИНДЕР О.І. Спонтанна флора Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (м. Київ). Повідомлення 1. Аборигенні види 18
- ГНАТЮК А.М., ГРИЦЕНКО В.В. Особливості росту та розвитку *Paeonia tenuifolia* L. на північній межі Лісостепу України 31

Біологічні особливості інтродукованих рослин

- ВАКУЛЕНКО Т.Б., ЛОЯ В.В., КАЮТКІНА Т.М. Морфологічні особливості насіння деяких раритетних видів родини *Brassicaceae* Burnett 44
- ДІДИК Н.П., ІВАНИЦЬКА Б.О. Вплив кремнієвмісних мінералів і сумішей на їх основі на алелопатичний режим прикореневого ґрунту під 30-річними насадженнями яблуні та персика 51

CONTENTS

Theory, Methods and Practical Aspects of Plant Introduction

- ZAIMENKO N.V. Thermodynamical aspects of the introduction processes 3
- BEDERNICHEK T. Biological carbon sequestration: perspectives for application of introduced tree species (case study of *Quercus rubra* L.) 8

Conservation of Plant Diversity

- SHYNDER O. Spontaneous flora of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (Kyiv). 1. Indigenous species 18
- GNATIUK A.M., GRITSENKO V.V. Peculiarities of the growth and development of *Paeonia tenuifolia* L. on the northern border of the Forest-Steppe of Ukraine 31

Biological Peculiarities of Introduced Plants

- VAKULENKO T.B., LOYA V.V., KAYUTKINA T.M. Morphological characteristics of seeds of the *Brassicaceae* Burnett some rare species 44
- DIDYK N.P., IVANYTSKA B.O. The effect of siliceous minerals and composites on their basis on allelopathic regime of soil under 30-year old plantations of apple and peach trees 51

Паркознавство та зелене будівництво

- КОРШИКОВ І.І. Життєздатність рослин тиса ягідного (*Taxus baccata* L.) в умовах Криворіжжя 58
- КАЛАШНІКОВА Л.В., БОНЮК З.Г. Результати інвентаризації видів роду *Spiraea* L. із колекції дендропарку «Олександрія» НАН України. 68

Фізіолого-біохімічні дослідження

- VERGUN O.M., RAKHMETOV D.B., RAKHMETOVA S.O., FISHCHENKO V.V. Distribution of nutrients in different organs of plants of *Miscanthus* Anderss. genotypes. 75
- КОРШИКОВ І.І., ШЕВЧУК Н.Ю., ГУСЕЙНОВА Е.Р. Зміна забарвлення і вмісту фотосинтетичних пігментів у різновіковій хвої *Picea pungens* Engelm. в умовах міських насаджень. 82

Постаті

- БУЮН Л.І., КОВАЛЬСЬКА Л.А., ІВАННИКОВ Р.В., ХАРЧЕНКО І.І., ВАХРУШКІН В.С. Професор Тетяна Михайлівна Черевченко (1929—2017): світло далекої зірки (до 90-річчя від дня народження). 90

Хроніка

- ЗАІМЕНКО Н.В., ГНАТЮК А.М. У Раді ботаничних садів та дендропарків України 93

Вітаємо!

- ГРИГОРЮК І.П., ЯКУБЕНКО Б.Є., ГАПОНЕНКО М.Б. До 60-річчя від дня народження професора Ю.В. Лихолата 101
- ШЕВЕРА М.В., ПРОТОПОПОВА В.В., КЛИМЕНКО С.В. До 60-річчя від дня народження професора А.В. Єни 104

Park Science and Park Architecture

- KORSHYKOV I.I. Viability of common yew (*Taxus baccata* L.) plants in conditions of Kryvyi Rih 58
- KALASHNIKOVA L.V., BONYUK Z.G. Results of the inventory of species of genus *Spiraea* L. from collection of the dendropark *Olexandria* of the NAS of Ukraine. 68

Physiological and Biochemical Investigations

- VERGUN O.M., RAKHMETOV D.B., RAKHMETOVA S.O., FISHCHENKO V.V. Distribution of nutrients in different organs of plants of *Miscanthus* Anderss. genotypes. 75
- KORSHYKOV I.I., SHEVCHUK N.Yu., GUSEYNOVA E.R. The changes of colouring and content of photosynthetic pigments in uneven-aged needles of *Picea pungens* Engelm. in conditions of urban plantings 82

Persons

- BUYUN L.I., KOVALSKA L.A., IVANNIKOV R.V., KHARCHENKO I.I., VAKHRUSHKIN V.S. Professor Tetiana Mykhaylivna Cherevchenko (1929—2017): Light from a distant star (dedicated to the 90-th anniversary). 90

Chronicle

- ZAIMENKO N.V., GNATYUK A.M. In the Council of the Botanical Gardens and Dendroparks of Ukraine 93

Congratulations!

- GRYGORYUK I.P., YAKUBENKO B.Ye., GAPONENKO M.B. 60-th anniversary of professor Yu.V. Lykholat 101
- SHEVERA M.V., PROTOPOPOVA V.V., KLYMENKO S.V. 60-th anniversary of professor A.V. Yena 104

UDK 544.313.: [581.522.4+581.95]

N.V. ZAIMENKO

M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine
Ukraine, 01014 Kyiv, Timiryazevska str., 1

THERMODYNAMICAL ASPECTS OF THE INTRODUCTION PROCESSES

The theoretical component of the introductory process from the standpoint of the laws of thermodynamics is determined. At the ecosystem level, vegetation groups with specific environmental conditions characteristic of each species have been analyzed. The information resource approach is proposed as a biotechnical analogue for the study of the structural and functional organization of ecosystems of different levels of the hierarchy and ten basic characteristics are determined from their evaluation.

Key words: introduction, laws of thermodynamics, main characteristics of ecosystem assessment, information and resource modeling.

During many decades on the territory of M.M. Gryshko National Botanical Garden due to the unique principle of representing live plants in botanical and geographic areas artificial phytocoenoses close to natural with stable homeostatic introducing populations have been formed. In accordance with the laws of thermodynamics, any ecosystem consists of living organisms that are independent of each other, with the environmental conditions characteristic of each of them. At the same time, each organism is directly involved in the constant transfer of energy and mass, which occurs in a condition of a balanced or unbalanced state. Therefore, only thermodynamics provides a quantitative definition of the organization or disorganization of the ecosystem.

Ecosystems of any level of the hierarchy (from living cells to biogeocoenoses) can be described within the framework of a conceptual structural model that reproduces the general principles of life, adaptation and evolution. In this case, the conceptual model as a biotechnical analogue of systems of this complexity level includes two subsystems — resource and information.

Resource substructure, according to the theory of V.I. Vernadsky, describes the dynamics of the balance of material and energy resources and their ecological and physiological transforma-

tions in the process of plant life. Life activity should be considered as a process of regulation aimed at either structuring (in the presence of sufficient resources) or maintaining the existing structure (with a limited amount of resources).

Information substructure reproduces the information flows at different hierarchical levels for the formation of a structured knowledge base. In the process of plant life, the implementation of functional information is continuously carried out in the form of regression or adaptation, while structural information is only partially available for external observation.

Our studies of the structural and functional organization of ecosystems at the botanical and geographical expositions made it possible to develop conceptual models of natural and artificial biogeocoenoses from the standpoint of the laws of thermodynamics and to determine the sequence of their synthesis for climatic changes; to identify the goals and criteria for identifying ecosystems; to construct conceptual models of the structure of an object, in which each subsystem corresponds to an information model and an adequate state parameter; to establish the rank of the information matrix of the state parameter and its orthogonality; to get the primary information and to process it at the current time scale; to check the system performance.

In particular, the first law is based on the fact that ecosystems of different hierarchical levels

© N.V. ZAIMENKO, 2019



Fig. 1. State of pine plants on the botanical-geographical area “Forests of Ukrainian Plain”: *A* — corrupted, drying plants; *B* — healthy plants

function due to their internal energy and external energy source. As an example, the etiology of drying out is a poorly understood and unclear section of forest pathology. The one-sidedness of interpretations of causal relationships is generally characterized by a rather simplistic approach, which explains the root cause of any factor that is understandable by an expert. The drying of trees of one or more species, especially at different stages of the ontogeny, is stretched in time and space, and a lot of factors influence the process. Taking into consideration that those ecosystems are the most complex biological complexes in the organic world, the pathological process is always the interaction of big number of organisms of different taxonomic groups. Therefore, the problem of massive drying of pine trees must be considered from the standpoint of synecology and biogeocenology, given that pests and phytopathogenic microorganisms cause

death of plants at the final stage. Our recent studies have proved that one of the primary causes of pine-tree depletion, not only in Ukraine, but also in Europe, is the consolidation of forest litter, it's very rapid destruction, which results in the accumulation of large volumes of ammonium nitrogen in the soil (Fig. 1). The forest floor can be viewed as a mixture of organic substances (cellulose, proteins, resins, etc.), which performs many protective functions, one of the main of which is preventing soil compaction, preservation of entomophagous insects and microorganisms that inhibit the development of pathogenic organisms, supporting the biological balance of the forest ecosystem. The main reasons for the accumulation of ammoniac forms of nitrogen in the soil under pine plantations are:

- consolidation of soil as a result of rapid destruction of forest litter and short-term showers;

- lighting of the forest, development of grassy vegetation, accumulation of organic matter, formation of humic acids in aerobic conditions, synthesis of water-soluble ammonia compounds and their penetration under drought conditions into anaerobic zone;

- lack of moisture due to reduced rainfall and more intensive aerobiosis during drought 3; the continuous accumulation of mineral salts in the turf horizon;

- ammonium salts, which are always present in rainwater;

- high temperatures, which leads to overheating of soil due to the rapid destruction of forest litter;

- low content of potassium and calcium soils;

- inhibition of nitrification processes due to high acidity of the soil.

Consequently, accumulation of ammonia nitrogen and soil consolidation occurs in the conditions of destruction of forest litter, which leads to the physiological weakening of pine plants and makes them favorable for the settlement of insects, phytophagous and phytopathogenic microorganisms. Reduction of the negative effects of ammonia nitrogen on the root system of pine plants can be achieved by adding of potassium and calcium salts. It is possible to radically solve the problem of protection of plants of pine trees against drying out by managing the processes of soil microbiote development with the help of nitrification inhibitors, as well as siliceous mixtures that change the composition and ratio of microorganism populations, however, it requires additional research. In addition, it is necessary to optimize the species composition of plants in pine plantations through the mandatory formation and conservation of the leveling, and in the case of overall cuttings other wood species should be planted.

The second law indicates the irreversibility of macroscopic processes that occur at a certain speed. Thus, in a closed isolated ecological system, the entropy either remains unchanged, or increases and in equilibrium reaches the maximum bearings. As an example of the second law of thermodynamics could serve integrated studies of varying degrees of complexity of organisms that are in an



Fig. 2. Japanese Garden of M.M. Gryshko National Botanical Garden. Development of closed ecosystem

active physiological state under conditions of a hermetic volume, and which enable the discovery of the versatile effects of stress factors, including microgravity on the vital functions and the development of living systems (Fig. 2). In a series of cosmic and laboratory experiments that model to some extent the influence of individual factors of the orbital flight, one can determine the nature of the changes occurring in different objects under the influence of physical stress factors depending on the nature and duration of the factor, the degree of complexity and physiological state plants [1].

The third law of thermodynamics, or the Nerst theorem, proves that the entropy of physico-chemical processes within the ecosystem in the state of thermodynamic equilibrium in the direction of temperature parameters to absolute values remains unchanged. According to the general principles of the reliability of the functioning of biological systems, the coordination of plant life processes is carried out by several independent regulatory systems, in particular electrophysiological. Agitation, which spreads in the leading tissues, is probably the first and the most urgent type of connection between all organs of plants, as long as the slower regulatory channels enter into force. The exceptional importance of bioelectric processes in the implementation of self-regulation, adaptation and evolution of living organisms requires a detailed study of bioelectric potentials. The manifestation of the third law is the very stable indicators of the surface biological potentials of the



Fig. 3. The manifestation of the third law. Blooming of *Vanda hybrida*

flower, especially its reproductive organs, which remain unchanged in all parameters of the environment (Fig. 3).

The fourth temporary law, or the concept of Prigozhyn, is based on the concept of dissipative structures, that is, living organisms maintain themselves in a state of distant from equilibrium. As an example, there are many metabolic processes that occur in living organisms and the chemical and thermal equilibrium when these processes are stopped. The principles of life cycle discretization in the range of different durability allow us to consider the plant as a purposeful system in conjunction with the local environment within the framework of the planetary system and a global source of solar energy resources. In this case, the geno-

type is presented as a purposeful system of a higher level of hierarchy, under the control of which is the structure formation and the choice of the strategy of life. The phenotype is a collection of not only morphological features, but also products of the exchange of physiological and biochemical processes (Fig. 4).

Thus, the system for managing the processes of structure formation and plant life has a complex organization, hierarchical in terms of functional goals and mode of existence, which are laid down in the basis of genetic knowledge.

Currently, there are two principles of thermodynamics that can be used to describe equilibrium ecosystems of introductive populations. The first principle is valid for isolated ecosystems, that is, entropy always increases with time and approaches to the maximum values in a state of equilibrium. The second principle is for the open ecosystems, in particular agrarian ones, namely: entropy decreases over time and approaches to the minimum values in a state of equilibrium.

Based on the above we can list ten basic characteristics to describe ecosystems of any hierarchical level of complexity:

- 1 — the principle of maximum energy accumulation [2]: the systems will be controlled provided the maximum amount of energy is available;
- 2 — the principle of maximum energy conservation [3]: accumulation of biomass;
- 3, 4 — maximum correspondence and realization [4]: different type of carbon fixation in plants;



Fig. 4. Destruction processes of forest ecosystem

5 — maximum improvement of the system [5]: optimization of agrophysical and agrochemical parameters of the soil;

6 — maximum bifurcation [6]: high adaptive potential of plants;

7 — the principle of cyclicity [7], or far-from-equilibrium: ontogenetic development of plants;

8 — hour principle [8]: the term of self-renewal of the ecosystem;

9 — minimal bifurcation [9]: genetically programmed processes in plants;

10 — minimal responsibility and implementation [10]: sensitivity of plants to stress factors.

Conclusions

Thus, the analysis of the introduction process from the standpoint of the laws of thermodynamics makes it possible to analyze natural and artificial ecosystems interaction with the external environment as an adaptive, purposefully developed system, taking into account that the soil and plant groups are adapted to certain biological, geological coenoses and difficult to be approximated. The information resource approach to the estimation of natural biological, geological coenoses makes it possible to identify parametrically the processes of their functioning and structure formation using the existing modeling theory.

REFERENCES

1. *Zaimenko, N.V.* (2008), *Naukovi pryncypy strukturno-funkcionalnogo konstruyuvannya shtuchnyh biogeocenov u systemi grunt-roslyna-grunt*. K.: Naukova dumka, 2008, 303 p. (Project „Naukova knyga” — 2007) ISBN 978-966-00-0716-1.
2. *Lotka, A.J.* (1922), *Contribution to the energetics of evolution*. Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 8, pp. 147—155.
3. *Mayer, R.* (1933), *The law of conservation and transformation of energy*. M.; L., p. 62.
4. *Odum, E.P.* (1971), *Fundamentals of Ecology*. Third edition. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 574 p.
5. *Robert, E.* (1997), *Ulanowicz, Ecology, the ascendent perspective*. New York: Columbia University Press, pp. 1—222.
6. *Kondepudi, D. and Prigogine, I.* (1998), *Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures*. Wiley. ISBN 978-0-471-97394-2.

7. *Morowitz, H.J.* (1970), *Entropy for Biologists*. Academic Press.

8. *Belocon, N.I.* (1954), *Termodynamica*. Gosudarstvennoe energeticheskoe izdatelstvo, Moscow; Leningrad, 1954, 427 p.

9. *Nicolis, G. and Prigzhyn, I.* (1979), *Samoorganizaciya v neravnovesnyh systemah: Ot dyssypatyvnyh struktur k uporyadochennosti cherez fluktuacii*. M.: Mir, 512 p.

10. *Bastianoni, S. and Marchettini, N.* (1997), *Emergy/exergy ratio as a measure of the level of organization of systems*. *Ecological Modelling*, vol. 99, pp. 33—40.

Recommended by P.E. Bulakh

Received 15.11.2018

H.V. Заіменко

Національний ботанічний сад
імені М.М. Гришка НАН України,
Україна, м. Київ

АСПЕКТИ ТЕРМОДИНАМІКИ В ПРОЦЕСАХ ІНТРОДУКЦІЇ

Визначено теоретичну складову інтродукційного процесу з позиції законів термодинаміки. На екосистемному рівні проаналізовано рослинні угруповання з характерними для кожного виду умовами довкілля. Запропоновано інформаційно-ресурсний підхід як біотехнічний аналог для дослідження структурно-функціональної організації екосистем різного рівня ієрархії та визначено 10 основних показників для їх оцінки.

Ключові слова: інтродукція, закони термодинаміки, основні показники для оцінки екосистем, інформаційно-ресурсне моделювання.

H.V. Заименко

Национальный ботанический сад
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

АСПЕКТЫ ТЕРМОДИНАМИКИ В ПРОЦЕССАХ ИНТРОДУКЦИИ

Определена теоретическая составляющая интродукционного процесса с позиции законов термодинамики. На экосистемном уровне проанализированы растительные сообщества с характерными для каждого вида условиями внешней среды. Предложен информационно-ресурсный подход как биотехнический аналог для исследования структурно-функциональной организации экосистем разного уровня иерархии и определены 10 основных показателей для их оценки.

Ключевые слова: интродукция, законы термодинамики, основные показатели для оценки экосистем, информационно-ресурсное моделирование.

БІОЛОГІЧНА СЕКВЕСТРАЦІЯ КАРБОНУ: ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНТРОДУКОВАНИХ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН (НА ПРИКЛАДІ *QUERCUS RUBRA* L.)

Одним із актуальних завдань сучасної біогеохімії є зменшення концентрації діоксиду карбону в приземних шарах атмосфери. Найдоступнішим способом, який дає змогу ефективно вилучати з тропосфери діоксид карбону, є біологічна секвестрація Карбону. Традиційно підвищення ефективності секвестрації досягають збільшенням продуктивності фітоценозу. Розглянуто зворотний підхід — досягнення цієї самої мети в результаті зменшення ефективності катаболічного блоку наземних екосистем. Управління швидкістю деструкції фітодетриту в лісах та агролісах рекомендують здійснювати шляхом порушення нормального функціонування одного чи декількох рівнів у детритних трофічних ланцюгах та мережах. Запропоновано схему трофічних перетворень органічної речовини у біогеоценозі з виділенням шести основних блоків, які істотно відрізняються за характерним часом (*mean residence time*): біомаса, некрома, копрома, детрит, органічна речовина ґрунту, рідкі продукти життєдіяльності. На прикладі опад дуба червоного (*Quercus rubra* L.) проаналізовано причини значно повільнішого розкладу фітомаси, некромаси та детриту порівняно з автохтонними видами у помірному кліматичному поясі (Східна Європа). Обґрунтовано доцільність використання інтродукованих деревних рослин для сповільнення деструкції органічної речовини у біогеоценозі.

Ключові слова: резервуар Карбону, детрит, органічна речовина ґрунту, фітомаса, катаболізм, *Quercus rubra*, інтродуковані деревні рослини.

Нераціональне ведення сільського і лісового господарства (зокрема знеліснення) та інтенсивне спалення викопного палива спричиняють поступове збільшення концентрації одного із основних парникових газів — діоксиду карбону (CO_2) в атмосфері. З початку ери індустріалізації вона збільшилася на 43 % і продовжує зростати [3, 12].

Виробництво всіх товарів та послуг пов'язане із надходженням в атмосферу додаткової кількості CO_2 . Ефективними способами протидії цьому небажаному процесу є секвестрація Карбону — вилучення CO_2 з атмосфери (газової фази). Розрізняють геологічну, хімічну та біологічну секвестрацію Карбону. Остання є найменш вивченою і, на нашу думку, найперспективнішою для застосування в умовах помірному клімату [1].

Основним недоліком біологічної секвестрації Карбону порівняно із геологічною та хімічною є її короткостроковість — вилучення CO_2

з атмосфери забезпечується лише впродовж незначного періоду часу: від декількох днів до декількох років. Доцільність проведення секвестрації Карбону на такий нетривалий час пояснюється тим, що зазвичай її використовують як проміжну ланку в ширших процесах, наприклад, при вирощуванні сільськогосподарських культур чи водоростей, часто — як ланку кормовиробництва [8].

Мета роботи — обґрунтувати можливість і доцільність проведення біологічної секвестрації Карбону з використанням інтродукованих деревних видів рослин на прикладі *Quercus rubra* L.

Основна ідея полягає в управлінні швидкістю деструкції фітодетриту в лісах та агролісах шляхом порушення однієї чи декількох ланок трофічного «конвеєра» у катаболічному блоці екосистеми.

Фізіологія наземних екосистем

Упродовж останніх років у багатьох біологічних дисциплінах простежується стійка тенден-

ція переходу від вивчення структурних властивостей об'єктів до дослідження їх функцій [8]. Така тенденція притаманна й екології. У більшості досліджень вивчають не структуру угруповань, популяцій чи екосистем, а функціональні зміни, обмінні процеси тощо [4]. Виникла нова дисципліна, яку західні вчені визначають як *фізіологію екосистем*, а російські дослідники — як *функціональну екологію* [5].

У функціональному плані на рівні екосистеми виділяють два основних блоки — анаболічний (продуценти) та катаболічний (консументи і редуценти). Вони стехіометрично збалансовані за рахунок різнонаправлених процесів анаболізму (синтезу органічної речовини з неорганічних сполук) та катаболізму (мінералізації органічної речовини до неорганічних сполук). Незначна (0,5—1,0 %) [5] розбалансованість цих процесів дає підставу виділити на екосистемному рівні ще один процес — некроболізм — накопичення нерозкладених органічних сполук (гуміфікація).

Важливим завданням нашого дослідження є пошук шляхів управління інтенсивністю процесів анаболізму і катаболізму та їх співвідношенням. Фактично, що більшою буде розбалансованість цих процесів (за умови, що швидкість анаболізму перевищуватиме таку катаболізму), то ефективнішою буде секвестрація Карбону. Двома очевидними шляхами, які дають змогу це зробити є: 1) збільшення швидкості накопичення органічної речовини у системі, чого досягають, наприклад, упровадженням нових високопродуктивних культур, 2) сповільнення темпу деструкції органічних сполук — інгібування процесів мінералізації (нітрифікації).

Трансформація детриту в лісових екосистемах

У процесі трансформації детриту принциповим моментом є структурне розділення анаболічного та катаболічного блоків у біогеоценозі. Початок процесу деструкції фітомаси у природних екосистемах не завжди вдається встановити однозначно. Традиційно [14] вважають, що фітодетрит є синонімом лісової підстилки і з того моменту, коли різні фракції фітомаси потрапляють на поверхню ґрунту,

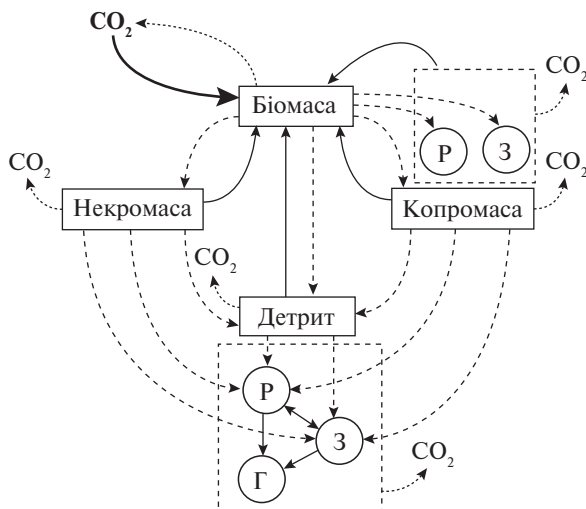


Рис. 1. Субстрат-трофічні перетворення органічної речовини у біогеоценозі: P — розчинені органічні речовини; З — завислі органічні речовини; Г — гумусові речовини; суцільними лініями позначено процеси синтезу та гуміфікації, пунктиром — деструкції

Fig 1. Substrate-trophic transformation of organic matter in the terrestrial ecosystem: P — dissolved organic matter; З — suspended organic matter; Г — humic substances; Solid lines mark synthesis and humification, dotted lines mark decomposition

починається детритний (катаболічний) етап їх перетворень. Проте той же автор зазначає, що «ще на стадії опадання листя та хвоя піддаються інтенсивному заселенню специфічною мікрофлорою, в якій переважають дріжджоподібні види типу *Pullularia pullulans*, які засвоюють переважно пектини» [14, с. 97], з огляду на це початок детритного ланцюга перетворень доцільно простежувати ще від стадії біомаси (рис. 1), оскільки від її стану безпосередньо залежить кількісний та якісний склад органічних сполук, котрі надходять прижиттєво та посмертно у біотоп. Наприклад, ураження рослин фітовірусами чи іншими патогенами [13] істотно зменшує тривалість їх життя і впливає не лише на якісний склад органічних сполук у різних фракціях фітомаси, а і на швидкість відмирання рослин та їх частин і, відповідно, наповнення пулу фітодетриту.

У запропонованій нами схемі виділено шість основних структурних блоків, кожен з яких від-

повідает певному стану або етапу трансформації органічної речовини ґрунту в біогеоценозі: біомаса, некромаса, копромаса, рідкі продукти життєдіяльності, детрит і органічна речовина ґрунту.

Блок «біомаса». Центральним компонентом біогеоценозу є блок «біомаса», який є гетерогенним і складається з мас продуцентів, консументів та редуцентів. Він забезпечує декілька основних функцій: фотосинтез, деструкцію органічної речовини та обмін між основними блоками. Наприклад, некромаса не може перетворитися безпосередньо на копромасу чи навпаки — ці процеси відбуваються лише через блок «біомаса». Значна частина фітомаси споживається травоядними тваринами і, відповідно, перетворюється у подальшому на копромасу або рідкі продукти метаболізму чи споживається консументами різних порядків і таким чином включається у трофічні мережі різної довжини та складності [11]. Унаслідок відмирання організмів чи їх частин біомаса перетворюється на некромасу (мортмасу).

Блок «некромаса». З некромаси внаслідок автолізу та механічного подрібнення вивільняється значна кількість розчинених органічних сполук (за даними [4], до 20 % за масою), які вимиваються у детрит або потрапляють безпосередньо до органічної речовини ґрунту. Водночас більшість некромаси у біогеоценозі складається із відмерлих організмів та частин автотрофів і тому містить нерозчинні (у воді) органічні речовини: целюлозу, лігнін, лігноцелюлозу тощо. Лише частина із них потрапляє безпосередньо до органічної речовини ґрунту у вигляді завислих органічних речовин (З) — здебільшого фрагментів клітинних стінок і тканин продуцентів. Механічне подрібнення та ферментація «некромаси» за участі екзоферментів спричиняють перетворення значної її частини на фітодетрит. Проте більшість «некромаси» не досягає стадії детриту, а споживається численними сапротрофами і, відповідно, входить до біомаси консументів чи редуцентів, а згодом у вигляді копромаси чи рідких продуктів життєдіяльності потрапляє у блок «детрит» або безпосередньо до «органічної речовини ґрунту».

Блок «копромаса». На відміну від некромаси та продуктів її розкладу копромаса та численні фізіологічні рідини належать до прижиттєвих продуктів метаболізму. Копромаса насамперед є важливим субстратом для облигатних та часткових копрофагів, до яких належить широкий спектр видів — від ссавців до грибів та гетеротрофних протист. Вони забезпечують інтенсивний обмін між блоками «біомаса» та «копромаса» шляхом перетворення продуктів життєдіяльності тварин на біомасу консументів і редуцентів. Фактично, ці процеси забезпечують трофічне подрібнення складних важкогідролізованих високомолекулярних сполук, зменшуючи рівень енергії активації субстрату для наступних трофічних ланок. Таким чином, органічна речовина, яка надходить до блоку «детрит» чи «органічна речовина ґрунту» і вже зазнала декілька стадій трансформації (конверсії), стає доступною широкому спектру мікроорганізмів, оскільки її споживання є термодинамічно вигідним.

Блок «детрит» складається з подрібнених, ферментованих і частково гумусованих компонентів некромаси та копромаси. Через значну просторову і хімічну неоднорідність він забезпечує високе різноманіття субстратів і, як наслідок, — біотичне різноманіття. На думку Ю.М. Чорнобая [14], фітодетрит можна вважати синонімом підстилки, а шари опадів (*L*), ферментації (*F*) та гуміфікації (*H*) відповідають стадіям трансформації органічної речовини. Трофічне подрібнення органічної речовини у складі цього блоку є найінтенсивнішим у межах біогеоценозу і передбачає інтенсивні субстрат-трофічні взаємодії різних фізіологічних груп організмів. Особливістю блоку є поширений синергізм. Наприклад, екзоферменти різних бактерій часто мають кооперативний вплив [3]. Крім того, трофічні мережі у цьому блоці функціонують в умовах надлишку субстрату, який не можуть засвоїти, тому значна його частина (до 50 %) [14] вимивається у ґрунт у вигляді розчинених (*P*) або завислих (*Z*) органічних речовин.

Блок «органічна речовина ґрунту» є більш гомогенним порівняно із детритом, що пояснюється значно вужчим діапазоном розмірів

структурних частинок. Якщо у блоці «детрит» можуть міститися фрагменти некромаси розміром до декількох сантиметрів, а іноді — до декількох десятків сантиметрів (плоди, гілки, кістки тощо), то органічна речовина ґрунту — це здебільшого значно менші фрагменти, котрі не перевищують 2,5 мм у діаметрі [20]. На думку А. Керженцева, не лише шари підстилки, а і ґрунтові генетичні горизонти є функцією органічної речовини в біогеоценозі та «різними поєднаннями початкових, проміжних і кінцевих продуктів катаболізму екосистеми, який поєднує процеси мінералізації та гуміфікації відмерлої фітомаси» [5, с. 35]. Унаслідок розбалансованості процесів анаболізму та катаболізму в цьому блоці відбувається процес гуміфікації — накопичення висококонденсованих органічних сполук, які вирізняються значною енергоємністю [9]. Принциповою відмінністю цього блоку від біо-, некро- та копромаси є значно триваліше перебування органічної речовини в його складі — від декількох місяців до десятків тисяч років [16], тоді як тривалість перебування органічної речовини у блоках «детрит», «некромаза» чи «копромаза» не перевищує декількох вегетаційних періодів і лише у фітомасі деревних рослин Карбон може зберігатися значно довше — сотні, а інколи тисячі років.

Окремо виділяємо блок «**рідкі продукти життєдіяльності**», до складу якого входять сеча та інші рідкі виділення тварин, медвяна роса та падь, змиви з поверхні листя, хвої та кори, камеді, виділення рослин у відповідь на напади комах [2]. Незважаючи на незначну частку цих речовин в екосистемному циклі Карбону, більшості з них притаманна дуже висока фізіологічна і зокрема алелопатична активність. Тому, якщо при побудові структурних моделей біогеоценозів ними можна знехтувати, то у функціональних моделях ці компоненти обов'язково слід ураховувати.

Детальний розгляд субстрат-трофічних перетворень органічної речовини у біогеоценозі з виділенням основних блоків (пулів) та процесів трансформації (потоків) є необхідним для управління біологічною секвестрацією Карбону

на біогеоценотичному рівні. Параметризацію циклу Карбону в лісових екосистемах зручно проводити за середньою тривалістю перебування або «життя» фракції органічної речовини у межах конкретного блоку (пулу).

Mean residence time

В англійській літературі для оцінки середнього часу перебування або «життя» елемента, сполуки чи фракції у заданих умовах (топічних, термодинамічних, біотичних тощо) застосовують поняття *mean residence time* (MRT). В українській та російській літературі аналогом цього поняття є «характерний час» [1]. У цій статті ми вживаємо їх як синоніми. Характерний час сполуки чи фракції залежить від комплексу чинників, основними з яких є хімічний склад та гідротермічні умови. Останні мають визначальний вплив на дихальну активність ґрунту, яка може бути досить високою навіть в умовах дефіциту субстрату і навпаки [10].

Кожен із описаних структурно-функціональних блоків біогеоценозу має свій характерний час. Проте через значну неоднорідність блоків у його складі виділяють різні функціональні пули, тобто такі сукупності фракцій, які однаково реагують на зміни параметрів середовища (температура, тиск, вологість тощо). Зокрема у блоці «органічна речовина ґрунту» (рис. 2) традиційно виділяють три основних функціональних пули: активний, повільний (стабільний), пасивний (інертний) [6].

За А.М. Кузнецовим [7], характерний час активного пулу не перевищує 3 роки, повільного — становить 15—20 років, пасивного (інертного) — може перевищувати тисячі та десятки тисяч років. Більшість деструктивних та інших гетеротрофних процесів у кожному із блоків потребує додаткових дотацій енергії, яку організми отримують з енергії хімічних зв'язків унаслідок розкладу органічної речовини, і *супроводжується емісією CO₂ в атмосферу* (див. рис. 1 та 2).

Ефективна стратегія біологічної секвестрації Карбону має передбачати мінімальну кількість трофічних перетворень органічної речовини у біогеоценозі, а також низьку інтенсивність

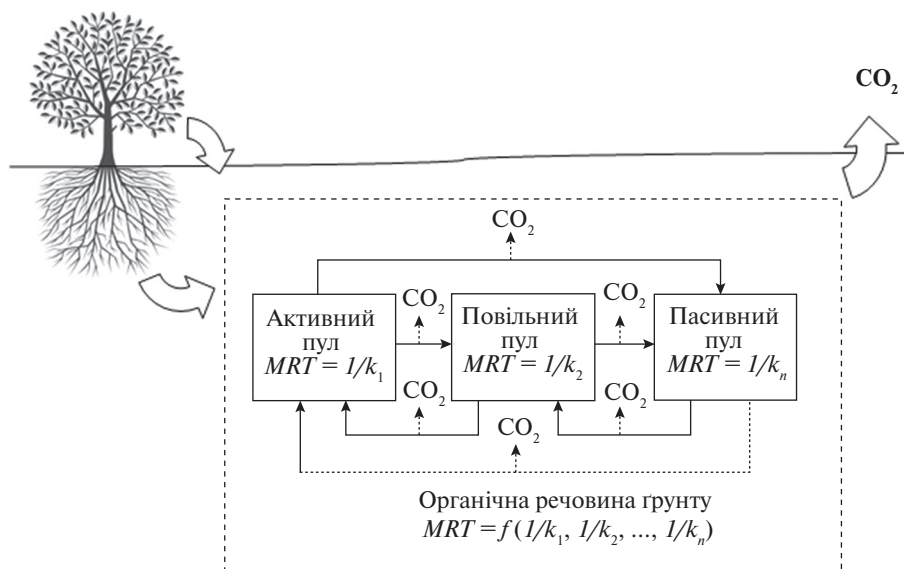


Рис. 2. Схема трансформації органічної речовини у ґрунті [1]: MRT — характерний час; k — константа швидкості мінералізації ($1/k \rightarrow t_{50\%}$)

Fig 2. Scheme of organic matter transformation in soil: MRT — mean residence time; k — decomposition rate constant ($1/k \rightarrow t_{50\%}$) [1]

обміну між функціональними пулами у межах кожного з блоків.

Інтродуценти і керувана деструкція

Основна ідея біологічної секвестрації Карбону полягає у збільшенні різниці між швидкостями синтезу біомаси та її деструкції. Традиційно акцент роблять саме на збільшенні синтезу. З цією метою використовують високопродуктивні сорти сільськогосподарських культур і деревних рослин, зокрема генетично-модифікованих рослин [12]. Значно менше уваги приділяють управлінню швидкостями деструкції органіки. Переважно з цією метою застосовують технології виробництва біовугілля [15], які дають змогу або переводити органічну речовину з блоку «біомаса» з коротким MRT до стабільного пулу органічної речовини, в якому Карбон депонується впродовж сотні років.

Основним недоліком виробництва біовугілля та подібних процесів є необхідність працювати безпосередньо із великими об'ємами органічної речовини в одному чи декількох блоках. Наприклад, у разі виробництва біовугілля із сидератів зелену масу необхідно

скосити, гомогенізувати, обвуглити, повторно гомогенізувати і внести у ґрунт, що потребує значних енергетичних затрат. Через це прямий вплив на структурні компоненти (блоки) біогеоценозів у природі трапляється рідко і пов'язаний переважно зі стихійними явищами (вітровали, повені, сходження лавин тощо), епіфітотіями та епізоотіями [26, 29], знелісненням, конверсією угідь тощо. У природних екосистемах «управління» здійснюється шляхом впливу не на структурні блоки (біомаса, некробіомаса, копробіомаса, детрит, органічна речовина ґрунту), а на вхідні та вихідні потоки, які забезпечують їх функціонування. Ми пропонуємо поєднати два способи впливу для посилення ефективності біологічної секвестрації Карбону. З цією метою пропонуємо використовувати інтродуковані деревні рослини, зокрема дуб червоний *Quercus rubra* L.

Такий вибір пояснюється істотним скороченням трофічних ланцюгів та мереж, оскільки фітомасу інтродуцентів споживає значно менше консументів, а її рештки використовує значно менше деструкторів. Це твердження є

справедливим для багатьох інтродукованих чи акліматизованих видів рослин, які часто перебувають у значно вигідніших умовах порівнянню із автохтонними видами. Розглянемо це на прикладі одного із найпоширеніших у Європі інтродуцентів — *Quercus rubra*. Проаналізувавши понад 100 місцезростань цього виду в Польщі, D. Chmura [17] дійшов висновку, що він негативно впливає на видове багатство лісових екосистем, а тривале вирощування виду призводить до істотного спрощення видової структури трав'яного ярусу, підросту та підліску. E. Riepšas та L. Straigytė (2008) [27] провели подібне дослідження у Литві. Дослідивши 79 місцезростань *Q. rubra*, вони встановили, що його поширення спричинило зникнення у регіоні дослідження 11 неморальних трав'яних рослин. Крім того, було з'ясовано, що на однаковому ґрунті під різними видами дуба (звичайного та червоного) істотно відрізняється активність деструкторів. У ґрунті під *Q. rubra* виявили на 34 % менше мікроміцетів, на 20 % — целюлозодеструкторів та на 5 % — амоніфікаторів порівняно із ґрунтом із-під *Q. robur* L.

У корінних дібровах, де є весь необхідний комплекс організмів-деструкторів, розклад опаду відбувається значно швидше, ніж в умовах інтродукції (таблиця). За 12 міс у природних лісах за участю *Q. rubra* маса опаду зменшилась на 41—47 % [23]. Темпи розкладу опаду в європейських лісах були значно повільнішими. Дослідження 28 місцезростань *Q. rubra* в межах західної та центральної Литви [28] виявило, що впродовж 12 міс розклада-

ється 30—31 % опаду. За даними цих авторів, лише через 24 міс маса опаду досягає 58 % від вихідної, тобто в умовах інтродукції листя *Q. rubra* розкладається вдвічі повільніше.

Ґрунтова мезофауна, яка є важливим чинником механічного і трофічного подрібнення опаду, віддає перевагу місцевим, а не інтродукованим видам [11]. За даними [21], швидкість розкладу листя дуба прямо залежить від видового багатства мікроартопод, котрі беруть участь у деструкції субстрату. В умовах інтродукції відсутні не лише окремі види, а цілі функціональні групи деструкторів. З огляду на це темпи трофічного подрібнення листя *Q. rubra* є значно нижчими, ніж у межах природного ареалу поширення.

Вища порівняно з автохтонними породами стійкість листя *Q. rubra* і триваліший період його розкладу зумовлені, крім низького трофічного значення, специфічними хімічними та фізичними властивостями. Порівнюючи властивості опаду інтродукованих та місцевих (Східна Європа) деревних рослин, D. Dobrylovska [18] встановила, що опад *Q. rubra* розкладається у 8 разів повільніше, ніж *Tilia cordata* (рис. 3, а). Повний розклад опаду *Q. rubra* триває до 5 років, тоді як 95 % опаду *Tilia cordata* у більшості випадків повністю втрачає анатомічну структуру впродовж перших 6 міс. Автор пояснює цей феномен значно нижчою (у 5 разів) концентрацією лабільних водорозчинних сполук в опаді *Q. rubra* (рис. 3, б), а також його низькою здатністю сорбувати та утримувати вологу (більш ніж удвічі нижчою порівняно з такою у *Tilia cordata*).

Розклад опаду *Q. rubra* у корінних дібровах та в умовах інтродукції
Decomposition of *Q. rubra* litter in the natural and man-made oak forests

Джерело	Умови	Тривалість, міс	Частка залишку, %
Holdsworth et al. (2008)	Ліс Чіппева, США	15	55
Pouyat & Carreiro (2003)	Літчфілдський ліс, США	12	59
Frost & Hunter (2008)	Мезокосми, США	12	53
Kim et al. (1996)	Роскоммонський ліс, США	12	58
Straigyte & Zalkauskas (2012)	28 насаджень <i>Q. rubra</i> , Литва	12	69
Jonczak et al (2015)	Заплавні діброви, Польща	12	62
Straigyte & Zalkauskas (2012)	28 насаджень <i>Q. rubra</i> , Литва	24	58

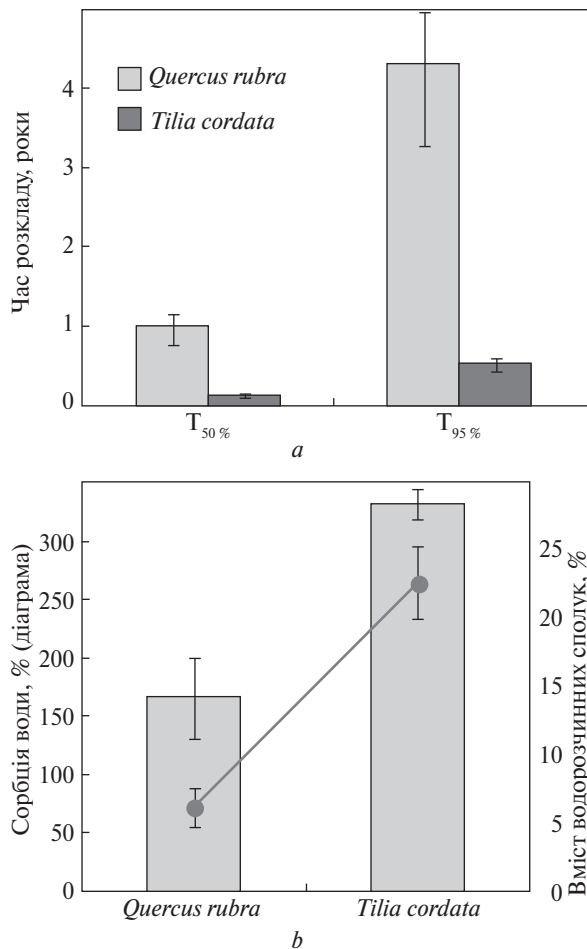


Рис. 3. Час розкладу опадів *Quercus rubra* та *Tilia cordata* (а); вміст водорозчинних сполук і сорбційна здатність опадів цих рослин (б) [18]

Fig. 3. Decomposition of *Quercus rubra* and *Tilia cordata* litter (a); content of water-soluble compounds and sorption ability of these litters (b) [18]

Зазначені властивості *Q. rubra* зумовлюють інтенсивне накопичення нерозкладеної фітосмаси на поверхні ґрунту і формування потужного шару опадів (*L*), який може досягати 10—15 см. Важливо, що збільшення потужності цього шару додатково сповільнює деструкцію свіжих порцій опадів, оскільки їх інокуляція ґрунтовою мікрофлорою є обмеженою.

Ми розглянули як приклад *Q. rubra* не випадково. В Україні збереглися значні площі його монокультури, які характеризуються вкрай

низьким флористичним та фауністичним різноманіттям і є більше угіддями, ніж лісовими екосистемами. Ми пропонуємо розглянути ці насадження не як джерело деревини сумнівної якості, а як готові агролісівничі комплекси для біологічної секвестрації Карбону.

На прикладі *Q. rubra* показано, що створення штучних насаджень (агролісів) з інтродукованих деревних порід дає змогу сповільнювати темпи деструкції органічної речовини у біогеоценозі, забезпечуючи комплексний вплив на всю систему субстрат-трофічних перетворень: 1) інтродуковані види часто є стійкими до місцевих хвороб та шкідників, тому повністю реалізують свій біотичний потенціал, 2) листя інтродуцента *Q. rubra* мало споживається консументами (фітофагами), відповідно, сповільнюється перетворення біомаси на копромасу та рідкі продукти метаболізму, 3) опад *Q. rubra* (некротомаса) мало заселяється сапротрофами, тому його механічне і трофічне подрібнення відбувається повільніше, ніж опадів автохтонних видів, 4) детрит, сформований з опадів *Q. rubra*, має низьку трофічну цінність для детритофагів, 5) низька здатність сорбувати та утримувати вологу і низький вміст водорозчинних сполук істотно сповільнюють розклад опадів мікроорганізмами.

Висновки

У системі субстрат-трофічних перетворень органічної речовини виділено шість основних блоків: біомаса, некротомаса, копромасу, детрит, органічна речовина ґрунту, рідкі продукти метаболізму, кожен з яких має характерний час, або MRT, — від декількох годин до тисячі років.

Повільні темпи деструкції опадів окремих інтродукованих деревних рослин пов'язані з його низькою трофічною цінністю, водоутримувальною здатністю та вмістом розчинених органічних речовин, доступних для мінералізації *in situ*.

Обґрунтовано доцільність використання інтродукованих деревних рослин для біологічної секвестрації Карбону, серед яких пріоритет віддано *Quercus rubra* як одному із найпоширеніших в Україні інтродуцентів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бедернічек Т.Ю. Лабільна органічна речовина ґрунту: теорія, методологія, індикаторна роль / Т.Ю. Бедернічек, З.Г. Гамкало. — К.: Кондор, 2014. — 180 с.
2. Головка Э.А. Микроорганизмы в аллелопатии высших растений / Э.А. Головка. — К.: Наук. думка, 1984. — 200 с.
3. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой биологии / Г.А. Заварзин. — М.: Наука, 2004. — 348 с.
4. Заїменко Н.В. Наукові принципи структурно-функціонального конструювання штучних біогеоценозів у системі ґрунт—рослина—ґрунт / Н.В. Заїменко. — К.: Наук. думка, 2008. — 304 с.
5. Керженцев А.С. Функциональная экология / А.С. Керженцев. — М.: Наука, 2006. — 259 с.
6. Комаров А.С. Моделирование динамики органического вещества в хвойно-широколиственных лесах в разных типах местообитаний при пожарах (вычислительный эксперимент) / А.С. Комаров, Т.С. Кубасова // Известия РАН, сер. биологическая. — 2007. — № 4. — С. 490—500.
7. Кузнецов А.М. Активный пул органического вещества почвы при разных способах земледельческого использования и системах удобрения: Автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук.: спец. 06.01.04 — «Агрохимия» / А.М. Кузнецов. — М., 2008. — 22 с.
8. Морозов А.И. О почве и почвоведении (взгляд со стороны) / А.И. Морозов. — М.: ГЕОС, 2007. — 286 с.
9. Орлов О. Енергоємність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів / О. Орлов // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біологічна. — 2002. — № 31. — С. 111—115.
10. Партика Т.В. Едафічний мікроклімат та його вплив на дихання ґрунтів у мезогемеробних екосистемах басейну Верхнього Дністра / Т.В. Партика, Т.Ю. Бедернічек, З.Г. Гамкало // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. географічна. — 2014. — № 45. — С. 106—112.
11. Пахомов О.Є. Функціональне різноманіття ґрунтової мезофауни / О.Є. Пахомов, О.М. Кунах. — Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. — 324 с.
12. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / В.Н. Кудеяров, Г.А. Заварзин, С. А. Благодатский и др. — М.: Наука, 2007. — 315 с.
13. Скринінг фітовірусів компонентів лісових екосистем та прилеглих територій / А.Л. Бойко, Н.О. Опришко, О.А. Бойко, Г.А. Тарасенко, А.В. Орловський, Г.М. Орловська, В.В. Мороз // Агроекол. журн. — 2015. — № 4. — С. 102—108.
14. Чорнобай Ю.М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю.М. Чорнобай. — Львів: Вида-во ДПМ НАН України, 2000. — 352 с.
15. Biochar Application to Soils. A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions / F. Verheijen, S. Jeffery, A.C. Bastos, M. van der Velde, I. Dias // Office for the Official Publications of the European Communities. — Luxembourg, 2009. — 149 p.
16. Calibration of the Rothamsted organic carbon turnover model (RothC ver. 26.3) using measurable soil organic carbon pools / J.O. Skjemstad, L.R. Spouncer, B. Cowie, R.S. Swift // Australian Journal of Soil Research. — 2004. — Vol. 42(1). — P. 79—88.
17. Chmura D. Impact of alien tree species *Quercus rubra* L. on understorey environment and flora: a study of the Silesian upland (Southern Poland) / D. Chmura // Polish Journal of Ecology. — 2013. — N 61 (3). — P. 431—442.
18. Dobryłowska D. Litter decomposition of red oak, larch and lime tree and its effect on selected soil characteristics / D. Dobryłowska // Journal of Forest Science. — 2001. — N 11. — P. 477—485.
19. Frost C.J. Insect herbivores and their frass affect *Quercus rubra* leaf quality and initial stages of subsequent litter decomposition / C.J. Frost, M.D. Hunter // Oikos. — 2008. — N 117 (1). — P. 13—22.
20. Hamkalo Z. Total, cold and hot water extractable organic carbon in soil profile: impact of land-use change / Z. Hamkalo, T. Bedernicsek // Zemdirbyste-Agriculture. — 2014. — N 101 (2). — P. 125—132.
21. Hansen R.A. Red oak litter promotes a microarthropod functional group that accelerates its decomposition / R.A. Hansen // Plant and soil. — 1999. — N 209(1). — P. 37—45.
22. Holdsworth A.R. Litter decomposition in earthworm-invaded northern hardwood forests: role of invasion degree and litter chemistry / A.R. Holdsworth, L.E. Frelich, P.B. Reich // Ecoscience. — 2015. — N 15 (4). — P. 536—544
23. Jonczak J. Decomposition of four tree species leaf litters in headwater riparian forest / J. Jonczak, A. Parzych, Z. Sobisz // Baltic Forestry. — 2015. — N 21(1). — P. 133—143.
24. Kim C. Canopy cover effects on mass loss, and nitrogen and phosphorus dynamics from decomposing litter in oak and pine stands in northern Lower Michigan / C. Kim, T.L. Sharik, M.F. Jurgensen // Forest Ecology and Management. — 1996. — N 80 (1). — P. 13—20.
25. Pouyat R.V. Controls on mass loss and nitrogen dynamics of oak leaf litter along an urban-rural land-use gradient / R.V. Pouyat, M.M. Carreiro // Oecologia. — 2003. — N 135 (2). — P. 288—298.
26. Quality of water-extractable organic carbon in forest soil: impacts of clear-felling / T. Bedernicsek, Z. Hamkalo, O. Džuba, B. Ivanytska, T. Partyka // Proceedings of the 5th International Symposium on Soil Organic Matter. — 2015. — P. 556—557.
27. Riepšas E. Invasiveness and ecological effects of red oak (*Quercus rubra* L.) in Lithuanian forests / E. Riepšas, L. Straigytė // Baltic Forestry. — 2008. — N 14(2). — P. 122—130.

28. *Straigyte L.* Effect of climate variability on *Quercus rubra* phenotype and spread in Lithuanian forests / L. Straigyte, R. Zalkauskas // *Dendrobiology*. — 2012. — N 67. — P. 79—85.
29. *Zaimenko N.* Total and watersoluble organic matter content in soil under various methods of forestry / N. Zaimenko, O. Dziuba, T. Bedernichek // *Інтродукція рослин*. — 2014. — N 2. — P. 87—94.

Рекомендувала Н.В. Заїменко
Надійшла 28.12.2018

REFERENCES

1. *Bedernichek, T. and Hamkalo, Z.* (2014), Labile soil organic matter: theory, methodology and indicative role. Kyiv: Condor, 180 p. (in Ukrainian)
2. *Golovko, E.* (1984), Microorganisms in allelopathy of higher plants. Kyiv: Naukova dumka, 200 p. (in Russian)
3. *Zavarzin, G.* (2004), Lectures on environmental microbiology. Moscow: Nauka, 348 p. (in Russian)
4. *Zaimenko, N.* (2008), Scientific principles of structural and functional design of artificial biogeocenosis in the system soil-plant-soil. Kyiv: Naukova Dumka, 304 p. (in Ukrainian)
5. *Kerzhentsev, A.* (2006), Functional Ecology. Moscow: Nauka, 259 p. (in Russian)
6. *Komarov, A. and Kubasova, T.* (2007), Modeling organic matter dynamics in conifer-broadleaf forests in different site types upon fires: a computational experiment. *Biology Bulletin*, vol. 34(4), pp. 490—500. (in Russian)
7. *Kuznetsov, A.* (2008), Active pool of soil organic matter under different types of land use and fertilization regimes. Ph.D. thesis, Lomonosov Moscow State University, 22 p. (in Russian)
8. *Morozov, A.* (2007), On soil and soil science: a look from the outside. Moscow: GEOS, 286 p. (in Russian)
9. *Orlov, O.* (2002), Capacity of the energy of the humus matter as a criterion humus condition of soils. *Visnyk of Lviv University. Biology Series*, N 31, pp.111—115. (in Ukrainian)
10. *Partyka, T., Bedernichek, T. and Hamkalo, Z.* (2014), Edaphic microclimate and its influence on soil respiration of mezohemerobic ecosystem in the Upper Dniester basin. *Visnyk of Lviv University. Biology series*, N 45, pp.106—112. (in Ukrainian)
11. *Pakhomov, O. and Kunach, O.* (2005), Functional diversity of the soil mesofauna in the steppe flooded forests under artificial environment contamination. Dnipropetrovsk: Dnipropetrovsk national university press, 324 p. (in Ukrainian)
12. *Kudryarov, V., Zavarzin, G., Blagodatskii, S. et al.* (2007), Carbon pools and fluxes in terrestrial ecosystems of Russia. Moscow: Nauka, 315 p. (in Russian)
13. *Boyko, A., Opryshko, N., Boyko, O., Tarasenko, G., Orlovskiy, A., Orlovskaya, G. and Moroz, V.* (2015), Screening of phytoviruses in forest ecosystems and adjacent areas. *Agroecological Journal*, N 4, pp. 102—108. (in Ukrainian)
14. *Chornobay, Yu.* (2000), Transformation of plant detritus in natural ecosystems. Lviv: State museum of natural history press, 352 p. (in Ukrainian)
15. *Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A., van der Velde, M. and Diafas, I.* (2009), Biochar application to soils. A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. Luxembourg: Office for the official publications of the European Communities, 149 p.
16. *Skjemstad, J., Spouncer, L., Cowie, B. and Swift, S.* (2004), Calibration of the Rothamsted organic carbon turnover model (RothC ver. 26.3) using measurable soil organic carbon pools. *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 42(1), pp. 79—88.
17. *Chmura, D.* (2013), Impact of alien tree species *Quercus rubra* L. on understorey environment and flora: a study of the Silesian upland (Southern Poland). *Polish Journal of Ecology*, N 61(3), pp. 431—442.
18. *Dobrylovska, D.* (2001), Litter decomposition of red oak, larch and lime tree and its effect on selected soil characteristics. *Journal of Forest Science*, 11, pp. 477—485.
19. *Frost, C. and Hunter, M.* (2008), Insect herbivores and their frass affect *Quercus rubra* leaf quality and initial stages of subsequent litter decomposition. *Oikos*, N 117 (1), pp. 13—22.
20. *Hamkalo, Z. and Bedernichek, T.* (2014), Total, cold and hot water extractable organic carbon in soil profile: impact of land-use change. *Zemdirbyste-Agriculture*, N 101(2), pp. 125—132.
21. *Hansen, R.* (1999), Red oak litter promotes a microarthropod functional group that accelerates its decomposition. *Plant and Soil*, N 209(1), pp. 37—45.
22. *Holdsworth, A. and Freilich, A.* (2015), Litter decomposition in earthworm-invaded northern hardwood forests: role of invasion degree and litter chemistry. *Ecoscience*, N 15(4), pp. 536—544.
23. *Jonczak, J., Parzych, A and Sobisz, Z.* (2015), Decomposition of four tree species leaf litters in headwater riparian forest. *Baltic Forestry*, N 21(1), pp. 133—143.
24. *Kim, C., Sharik, T. and Jurgensen, M.* (1996), Canopy cover effects on mass loss, and nitrogen and phosphorus dynamics from decomposing litter in oak and pine stands in northern Lower Michigan. *Forest Ecology and Management*, N 80(1), pp. 13—20.
25. *Pouyat, R. and Carreiro, M.* (2003), Controls on mass loss and nitrogen dynamics of oak leaf litter along an urban-rural land-use gradient. *Oecologia*, N 135(2), pp. 288—298.

26. Bedernichek, T., Hamkalo, Z., Dzjuba, O., Ivanytska, B. and Partyka, T. (2015), Quality of water-extractable organic carbon in forest soil: impacts of clear-felling. In: 5th International Symposium on Soil Organic Matter. Göttingen, pp. 556–557.
27. Riepšas, E. and Straigytė, L. (2008), Invasiveness and Ecological Effects of Red Oak (*Quercus rubra* L.) in Lithuanian forests. Baltic Forestry, N 14(2), pp. 122–130.
28. Straigytė, L. and Zalkauskas, R. (2012), Effect of climate variability on *Quercus rubra* phenotype and spread in Lithuanian forests. Dendrobiology, N 67, pp. 79–85.
29. Zaimenko, N., Dzjuba, O. and Bedernichek, T. (2014), Total and watersoluble organic matter content in soil under various methods of forestry. Plant Introduction, N 2, pp. 87–94.

Recommended by N.V. Zaimenko
Received 28.12.2018

Т.Ю. Бедерничек

Национальный ботанический сад
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

БИОЛОГИЧЕСКАЯ СЕКВЕСТРАЦИЯ УГЛЕРОДА: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ *QUERCUS RUBRA* L.)

Одной из актуальных задач современной биогеохимии является уменьшение концентрации диоксида углерода в приземных слоях атмосферы. Наиболее доступным способом, позволяющим эффективно извлекать из тропосферы диоксид углерода, является биологическая секвестрация углерода. Традиционно повышения эффективности секвестрации достигают увеличением продуктивности фитоценоза. Рассмотрен обратный подход — достижения этой же цели в результате уменьшения эффективности катаболического блока наземных экосистем. Управление скоростью деградации фитодетрита в лесах и агролесах рекомендовано осуществлять путем нарушения нормального функционирования одного или нескольких уровней в детритных трофических цепях и сетях. Предложена схема трофических преобразований органического вещества в биогеоценозе с выделением шести основных блоков, существенно отличающихся по характерному времени (mean residence time): биомасса, некромасса, копромасса, детрит, органическое вещество

почвы, жидкие продукты жизнедеятельности. На примере опада дуба красного (*Quercus rubra* L.) проанализированы причины значительно более медленного разложения фитомассы, некромассы и детрита по сравнению с автохтонными видами в умеренном климатическом поясе (Восточная Европа). Обоснована целесообразность использования интродуцированных древесных растений для замедления деградации органического вещества в биогеоценозе.

Ключевые слова: резервуар углерода, детрит, органическое вещество почвы, фитомасса, катаболизм, *Quercus rubra*, интродуцированные древесные растения.

T. Bedernichek

M.M. Gryshko National Botanical Garden,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

BIOLOGICAL CARBON SEQUESTRATION: PERSPECTIVES FOR APPLICATION OF INTRODUCED TREE SPECIES (CASE STUDY OF *QUERCUS RUBRA* L.)

One of the most important tasks of modern biogeochemistry is to decrease the concentration of carbon dioxide in troposphere. Biological carbon sequestration is widely used for this purpose as a simple and effective method; and sequestration efficiency is often described in terms of biological productivity. Hence, the most typical way to increase the rates of carbon sequestration is to increase the productivity of plant communities. In this study we suggest the opposite approach — to slow down decomposition of plant litter and detritus in forest ecosystems. For this purpose we suggest to disturb one or several segments of trophic chains and webs. Six-block scheme of trophic transformations of organic matter was developed: which included: biomass, necromass, copromass (feces), liquid waste products, detritus and soil organic matter. These blocks significantly differ from each other in mean residence time of organic matter and thus can be used for modeling of organic matter dynamics in terrestrial ecosystems. Litter of *Quercus rubra* L., as one of the most widespread introduced tree species, was used for case study. Decomposition rates of red oak and native species in temperate zone of East Europe were compared. Application of introduced tree species for biological carbon sequestration was shown to be reasonable and perspective for future studies.

Key words: carbon reservoir, detritus, soil organic matter, phytomass, catabolism, *Quercus rubra*, introduced tree species.

УДК 58.006:581.93(477-25)

О.І. ШИНДЕР

Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014 м. Київ, вул. Тимірязєвська, 1

СПОНТАННА ФЛОРА НАЦІОНАЛЬНОГО БОТАНІЧНОГО САДУ ІМЕНІ М.М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ (М. КИЇВ). ПОВІДОМЛЕННЯ 1. АБОРИГЕННІ ВИДИ

***Мета** — вивчити видовий склад і структуру спонтанної флори на території Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (м. Київ).*

***Матеріал та методи.** Об'єкт дослідження — таксономічний склад спонтанного рослинного покриву Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Дослідження проведено у 2010—2018 рр. на території Ботанічного саду.*

***Результати.** Конспект аборигенної фракції спонтанної флори Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України містить 385 таксонів, що становить близько 59 % від усієї спонтанної флори. Ще не менше 7 видів, зокрема рідкісні, слід вважати зниклими із природної флори Ботанічного саду. Цінними є існуючі аборигенні популяції декількох рідкісних видів флори.*

***Висновки.** Аборигенна фракція спонтанної флори Ботанічного саду характеризується великим таксономічним багатством, що пояснюється різноманітністю екоотопів на його території та розташуванням у флористично багатому районі. Природоохоронна роль Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України надзвичайно важлива, оскільки на його території об'єктом збереження є аборигенна флора Правобережного Лісостепу. Перспективною є репатріація втрачених популяцій декількох рідкісних аборигенних видів.*

Ключові слова: Національний ботанічний сад, спонтанна флора, аборигенна фракція флори, Київ, біорізноманіття.

Важливе завдання біологічної науки на сучасному етапі — вивчення біорізноманіття в умовах урбанізованого середовища. В цьому аспекті актуальними є дослідження спонтанних флор інтродукційних центрів рослин, насамперед ботанічних садів. Залишки аборигенних біотопів та їх змодельовані аналоги (культура-фітоценози) в інтродукційних центрах є цінними осередками популяцій аборигенних видів і потребують постійного моніторингу. Крім того, в умовах інтенсивної інтродукційної роботи таксономічний склад спонтанного рослинного покриву перебуває в постійній динаміці, тому має важливе значення у загальнобіологічному аспекті та для дослідження фітозабруднень.

Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України (НБС) є провідною інтродукційною установою України. Розташований у флористично багатому районі на межі між По-

ліссям і Лісостепом. Його колекційна флора відзначається багатством і різноманіттям. Вивчення спонтанної флори НБС мало переважно фрагментарний характер, тому залишається актуальним і важливим завданням.

Мета — вивчити сучасний таксономічний склад і структуру спонтанної флори на території Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

Матеріал та методи

Дослідження проведено у 2010—2018 рр. на території НБС.

Термін «спонтанна флора» за поширеним визначенням — «сукупність популяцій рослин, які виникли на певній території довільно» [16], — фактично стосується будь-якої конкретної флори, але в Україні його застосовують переважно щодо територій інтродукційних центрів, насамперед для зручності відокремлення власне їх спонтанної (дикорослої) флори від колекційної (культивованої). Під час інвента-

© О.І. ШИНДЕР, 2019

ризації спонтанної флори НБС виникла потреба в уточненні її рамок. В умовах інтенсивної інтродукційної роботи на порівняно невеликій території спонтанна флора останньої зазнає постійних структурних і кількісних змін. Формальне накопичення відомостей про її видовий склад упродовж тривалого часу призводить до його нічим не обмеженого збільшення через постійну появу нових видів унаслідок впливу біотичних (міграції) та абіотичних (інтродукція нових видів та ін.) чинників. Натомість у конкретний період часу спонтанна флора представлена певною кількістю видів у вигляді популяцій і саме сукупність останніх визначає сучасний вигляд спонтанної флори. У літературних джерелах це поняття означено як «актуальна флора» [2] або «актуальний склад спонтанної флори» [16]. В цілому методологія і термінологія флористики стосовно інтродукційних центрів потребує доопрацювання.

Спонтанну флору формують три основні групи таксонів: 1) аборигенні, 2) ксенофіти або заносні адвентивні таксони, 3) ергазіофіти — натуралізовані (здичавілі) інтродуценти, які сформували спонтанні популяції. Таке групування хрестоматійно використано в роботі Г.Ю. Конечной та М.Е. Игнатъевой [7]. Кожній фракції буде присвячена окрема публікація. В першому повідомленні висвітлено дані щодо складу аборигенної фракції флори.

До аборигенної фракції ми віднесли всі місцеві види, котрі природно ростуть на території НБС, зокрема так звані пульсуючі види та деякі інші категорії. У згаданій публікації [7] аборигенні види було розподілено на дві групи: аборигенні природно зростаючі та аборигенні інтродуковані, але в умовах НБС друга група представлена мінімальною кількістю видів і тому її недоцільно виділяти окремо.

Обсяг родин і класів наведено у конспекті за філогенетичним принципом [11, 23], номенклатуру таксонів — переважно за «The Plant List» [23] із деякими доповненнями. Автори аборигенних таксонів наведені у конспекті. Для кількох популяцій рідкісних видів наведено координати за системою «Google Earth». При відокремленні аборигенних видів флори

від адвентивних користувалися насамперед зведенням В.В. Протопопової [12]. Зразки багатьох видів дослідженої спонтанної флори передано в гербарій НБС (КВНА).

Результати та обговорення

Національний ботанічний сад розташований у наддніпрянській частині м. Києва на великому південному пагорбі Звіринця (правий корінний берег Дніпра) — історичній місцевості і колишньому передмісті. Нині більшу частину території НБС займають колекційні, паркові та ботаніко-географічні ділянки. Більшість насаджень мають культигенне походження і створені у 1940—1950-х рр. За фізико-географічним районуванням територія НБС розташована в межах Правобережного Лісостепу, але межа з Поліссям тут проходить поруч — уздовж Дніпра.

Відомості про аборигенну флору південного Звіринця до створення тут ботанічного саду дуже фрагментарні. Декілька цінних вказівок про зростання в лісі біля Видубицького монастиря місцевих видів флори містяться у працях В. Монтрезора, Ю.М. Семенкевича і А. Роговича [9, 10, 13—15]. Кілька вказівок на окремі види наведено у «Флорі УРСР» [18]. Низка авторів звертали увагу на гранично-ареальну природну популяцію *Viburnum lantana* на території НБС [6, 14, 17]. У перші десятиліття існування Ботанічного саду видовий склад його спонтанної флори вивчав С.С. Харкевич із помічниками. Їх збори (385 видів) зберігаються нині в гербарії КВНА [19], проте загальний перелік цих видів не був опублікований. Останнім часом деякі відомості про спонтанний рослинний покрив ботаніко-географічних ділянок НБС висвітлено у низці праць [3, 8 та ін.]. Отже, історія вивчення флори на території НБС нараховує понад 160 років, але до цього часу ці відомості залишалися фрагментарними.

Звіринець здавна був заселеним. Перед II Світовою війною, коли цю місцевість було відведено під новостворений ботанічний сад, більша частина її була вкрита забудовою, а мешкало тут понад 2 тис. осіб [21], що свідчить про значну урбанізованість території.

Тривалий час завдяки важкодоступності для господарського освоєння практично незмінними залишалися тільки ландшафти наддніпрянських крутосхилів уздовж східної межі НБС. До нашого часу тут зберігся фрагмент грабової діброви площею близько 6,5 га, розташований по схилах великої улоговини південніше від Видубицького монастиря. Нині цей масив залишається осередком збереження багатьох місцевих лісових видів рослин. Також тут проводиться помірна робота з інтродукції лісових видів рослин з інших регіонів України. Однак у більшій частині грабової діброви її видовий склад і структура залишилися практично незмінними та є типовими для грабово-дубових лісів Правобережного Лісостепу.

У грабовій діброві та на багатьох експозиційних ділянках НБС збереглися близько 200 аборигенних вікових дерев [1]. Це свідчить про те, що в минулому панівним типом рослинності на південному Звіринці був ліс. Нині територія НБС входить до зеленої зони м. Києва, проте є досить ізольованою, оскільки розташована практично в центрі міста і на півночі та півдні відокремлена від інших лісопаркових масивів великими транспортними магістралями.

Інші осередки умовно корінних і вторинних природних рослинних угруповань на території НБС займають значно меншу площу. Вузьку смугу між підніжжям наддніпрянських крутосхилів і Наддніпрянським шосе формує лісовий деревостан заплавної типу, подібний за породним складом до таких уздовж берегів Дніпра. Найкраще це угруповання збереглося на ділянці довжиною близько 500 м від Видубицького монастиря до дорожньої розв'язки мосту імені Патона. Ще один тип умовно корінного фітоценозу представлений рослинністю лесових відслонень по краю деяких наддніпрянських схилів у східній частині Ботанічного саду. У південній частині НБС по дну балки Омелютинка протікає струмок. Уздовж його русла спонтанно сформувався гідрофільний рослинний покрив. У центральній частині НБС трапляються ділянки з піщаним субстратом, до якого приурочені вторинні пса-

мофітні угруповання. В цілому, наявність ділянок із корінними або вторинними фітоценозами значно збільшує фітоценотичну і флористичну різноманітність Ботанічного саду.

Багато аборигенних видів масово поширені на ботаніко-географічних ділянках НБС, де часто є фоновими у складі культурфітоценозів, насамперед — лучних і лісових. Важливе значення для підтримання місцевого фіторізноманіття мають також степові культурфітоценози на ділянках «Степи України» і «Кавказ». Однак чимало навіть місцевих степових видів (які природно зростають неподалік від Ботанічного саду — на Лисій горі) за межами таких ділянок у НБС не трапляються, що свідчить про слабкі ценотичні позиції цих видів на північній межі поширення. Низка аборигенних видів є стійким елементом рудеральних екоотопів, наприклад види родин *Chenopodiaceae*, *Fabaceae* тощо. Багато таких видів зростають уздовж східної огорожі НБС у придорожній смузі Наддніпрянського шосе, зокрема, *Verbascum phoeniceum*, який перебуває на стадії розширення ареалу.

Невелика кількість видів на території НБС не є аборигенними у вузькому значенні, наприклад, *Thelypteris palustris* і *Viola riviniana*, котрі на ділянках із завезеним торфом ростуть як місцеві бур'яни. Оскільки ці види перебувають тут у межах природного ареалу, їх доцільно розглядати в складі аборигенної фракції. Такої ж думки дотримуються і інші автори [7]. Ще одна цікава група — «пульсуючі» види, котрі періодично потрапляють на територію НБС насамперед із берегів Дніпра, але переважно не затримуються у місцях заносу. Подекуди формуються тимчасові екотопи. Так, упродовж 2010—2015 рр. уздовж східної огорожі НБС біля заїзду на Дарницький міст на перезволоженій ділянці сформувався своєрідний травостій, у якому було представлено чимало аборигенних та адвентивних видів, котрі поширені на берегах і мілководдях Дніпра і ніде в НБС більше не були зафіксовані, зокрема *Centaureum erythraea* і *Typha laxmannii* Lepech. У 2015 р. у зв'язку з проведенням дорожно-ремонтних робіт цей біотоп зник.

Якщо такі види не будуть відмічені у наступні роки, то включати їх до складу спонтанної флори під час наступної інвентаризації немає сенсу.

Деякі групи рослин не було включено до загального переліку. Наприклад, гібриди, а іноді окремі особини з проміжними ознаками, котрі можуть мати подібне походження, ми відзначали у родах *Arctium*, *Centaurea*, *Rosa*, *Verbascum*, *Urtica* тощо, але до загального списку їх не включали (за винятком кількох усталених і широкопоширених гібридогенних видів). Декілька видів (*Bellis perennis* L., *Grossularia uva-crispa* (L.) Mill., *Vinca minor* L.) справляють враження аборигенних, але, очевидно, належать до культурних останців і будуть розглянуті у наступних повідомленнях. Чимало видів представлені в НБС як аборигенними популяціями, так і популяціями та насадженнями інтродукційного походження і в сучасних умовах формують гетерогенні популяції: *Betula pendula*, *Inula helenium*, *Viburnum lantana*, *Viola odorata* та ін.

За результатами проведеного дослідження складено конспект аборигенної фракції спонтанної флори НБС. Більшість видів у переліку — тривіальні, для більш рідкісних видів наведено їх місцезнаходження на території НБС.

EQUISETOPHYTA

EQUISETACEAE: *Equisetum arvense* L.

Nota. *Equisetum telmateia* Ehrh. — зниклий вид флори /між Видубицьким монастирем і ст. «Видубичі» — по наддніпрянському схилу, на висячому болітці біля джерел, 09.07.1917; 17.06.1918 [15]; у гербарії *KW* представлено багато зборів різних колекторів із цієї популяції, датовані 1920—1940-ми рр. Востаннє цю популяцію виду бачив Д.К. Зеров у 1945 р., пізніше внаслідок забудови у південній частині нинішньої території НБС і засмічення схилу популяція зникла [4]/.

POLYPODIOPHYTA

CYSTOPTERIDACEAE: *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. /заліснені схили — діл.¹ «Карпати», «Крим», «Кавказ»/.

¹ Тут і далі «діл.» — ділянка.

DRYOPTERIDACEAE: *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs /волога улоговина, діл. «Вільшняк»/, *D. filix-mas* (L.) Schott, /вологі затінені ділянки, зрідка/.

THELYPTERIDACEAE: *Thelypteris palustris* (A. Gray) Schott /занесено з торфом на розсадники та діл. «Пори року»/.

PINOPHYTA

PINACEAE

Nota. В доісторичні часи на території південного Звіринця могли бути наявні аборигенні оселища *Pinus sylvestris* L., але нині цей вид є інтродуцентом і стійкого самосіву не утворює.

MAGNOLIOPHYTA

MAGNOLIOPSIDA

ARISTOLOCHIACEAE: *Aristolochia clematitis* L. /наддніпрянські схили, рудеральні ділянки/, *Asarum europaeum* L.

LILIOPSIDA

ALISMATACEAE: *Alisma plantago-aquatica* L. /біля Дарницького мосту; балка Омелютинка/.

ALLIACEAE: *Allium oleraceum* L., *A. rotundum* L., *A. scorodoprasum* L.

ASPARAGACEAE: *Asparagus officinalis* L. /остепенні ділянки, рідко/.

CONVALLARIACEAE: *Convallaria majalis* L., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *P. odoratum* (Mill.) Druce.

CYPERACEAE: *Carex acuta* L. /балка Омелютинка та ін./, *C. digitata* L., *C. hirta* L., *C. leporina* L., *C. michelii* Host /діл. «Кавказ» — локально, можливо, завезено/, *C. pilosa* Scop., *C. praecox* Schreb., *C. pseudocyperus* L. /розарій — у басейні/, *C. spicata* Huds. /дендрарій — уздовж доріжок/, *C. vulpina* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., *Scirpus lacustris* L., *Scirpus sylvaticus* L.

HYACINTHACEAE: *Scilla bifolia* L.

IRIDACEAE: *Iris aphylla* L. (*I. hungarica* Waldst. & Kit.) /лесовий обрив на вершині наддніпрянського схилу, біля діл. «Степи» (50°24'43.39"N, 30°34'3.29"E), у 1990-ті рр. виявив В.І. Мельник; нині локальна малочисельна популяція, близько 30 генеративних невеликих особин-клонів; імовірно, місцевого походження, але не виключене інтродукційне;

природно вид росте за 2 км південніше — на Лисій горі/, *I. pseudacorus* L. /балка Омелютинка/.

JUNCACEAE: *Juncus articulatus* L. /розарій/, *J. effusus* L., *J. inflexus* L. /уздовж Наддніпрянського шосе/.

LEMNACEAE: *Lemna minor* L. /басейни і довгостійкі водойми/.

LILIACEAE: *Gagea erubescens* (Besser) Schult. & Schult.f., *G. lutea* (L.) Ker Gawl., *G. minima* (L.) Ker Gawl., *G. paczoskii* (Zapal.) Grossh. /розсіяно в південній і східній частинах НБС/.

ORCHIDACEAE: *Epipactis helleborine* (L.) Grantz /локально у вологій улоговині внизу діл. «Вільшняк» (50°24'50.90"N, 30°34'8.66"E); місцеростання нетипове і дуже затінене, рослини малорозвинуті; у 2014 р. відзначено 12 особин на площі 3 м², у 2018 р. — 31 особину на площі 5 м² [22]/.

POACEAE: *Agrostis capillaris* L. /у центральній частині НБС — на луках і газонах/, *A. stolonifera* L., *Alopecurus pratensis* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P.Beauv., *Bromus benekenii* (Lange) Trimen /діл. «Розоцвіті», грабова діброва/, *B. inermis* Leyss., *B. hordeaceus* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Dactylis glomerata* L., *Elymus caninus* (L.) L., *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *E. × mucronata* (Opiz) Prokud. /спорадично у центральній частині НБС/, *E. repens* (L.) Nevski, *Eragrostis minor* Host, *Festuca gigantea* (L.) Vill., *F. ovina* L., *F. pratensis* Huds., *F. regeliana* Pavlov (*F. orientalis* Kern.) /відкриті ділянки, в багатьох місцях; у гербарії КВНА є збір: діл. «Крим», ймовірно, місцевого походження, 14.06.1961, Соколовський/, *F. rubra* L. /діл. «Бір», можливо, завезено/, *F. valesiaca* Gaudin /біля діл. «Бір» — відкрита піщана ділянка/, *Glyceria notata* Chevall. /балка Омелютинка — в нижній частині, в руслі струмка/, *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Lolium perenne* L., *Melica transsilvanica* Schur, *Milium effusum* L., *Phleum pratense* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Poa angustifolia* L., *P. annua* L., *P. compressa* L., *P. nemoralis* L., *P. pratensis* L., *P. trivialis* L.

Nota. *Stipa capillata* L., ймовірно, зниклий вид флори /у [5] вид наведено: «бл. Видубецького

монастиря» — на схилах. Ця вказівка на перший погляд стосується наддніпрянських схилів навколо Видубецького монастиря на сучасній території НБС, але не виключено, що йдеться про Лису гору (за 2 км південніше від Видубецького монастиря), де досі зростає ковила/.

TYPHACEAE: *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L.

ROSOPSIDA

ACERACEAE: *Acer campestre* L., *A. platanoides* L., *A. tataricum* L.

ADOXACEAE: *Adoxa moschatellina* L. /вологі лісові ділянки, в декількох місцях/.

APIACEAE: *Aegopodium podagraria* L., *Aethusa cynapium* L. /біля Видубецького монастиря, 09.07.1918 [14]; нині вид розсіяно трапляється в лісових угрупованнях на діл. «Грабова діброва», «Вільшняк» і «Карпати»/, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Chaerophyllum bulbosum* L. /лісові ділянки, часто/, *Ch. temulum* L., *Daucus carota* L., *Eryngium campestre* L. /відкриті ділянки, зрідка/, *E. planum* L. /спорадично на відкритих ділянках/, *Falcaria vulgaris* Bernh., *Heracleum sibiricum* L., *Pastinaca sativa* L. subsp. *sylvestris* (Mill.) Rouy & E.G.Camus, *Peucedanum alsaticum* L. /для південного Звіринця наводять декілька авторів [14, 18 (1955, т. 7)]; нині часто трапляється на верхівках наддніпрянських схилів/, *Pimpinella saxifraga* L., *Sanicula europaea* L. /діл. «Кавказ» — у буковому виділі, 2010, Є.В. Козир (КВНА), ймовірно, місцевого походження/, *Seseli annuum* L., *S. libanotis* (L.) W.D.J.Koch /спорадично на відкритих ділянках/, *Torilis japonica* (Houtt.) DC.

APOCYNACEAE: *Vincetoxicum hirundinaria* Medik.

ASTERACEAE: *Achillea collina* J.Becker ex Rchb., *A. inundata* Kondr., *A. millefolium* L., *A. pannonica* Scheele, *A. setacea* Waldst. & Kit., *Anthemis subtinctoria* Dobroc. /біля «Красного Двору» — на лесовому обриві, 12.06.2018, В.І. Мельник, О.О. Рак/, *Arctium lappa* L., *A. minus* (Hill) Bernh., *A. tomentosum* Mill. /подекуди трапляються особини гібридного походження, що можуть бути записані як *A. × ambiguum* (Celak.) Nyman, але ми цей біноміал не включаємо до переліку як

явний гібрид/, *Artemisia austriaca* Jacq., *A. campestris* L. (incl *A. dniproica* Klokov), *A. marschalliana* Spreng., *A. vulgaris* L., *Carduus crispus* L., *Centaurea jacea* L., *C. pseudomaculosa* Dobrocz. s. str. /відкриті піщанисті ділянки; частина особин має ознаки, перехідні до *C. borysthena* Grunere s. str./, *C. scabiosa* L., *Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *C. vulgare* (Savi) Ten., *Crepis tectorum* L., *Echinops sphaerocephalus* L., *Eupatorium cannabinum* L. /балка Омелютинка; підніжжя наддніпрянських схилів/, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench /біля корпусу № 6; Караваївка/, *Hieracium umbellatum* L., *Hypochaeris radicata* L., *Inula britannica* L., *I. helenium* L. /Караваївка; діл. «Кавказ» і «Бір»/, *Lapsana communis* L., *Leontodon autumnalis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam. /діл. «Крим», дендрарій/, *Mycelis muralis* (L.) Dumort., *Picris hieracioides* L., *Pilosella cymosa* (L.) F.Schultz & Sch.Bip., *P. officinarum* F.Schultz & Sch.Bip., *P. × prussica* (Naeg. & Peter) Sojak /між дендрарієм (діл. «Розоцвіті») і Грабовою дібровою — на узбіччі дороги, малочисельна група/, *Senecio jacobaea* L., *S. vernalis* Waldst. & Kit., *Solidago virgaurea* L., *Sonchus arvensis* L. subsp. *uliginosus* Nyman, *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinale* L., *T. serotinum* (Waldst. & Kit.) Poit. /верхівки наддніпрянських схилів/, *Tragopogon dubius* Scop. subsp. *major* (Jacq.) Vollm., *T. ucrainicus* Artemcz. /відкриті ділянки, часто/, *Tussilago farfara* L.

Nota. *Cirsium decussatum* Janka (*C. eriophorum* Scop.) — ймовірно, зниклий вид флори /біля Видубицького монастиря — на кріпосних валах [9 (1890, ч. 4)] /, *Scorzonera humilis* L. — ймовірно, зниклий вид флори /указано для території НБС, за Карнаух [18 (1965, т. 12)]/.

BALSAMINACEAE: *Nota.* *Impatiens noli-tangere* L. / біля Видубицького монастиря [9 (1887, ч. 2)]; нині вид потребує підтвердження/.

BERBERIDACEAE: *Berberis vulgaris* L. /верхівки наддніпрянських схилів, поодинокі/.

BETULACEAE: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. /нижня частина наддніпрянських схилів/, *Carpinus betulus* L., *Corylus avellana* L., *Betula pendula* Roth /у насадженнях по всій території НБС; спорадично трапляються дикорослі особини/.

BORAGINACEAE: *Asperugo procumbens* L., *Cerintho minor* L. / Звіринець — біля ст. «Видубичі», по дніпровському схилу, 20.07.1916; 22.06.1917 [15]; Звіринець [18 (1957, т. 8)]/, *Echium vulgare* L., *Myosotis laxa* Lehm. /балка Омелютинка/, *M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl, *Pulmonaria obscura* Dumort., *Symphytum officinale* L. /між наддніпрянськими схилами і шосе/.

Nota. *Pulmonaria angustifolia* L. /Звіринець [18 (1957, т. 8)]; нині вид потребує підтвердження/.

BRASSICACEAE: *Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande, *Alyssum calycinum* L. /рудеральні ділянки, зрідка/, *Barbarea vulgaris* R.Br. subsp. *arcuata* (Opiz ex J.Presl & C.Presl) Hayek /центральна частина, спорадично; вздовж Наддніпрянського шосе/, *Berteroa incana* (L.) DC., *Cardamine parviflora* L., *Dentaria bulbifera* L., *Draba nemorosa* L. /навколо корпусу № 6/, *Erophila verna* (L.) Besser, *Hesperis matronalis* L. /спорадично на лісових і рудеральних ділянках/, *Rorippa austriaca* (Crantz) Besser, *R. palustris* (L.) Besser, *R. sylvestris* (L.) Besser, *Turritis glabra* L. /діл. «Карпати» — галявина на верхівці наддніпрянського схилу, 1 особина, 2014/.

CAMPANULACEAE: *Campanula bononiensis* L., *C. patula* L. /діл. «Карпати»/, *C. persicifolia* L. /розсіяно на лісових ділянках; у коніферетумі — на схилі над Видубицьким монастирем, на одній із галявин формує великий монодомінантний аспект/, *C. rapunculoides* L.

Nota. *C. trachelium* L. / біля Видубицького монастиря [9 (1891, ч. 5)]; нині вид потребує підтвердження/.

CANNABACEAE: *Humulus lupulus* L.

CARYOPHYLLACEAE: *Alsine media* L., *Arenaria viscida* Hall. f. ex Lois., *Cerastium holosteoides* Fr., *C. semidecandrum* L., *Coccyganthe flos-cuculi* (L.) Fougt. /уздовж шосе/, *Cucubalus baccifer* L., *Holosteum umbellatum* L., *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Moehringia trinervia* (L.) Clairv. /діл. «Карпати» — нижня частина схилу, рідко/, *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Sagina procumbens* L. /біля адміністративного корпусу, в тріщинах асфальту/, *Saponaria officinalis* L., *Silene dichotoma* Ehrh., *Stellaria graminea* L., *S. holostea* L.

CELASTRACEAE: *Euonymus europaeus* L., *E. verrucosus* Scop.

CHENOPODIACEAE: *Atriplex micrantha* Ledeb., *A. oblongifolia* Waldst. & Kit., *A. patens* (Litv.) Pjin, *A. patula* L., *Chenopodium album* L., *Ch. glaucum* L. /діл. «Пори року», 19.09.2014, кілька особин на торфі серед азалій; ймовірно, поширений на розсаднику відділу зеленого будівництва; раніше відмічався С.Л. Мосякіним/, *Ch. strictum* Roth /по всій території, часто/, *Ch. suecicum* Murr /повсюдно; обидва останні види утворюють безліч переходів до *Ch. album*/, *Sal-sola tragus* L. /уздовж шосе; періодично заноситься на основну територію/.

CONVOLVULACEAE: *Calystegia sepium* (L.) R.Br., *Convolvulus arvensis* L.

CORNACEAE: *Cornus sanguinea* L. subsp. *sanguinea* /повсюдно; також, в НБС — у насадженнях і дичавіло поширена південна раса — subsp. *australis* (С.А.Мей.) Jáv./.

CRASSULACEAE: *Hylotelephium decumbens* (Lucé) V.V. Byalt /«Київ, ботанический сад; местного происхождения», 23.08.1967, Н.Є. Антонюк (КВНА); нині росте на діл. «Бір»/, *H. maximum* (L.) Holub /часто на верхівках наддніпрянських схилів/, *Sedum acre* L.

DIPSACACEAE: *Dipsacus pilosus* L. /діл. «Середня Азія» — у вологому пониженні біля господарського двору/, *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Scabiosa ochroleuca* L.

EUPHORBIACEAE: *Euphorbia cyparissias* L., *E. virgata* Waldst. & Kit., *Mercurialis perennis* L.

FABACEAE: *Astragalus cicer* L., *A. glycyphyllos* L., *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link /діл. «Степ» і поруч — на верхівці наддніпрянського схилу; оборонний вал — на схилі/, *Ch. ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask. /на багатьох ділянках і на верхівках наддніпрянських схилів/, *Lathyrus niger* (L.) Bernh. /грабова діброва, рідко/, *L. pratensis* L., *L. sylvestris* L., *L. tuberosus* L., *L. vernus* (L.) Bernh. /грабова діброва, розсіяно/, *Lotus corniculatus* L., *Medicago falcata* L. (incl. *M. procumbens* Besser), *M. lupulina* L., *Melilotus albus* Medik., *M. officinalis* (L.) Pall., *Securigera varia* (L.) Lassen, *Trifolium arvense* L., *T. alpestre* L. /діл. «Степ» і «Кавказ»; можливо, всі популяції інтродуковані/, *T. campestre* Schreb.,

T. fragiferum L. /уздовж шосе/, *T. medium* L., *T. pratense* L., *T. repens* L., *Vicia cracca* L., *V. dumetorum* L. /«Около г. Киева в Выдубецком лесу» [9 (1887, ч. 2)]; нині вид відзначено внизу діл. «Грабова діброва», на узліссі з боку шосе, південніше від Видубицького монастиря/, *V. grandiflora* Scop. (incl. *V. sordida* Waldst. & Kit.) /розсіяно вздовж доріжок на діл. «Гірський сад» і «Пряноароматні рослини»; не виключено, що на території НБС цей вид адвентивний/, *V. sativa* L., *V. sepium* L.

FAGACEAE: *Quercus robur* L.

GENTIANACEAE: *Centaurium erythraea* Rafn /на узбіччі шосе, біля Дарницького мосту; у 2015 р. оселище було знищено/.

Nota. Gentiana cruciata L. /біля Видубецького монастиря, 01.07.1899, В.В. Фін [15]; цей рідкісний вид нині, ймовірно, зник зі складу флори; крім того, не відомо, чи знаходилося його місцезростання в межах сучасної території НБС/.

GERANIACEAE: *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Geranium pratense* L., *G. robertianum* L.

GROSSULARIACEAE: *Ribes nigrum* L. /балка Омелютинка; у вільхово-тополевому лісі з боку мосту імені Патона/, *R. spicatum* Robson /діл. «Вільшняк»; локально, але рясно; не виключене інтродукційне походження/.

HYPERICACEAE: *Hypericum hirsutum* L. /біля Видубицького монастиря — в лісах [13]; «На високому березі Дніпра, коло Видубецького монастиря між чагари», 09.07.1917 [14]; вид потребує підтвердження, ми його не відзначали, але він міг зберегтися у трав'яному ярусі «Грабової діброви», тому включаємо до переліку/, *H. perforatum* L.

LAMIACEAE: *Acinos arvensis* (Lam.) Dandy, *Ajuga genevensis* L., *Clinopodium vulgare* L., *Glechoma hederacea* L., *Lamium galeobdolon* (L.) L., *L. maculatum* (L.) L., *Leonurus villosus* Desf. ex D'Urv., *Lycopus europaeus* L., *Mentha arvensis* L. /на узбіччі шосе біля Дарницького мосту, у 2015 р. оселище знищено/, *M. longifolia* (L.) Huds. /балка Омелютинка/, *Origanum vulgare* L., *Prunella vulgaris* L., *Salvia nemorosa* L., *S. verticillata* L., *Scutellaria altissima* L., *Stachys palustris* L. /вологі ділянки, розсіяно/, *S. sylvatica* L.,

Teucrium chamaedrys L., *Thymus pulegioides* L. /у дендрарії — біля доріжки над Видубицьким монастирем, 1 особина/, *Phlomis pungens* Willd. /верхівки наддніпрянських схилів; як інтродуцент на діл. «Кавказ» і «Степ»/.

LYTHRACEAE: *Lythrum salicaria* L., *L. virgatum* L.

MALVACEAE: *Lavatera thuringiaca* L.

OLEACEAE: *Fraxinus excelsior* L.

ONAGRACEAE: *Chamerion angustifolium* (L.) Holub, *Epilobium hirsutum* L., *E. parviflorum* Schreb., *E. tetragonum* L.

OROBANCHACEAE: *Lathraea squamaria* L. /діл. «Грабова діброва» — нижня частина/, *Melampyrum arvense* L. /біля Видубецького монастиря — по наддніпрянському схилу, 23.08.1916 [15]; нині росте на діл. «Степи» і поруч, по краю діл. «Карпати»/, *M. nemorosum* L., *Odontites vulgaris* Moench, *Orobanche* sp. (cf. *alsatica* Kirschl.) /діл. «Карпати» — на галявині у верхній частині наддніпрянського схилу; 1 особина, ймовірно, паразитує на *Peucedanum alsaticum*; потребує таксономічного уточнення/.

PAPAVERACEAE: *Chelidonium majus* L., *Corydalis cava* (L.) Schweigg. & Korte, *C. solida* (L.) Clairv.

PLANTAGINACEAE: *Plantago arenaria* Waldst. & Kit. /уздовж шосе/, *P. lanceolata* L., *P. major* L. /біля Видубицького монастиря [9 (1888, ч. 3)]; нині — тривіальний вид/, *P. media* L., *Chaenorhinum minus* (L.) Lange, *Linaria vulgaris* Mill., *Veronica chamaedrys* L., *V. dillenii* Crantz /Видубицький монастир — на території, І. Шмальгаузен [10]; 04.2018 р. ми виявили популяцію виду на узбіччі заїзду на міст імені Патона біля північно-східної межі НБС, але на самій території — не фіксували/, *V. hederifolia* L., *V. incana* L. /верхівки наддніпрянських схилів; діл. «Степи»/, *V. officinalis* L. /діл. «Грабова діброва» — в нижній частині/, *V. prostrata* L., *V. spicata* L. subsp. *spicata*, *V. teucrium* L., *V. verna* L.

POLYGONACEAE: *Fallopia dumetorum* (L.) Holub, *Persicaria amphibia* (L.) S.F.Gray /нижче діл. «Вільшняк» — на луці біля пересихаючого джерела; 1 особина, ймовірно, випадковий занос із боку Дніпра/, *Persicaria hydropiper* (L.)

Delarbre, *P. lapathifolia* (L.) Delarbre, *P. maculosa* S.F.Gray, *Polygonum aviculare* L. s.str., *Rumex acetosella* L., *R. confertus* Willd., *R. crispus* L., *R. maritimus* L. /вологі ділянки вздовж шосе/, *R. obtusifolius* L., *R. patientia* L. subsp. *orientalis* Danser /лучні ділянки у східній частині НБС; як здичавілий у НБС поширений і типовий subsp. *patientia*/, *R. thyrsoiflorus* Fingerh.

PRIMULACEAE: *Lysimachia nummularia* L.

RANUNCULACEAE: *Anemone ranunculoides* L., *Ceratocephala testiculata* (Crantz) Besser, *Ficaria verna* Huds., *Myosurus minimus* L. /діл. «Крим» — на клумбі, 25.04.2017, О.Ф. Левон/, *Ranunculus illyricus* L. /верхівки наддніпрянських схилів; спорадично у центральній частині НБС на піщанистих ділянках/, *R. polyanthemus* L., *R. repens* L., *R. sardous* Crantz, *R. sceleratus* L., *Thalictrum minus* L.

RHAMNACEAE: *Rhamnus cathartica* L.

ROSACEAE: *Cerasus avium* (L.) Moench, *Crataegus monogyna* L. subsp. *leiomonogyna* (Klokov) Franco, *C. × kyrtostyla* Fingerh., *Geum aleppicum* Jacq. /наводимо провізорно, за вказівкою С.Л. Мосіякіна; типових особин ми не бачили, але трапляються перехідні до наступного виду/, *G. urbanum* L., *Malus sylvestris* Mill. (incl. *M. praecox* (Pall.) Borkh.), *Padus avium* Mill. /розсіяно в насадженнях і дендрогрупах (інтродуковано), подекуди формує самосів; природно — у вільхово-тополевому лісі між Видубицьким монастирем і мостом імені Патона/, *Potentilla anserina* L., *P. argentea* L., *P. neglecta* Baumg., *P. obscura* Willd. s.str., *P. reptans* L., *Prunus spinosa* L. subsp. *dasyphylla* (Schur) Domin, *Rosa canina* L., *R. corymbifera* Borkh., *R. rubiginosa* L. /спорадично на відкритих ділянках/, *R. cf. schmalhauseni* Chrshan. /наводимо провізорно; відзначено 2 екземпляри з нетиповими ознаками, які можна віднести до цього виду, — на краю діл. «Букова діброва», біля стенду (можливо, посаджено) та на схилі оборонного валу/, *Rubus caesius* L., *Fragaria viridis* Duchesne, *F. vesca* L., *Pyrus communis* L. subsp. *pyraster* (L.) Ehrh., *Sorbus aucuparia* L.

RUBIACEAE: *Galium album* Mill., *G. aparine* L., *G. mollugo* L., *G. odoratum* (L.) Scop., *G. verum* L.

SALICACEAE: *Populus alba* L. /підніжжя наддніпрянських схилів/, *P. × canescens* (Aiton) Smith /там само; декілька дорослих екземплярів ростуть у дендрарії та на діл. «Карпати»/, *P. nigra* L., *P. tremula* L., *Salix alba* L., *S. caprea* L., *S. triandra* L.

SAMBUCACEAE: *Sambucus ebulus* L. /балка Омелютинка; діл. «Вільшняк»; дендрарій/, *S. nigra* L.

SANTALACEAE: *Thesium arvense* Horv., *Viscum album* L.

SAXIFRAGACEAE: *Chrysosplenium alternifolium* L. /балка Омелютинка/.

SCROPHULARIACEAE: *Scrophularia nodosa* L. /лісові ділянки на наддніпрянських схилах/, *Verbascum lychnitis* L., *V. phlomoides* L. /часто; навколо корпусу № 6 зростає гібрид *V. lychnitis* × *V. phlomoides*/, *V. phoeniceum* L.

SOLANACEAE: *Solanum dulcamara* L. /вологі ділянки біля підніжжя наддніпрянських схилів/.

TILIACEAE: *Tilia cordata* Mill.

ULMACEAE: *Ulmus glabra* Huds., *U. laevis* Pall., *U. minor* Mill.

URTICACEAE: *Urtica dioica* L. /спорадично у найбільш вологих оселищах трапляються популяції з ознаками, перехідними до *U. galeopsifolia* Wierzb. ex Oriz, але типових особин останнього ми не бачили/.

VALERIANACEAE: *Valeriana officinalis* L. subsp. *collina* (Wallr.) Nyman /дендрарій; діл. «Кавказ»/.

VIBURNACEAE: *Viburnum lantana* L. /«по-близу Видубецького монастиря», 09.07.1917 [14]; у перші роки існування НБС у грабовій діброві збереглося близько 26 екз. гордовини природного походження, ще до 400 особин було штучно висаджено на інших ділянках та експозиціях НБС [17]. Гордовина на видубицьких схилах згадана ще декількома авторами, але тільки С.М. Семенкевич конкретизував, що це оселище — аборигенне, і навів ще більш північніший локалітет — із наддніпрянських схилів нижче Міського саду [14]/, *V. opulus* L. /балка Омелютинка і вздовж підніжжя наддніпрянських схилів, переважно у вегетативній формі; подекуди культивується/.

VIOLACEAE: *Viola canina* L., *V. hirta* L., *V. tricolor* L. subsp. *matutina* (Klokov) Valentine, *V. mirabilis* L., *V. riviniana* Rchb. /діл. «Пори року» — в насадженні азалій, ймовірно, завезено із торфом/, *V. suavis* M.Bieb., *V. odorata* L. /спорадично на різних лісових ділянках, але значно рідше ніж попередній вид; часто трапляються особини з перехідними ознаками до *V. suavis*; навколо діл. «Квіткова гірка» поширюється спонтанна гетерогенна популяція культиварів *V. aggr. odorata*/.

Отже, у спонтанній флорі НБС нараховується 385 аборигенних видів і підвидів (не рахуючи гібридів). Це становить майже 59 % від усієї спонтанної флори (650 таксонів). Серед них абсолютно переважають трав'яні, здебільшого багаторічні рослини — 337 видів, також представлені дерева — 23 види, кущі — 16, напівкущі — 1 (ліаноподібний *Solanum dulcamara*), кущики — 7, напівкущики — 1. Цінними є популяції рідкісних видів флори (*Epipactis helleborine*, *Iris aphylla*, *Ranunculus illiricus* та ін.).

До загальної нумерації не включено аборигенні види, наведені до чи в перші десятиліття існування НБС, а нині зниклі, або ті, які потребують підтвердження: *Campanula trachelium*, *Cirsium decussatum*, *Equisetum telmateia*, *Gentiana cruciata*, *Impatiens noli-tangere*, *Pulmonaria angustifolia*, *Scorzonera humilis*. Частина із них є рідкісними, тому в майбутньому доцільно їх репатріювати. Види *Pinus sylvestris* і *Stipa capillata*, ймовірно, входили до складу дослідженої флори, але на нині це достовірно не відомо. Флористичною особливістю території НБС як природної екосистеми є перебування тут кількох видів на північній межі поширення або близько до такої (*Viburnum lantana*, *Gagea paczoskii*, *Holosteum umbellatum*, *Ranunculus illyricus* тощо).

Отже, аборигенна фракція спонтанної флори НБС відзначається значним багатством, яке можна пояснити великою репрезентативністю різноманітних екоотопів на території НБС (разом із корінними та умовно корінними), а також його розташуванням у флористично багатому районі, на межі Полісся і Лісостепу та на узбережжі Дніпра. Певну роль у

збагаченні аборигенної фракції флори відіграє інтродукційна робота. Для порівняння, на поруч (за 2 км південніше) розташованому пагорбі Лиса гора, який також є елементом наддніпрянської гряди, на площі 160 га було зафіксовано 397 видів флори (разом з адвентивними) [20]. У наступних повідомленнях буде проведено порівняння спонтанної флори НБС із такими іншими інтродукційними центрами Східної Європи.

Таким чином, спонтанна флора НБС, зокрема її аборигенна фракція, відзначаються великим флористичним багатством, що підкреслює значення цієї території у складі зеленої зони м. Києва. На прикладі НБС видно, що багатству і стабільності аборигенних фракцій спонтанних флор сприяє ландшафтна неоднорідність території інтродукційного центру, їх порівняно велика площа, наявність різноманітних екоотопів разом із корінними, а також розташування цих територій у флористично багатих районах.

У майбутньому триватиме моніторинг таксономічного складу спонтанної флори НБС. Запланована робота з відновлення відомостей про склад флори, отриманих С.С. Харкевичем у перші десятиліття існування Ботанічного саду.

Висновки

Узагальнено відомості про видовий склад аборигенної фракції спонтанної флори Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Вона представлена 385 видами і підвидами, що становить близько 59 % від усієї дослідженої флори. Не менше 7 аборигенних видів слід вважати зниклими з території Ботанічного саду, зокрема декілька рідкісних видів флори. Перспективною є репатріація втрачених популяцій таких видів.

Досліджена аборигенна фракція флори характеризується великим видовим багатством, яке пояснюється різноманітністю екоотопів на території Ботанічного саду разом із корінними та умовно корінними і його розташуванням у флористично багатому районі на межі Полісся і Лісостепу.

Природоохоронна роль НБС надзвичайно важлива, оскільки на його території об'єктом охорони є не лише колекційна флора, а й природні угруповання та аборигенна флора Правобережного Лісостепу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вікові дерева Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України / В.Ф. Пилипчук, Р.В. Бойко, О.В. Ключенко та ін. // Збереження різноманіття рослинного світу у ботсадах та дендропарках: традиції, сучасність, перспективи: Матеріали конф. до 230-річчя дендропарку «Олександрія» НАН України. — Біла Церква: Білоцерківдрук, 2018. — С. 301—305.
2. Гавриленко Н.О. Спонтанна флора дендрологічного парку «Асканія-Нова» / Н.О. Гавриленко, І.І. Мойсієнко, В.В. Шаповал // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». — 2008. — Т. 10. — С. 49—73.
3. Гриценко В.В. Рослинний покрив ботаніко-географічної ділянки «Степи України» у НБС ім. М.М. Гришка НАН України / В.В. Гриценко // Інтродукція рослин. — 2004. — № 3. — С. 49—58.
4. Зеров Д.К. Хвощ великий (*Equisetum majus* Gars.) і хвощ строкатий (*E. variegatum* Schlecht.) в околицях Києва / Д.К. Зеров // Укр. ботан. журн. — 1963. — Т. 20, № 6. — С. 74—80.
5. Клеопов Ю.Д. Залишки степової рослинності на Київській височині / Ю.Д. Клеопов // Журн. біоботанічного циклу ВУАН. — 1933. — № 5—6. — С. 153—156.
6. Клеопов Ю.Д. Ботаніко-географічні етюди. 1. Про нові знахідки *Evonymus nana* М.В. і *Coronilla elegans* Рапс. в УРСР / Ю.Д. Клеопов // Журн. Інституту ботаніки АН УРСР. — 1938. — № 17 (25). — С. 137—165.
7. Конечная Г.Ю. Дикорастущие травянистые растения парка Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН / Г.Ю. Конечная, М.Е. Игнатъева // Ботан. журн. — 1996. — Т. 81, № 3. — С. 96—105.
8. Мельник В.И. Редкие виды флоры равнинных лесов Украины / В.И. Мельник. — К.: Фитосоциосенс, 2000. — 212 с.
9. Монтрезор В. Обзорение растений, входящих в состав флоры губерний Киевского учебного округа, Киевской, Волынской, Подольской, Черниговской и Полтавской / В. Монтрезор // Записки Киевского общества естествоиспытателей. — 1886. — Т. 8, вып. 1; 1887. — Т. 8, вып. 2; 1888. — Т. 9, вып. 1—2; 1890. — Т. 10, вып. 3; 1891. — Т. 10, вып. 4.
10. Монтрезор В. Список растений, собранных в Киевском учебном округе в последний 25-летний период времени, т. е. со времени издания «Обозрения

- семенных и высших споровых растений» Проф. Роговича в 1869 г. до 1895 г. / В. Монтрезор // Записки Киевского общества естествоиспытателей. — 1898. — Т. 15, вып. 2. — С. 675—707.
11. *Мосякін С.Л.* Прагматична філогенетична класифікація спорових судинних рослин флори України / С.Л. Мосякін, О.В. Тищенко // Укр. ботан. журн. — 2010. — Т. 67, № 6. — С. 802—817.
 12. *Протопопова В.В.* Синантропная флора Украины и пути ее развития / В.В. Протопопова. — К.: Наук. думка, 1991. — 204 с.
 13. *Растения* / А. Рогович (авторство не зазначене) // Статистическое описание Киевской губернии / изд. И. Фундуклей; СПб: Тип. Министерства внутренних дел, 1852. — Ч. 1. — С. 88—121.
 14. *Семенкевич Ю.М.* Де-які доповнення до флори околиць Києва / Ю.М. Семенкевич // Вісн. Київ. Ботан. саду. — 1925. — Вип. 3. — С. 35—46.
 15. *Семенкевич Ю.М.* Де-які доповнення до флори околиць Києва. (Продовження) / Ю.М. Семенкевич // Вісн. Київ. Ботан. саду. — 1926. — Вип. 4. — С. 45—57.
 16. *Спонтанна флора* Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України / А.А. Куземко, Т.М. Сидорук, І.П. Діденко та ін. // Автохтонні та інтродуковані рослини. — 2011. — Вип. 7. — С. 25—36.
 17. *Стоянов Г.А.* Гордовина (*Viburnum lantana* L.) на Вудубицьких схлонах Дніпра / Г.А. Стоянов // Тр. ботан. сада. Акліматизація рослин. — К., 1953. — Т. 2. — С. 159—161.
 18. *Флора УРСР: у 12 т. / за ред. М.І. Котова, М.В. Клокова, О.Д. Віслюїної та ін.* — К.: АН УРСР. — 1936—1965.
 19. *Харкевич С.С.* Гербарий Центрального республиканского ботанического сада Академии Наук Украинской ССР в Киеве / С.С. Харкевич // Ботан. журн. — 1973. — Т. 58, № 11. — С. 1680—1682.
 20. *Чопик В.И.* Эталон дикорастущей флоры урбанизированных территорий — урочище «Лысяя гора» в г. Киеве / В.И. Чопик, А.Н. Краснова, А.И. Кузьмичев // Ботан. журн. — 1986. — Т. 71, № 8. — С. 1136—1141.
 21. *Чувикина Н.* Ботанический сад на Зверинце / Н. Чувикина. — К.: Сидоренко В.Б., 2016. — 112 с.
 22. *Шиндер О.І.* Рідкісні види у спонтанній флорі Національного ботанічного саду НАН України / О.І. Шиндер // Генофонд колекцій ботанічних садів і дендропарків — запорука сталих фітоценозів в умовах кліматичних змін: 36. статей конф. — Одеса: ОНУ, 2017. — С. 123—126.
 23. *The Plant List.* — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.theplantlist.org/>

Рекомендував О.Р. Баранський
Надійшла 14.11.2018

REFERENCES

1. *Pylypchuk, V.F., Boyko, R.V., Klyuyenko, O.V., Lodok, V.S. and Shumyk, M.I.* (2018), Vikovi dereva Natsionalnoho botanichnoho sadu imeni M.M. Hryshka NAN Ukrainy [Age-old trees in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]: Zberezheniya riznomanityta roslynnoho svitu u botsadakh ta dendroparkakh: tradytsii, suchasnist, perspektyvy [Preservation of the diversity of flora in the botosads and arboretums: traditions, the present, prospects, conference materials]. Bila Tserkva: Bilotserkivdruk, pp. 301—305.
2. *Havrylenko, N.O., Moysiienko, I.I. and Shapoval, V.V.* (2008), Spontanna flora dendrolohichnoho parku "Askaniya-Nova" [Spontaneous flora of the Arboretum Askaniya-Nova]. News Biosfere Reserve "Askania-Nova", vol. 10, pp. 49—73.
3. *Hrytsenko, V.V.* (2004), Roslynniy pokryv botaniko-heohrafichnoi dilyanky «Stepy Ukrainy» u NBS im. M.M. Hryshka NAN Ukrainy [Plant cover of the botanical and geographic area «Steps of Ukraine» in the M.M. Gryshko NBG of the NAS of Ukraine]. Introduktsiya roslyn [Plant Introduction], N 3, pp. 49—58.
4. *Zerov, D.K.* (1963), Khvoshch velykyi (*Equisetum majus* Gars.) i khvoshch strokatyi (*E. variegatum* Schleich.) v okolotyakh Kyieva [*Equisetum majus* Gars. and *E. variegatum* Schleich. in the vicinity of Kiev]. Ukr. Botan. J., vol. 20, N 6, pp. 74—80.
5. *Kleopov, Yu.D.* (1933), Zalyshky stepovoi roslynnosti na Kyivskiy vysochyni [The remains of steppe vegetation on the Kyiv Upland]. J. of the bio-botanical cycle of Ukrainian AS, N 5—6, pp. 153—156.
6. *Kleopov, Yu.D.* (1938), Botaniko-heohrafichni etyudy. 1. Pro novi znakhidky *Evonymus nana* M.B. i *Coronilla elegans* Panc. v URSS [Botanical and geographic sketches. 1. About the new finds *Evonymus nana* M.B. and *Coronilla elegans* Panc. in the Ukrainian SSR]. J. Institute of Botany, Academy of Sciences of the USSR, N 17 (25), pp. 137—165.
7. *Konechnaya, G.Yu. and Ignateva, M.E.* (1996), Dikorastushchie travyanistyte rasteniya parka Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova RAN [Spontaneous herbaceous plants in the park of the Komarov Botanical Institute]. Botan. J., vol. 81, N 3, pp. 96—105.
8. *Melnik, V.I.* (2000), Redkie vidy flory ravninnykh lesov Ukrainy [Rare species of flora of plain forests of Ukraine]. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 212 p.
9. *Montrezor, V.* (1886—1891), Obozrenie rasteniy, vkhodnyashchikh v sostav flory guberniy Kievskogo uchebnogo okruga, Kievskoy, Volynskoy, Podolskoy, Chernigovskoy i Poltavskoy [Survey of plants that are part of the flora of the provinces of the Kyiv School District: Kyiv, Volyn, Podolian, Chernihiv and Poltava]. Zapiski Kievskogo obshchestva estestvoispytateley [Notes of the Kyiv Society of Naturalists], vol. 8—10.

10. *Montrezor, V.* (1898), Spisok rasteniy, sobrannykh v Kievskom uchebnom okruze v posledniy 25-letniy period vremeni, t. e. so vremen izdaniya "Obozreniya semennykh i vysshikh sporovykh rasteniy" Prof. Rogovicha v 1869 g. do 1895 g. [The list of plants collected in the Kiev School District in the last 25-year period of time]. Zapiski Kievskogo obshchestva estestvoispytateley [Notes of the Kyiv Society of Naturalists], vol. 15, vyp. 2, pp. 675—707.
11. *Mosjakin, S. and Tyshhenko, O.* (2010), Pragmatychna filogenetychna klasyfikacija sporovykh sudynnykh roslyn flory Ukrainy [A pragmatic phylogenetic classification of vascular cryptogamic plants of the flora of Ukraine]. Ukr. Botan. J., vol. 67, N 6, pp. 802—817.
12. *Protopopova, V.V.* (1991), Sinantropnaya flora Ukrainy i puti ee razvitiya [Synanthropic flora of Ukraine and its development paths]. Kyiv: Naukova dumka, 204 p.
13. *Rogovich, A.* (the author is not specified) (1852), Rasteniya [Plants]. In: Statisticheskoe opisanie Kievskoy gubernii [Statistical description of the Kyiv province], ed. by I. Fundukley, SPb, vol. 1, pp. 88—121.
14. *Semenkevych, Yu.M.* (1925), De-yaki dopovnennya do flory okolyts Kyiva [Some additions to the flora of the outskirts of Kyiv]. Visnyk Kyivskoho Botanichnoho sadu [Bulletin of the Kyiv Botanical Garden], vol. 3, pp. 35—46.
15. *Semenkevych, Yu.M.* (1926), De-yaki dopovnennya do flory okolyts Kyiva (Prodovzhennya) [Some additions to the flora of the outskirts of Kyiv (Continuation)]. Visnyk Kyivskoho Botanichnoho sadu [Bulletin of the Kyiv Botanical Garden], vol. 4, pp. 45—57.
16. *Kuzemko, A., Sydoruk, T., Didenko, I., Shvec, T. and Bojko, I.* (2011), Spontanna flora Nacionalnogo dendrologichnogo parku "Sofiyivka" NAN Ukrainy [Spontaneous flora of the National Dendrological Park Sofiyivka of the NAS of Ukraine]. Avtohtonni ta introdukovani roslyny [Autochthonous and introduced plants]. Uman, vol. 7, pp. 25—36.
17. *Stoyanov, G.A.* (1953), Gordovina (*Viburnum lantana* L.) na Vydubitskikh sklonakh Dnepra [*Viburnum lantana* L. on the Vydubichy slopes of the Dnieper]. Trydy botanicheskogo sadu. Akklimatizatsiya rasteniy [Works of the botanical garden. Plant acclimatization]. Kyiv, vol. 2, pp. 159—161.
18. *Flora URSS* (1936—1965), vols. 1—12. Ed. by M.I. Kotoy, M.V. Klokov, O.D. Visyulina et al. Kyiv: AS URSS.
19. *Kharkevich, S.S.* (1973), Gerbariy Tsentralnogo respublikanskogo botanicheskogo sadu Akademii Nauk Ukrainskoy SSR v Kieve [The Herbarium of the Central Republican Botanical Garden of the AS of the USSR in Kyiv]. Botan. J., vol. 58, N 11, pp. 1680—1682.
20. *Chopik, V.I., Krasnova, A.N. and Kuzmichev, A.I.* (1986), Etalon dikorastushchey flory urbanizirovannykh territoriy — urochishche "Lysaya gora" v g. Kieve [The standard of spontaneous flora of urbanized territories — "Lysaya Gora" wood in Kyiv]. Botan. J., vol. 71, N 8, pp. 1136—1141.
21. *Chuvikina, N.* (2016), Botanicheskiy sad na Zverintse [Botanical Garden at the Zvirynec]. Kyiv, 112 p.
22. *Shynder, O.* (2017), Ridkisi vydy u spontannij flori Nacionalnogo botanichnogo sadu NAN Ukrainy [Rare species in spontaneous flora of National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]. Genofond kolekcij botanichnih sadiv i dendroparkiv — zaporuka stalih fitocenoziv v umovah klimatichnih zmin [The gene pool of botanical gardens and arboreturns collections is a pledge of stable phytocoenoses in conditions of climate change]. Odesa, pp. 123—126.
23. *The Plant List* [Electronic resource]. Mode access: <http://www.theplantlist.org/>

Recommended by O. Baransky
Received 14.11.2018

О.И. Шиндер

Национальный ботанический сад
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

СПОНТАННАЯ ФЛОРА НАЦИОНАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМЕНИ Н.Н. ГРИШКО НАН УКРАИНЫ (г. КИЕВ). СООБЩЕНИЕ 1. АБОРИГЕННЫЕ ВИДЫ

Цель — изучить видовой состав и структуру спонтанной флоры Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины (г. Киев).

Материал и методы. Объект исследования — таксономический состав спонтанного растительного покрова Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины. Исследование проведено в 2010—2018 гг. на территории Ботанического сада имени Н.Н. Гришко.

Результаты. Конспект аборигенной фракции спонтанной флоры Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины включает 385 таксонов, что составляет около 59 % от всей спонтанной флоры. Еще не менее 7 видов, в частности редкие, следует считать исчезнувшими из состава флоры Ботанического сада. Ценными являются существующие аборигенные популяции нескольких редких видов флоры.

Выводы. Аборигенная фракция спонтанной флоры Ботанического сада характеризуется большим видовым богатством, что объясняется разнообразием экотопов на его территории и расположением во флористически богатом районе. Природоохранная роль Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины чрезвычайно важна, поскольку на его территории объектом охраны является аборигенная флора Правобережной Лесостепи. Перспективной является репатриация утерянных популяций нескольких редких аборигенных видов.

Ключевые слова: Национальный ботанический сад, спонтанная флора, аборигенная фракция флоры, Киев, биоразнообразие.

O. Shynder

M.M. Gryshko National Botanical Garden,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

SPONTANEOUS FLORA OF M.M. GRYSHKO
NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF THE NAS
OF UKRAINE (KYIV). VI. INDIGENOUS SPECIES

Objective — to study the species composition and structure of spontaneous flora in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (Kyiv).

Material and methods. The study was conducted in 2010—2018 on the territory of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

Results. A summary of the indigenous fraction of the spontaneous flora of the M.M. Gryshko National Botanic Garden consisting of 385 taxa, is about 59 % of the total studied flora. 7 species, including rare ones, should be

considered to have disappeared from the natural flora of the Botanical garden. Populations of several rare local flora species exist today and their conservation are important.

Conclusions. The indigenous fraction of the spontaneous flora of Botanical garden includes relatively many species. The great landscape diversity of the Botanical garden with natural eco-tops for such a state of flora is important, as well as the general species richness of the surrounding ecosystems in the region. The nature protection role of the M.M. Gryshko National Botanic Garden is extremely important, as indigenous flora of the Right-Bank of Forest-Steppe is preserved on its territory. In the future repatriation of the lost populations of several disappeared rare indigenous species will be promising here.

Key words: National Botanical Garden, spontaneous flora, indigenous fraction of the flora, Kyiv, biodiversity.

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ *PAEONIA TENUIFOLIA* L. НА ПІВНІЧНІЙ МЕЖІ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета — проаналізувати особливості онтоморфогенезу *Paeonia tenuifolia* L. при інтродукції на північній межі Лісо- степу України, встановити діагностичні ознаки вікових станів та послідовність їх проходження у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України.

Матеріал та методи. *P. tenuifolia* досліджували у штучно створених фітоценозах та культурі. Спостереження проводили протягом 5 років (2013—2018). Онтоморфогенез вивчали загальноприйнятими методами.

Результати. Встановлено діагностичні ознаки вікових станів особин у латентному, прегенеративному, генера- тивному та сенільному періодах онтогенезу. Наведено детальні морфологічні описи рослин у різних вікових станах та показано послідовність їх проходження особинами.

Висновки. Особливості росту і розвитку рослин *P. tenuifolia* на північній межі Лісо-степу України виявляються у поліваріантності онтоморфогенезу. За надземною частиною рослин важко відрізнити іматурні та віргінільні осо- бини від субсенільних і сенільних, а у генеративний період — установити ступінь дезінтеграції кореневища і, відпо- відно, кількість окремих особин. Оцінюючи віковий спектр у популяціях (природних і штучних), можна виявити лише кількість надземних пагонів різних вікових станів та наявність генеративного відтворення у рослин. На пів- нічній межі Правобережного Лісо-степу України *P. tenuifolia* можна успішно вирощувати в культурі та культур- фітоценозах.

Ключові слова: онтогенез, морфогенез, *Paeonia tenuifolia*, рідкісні рослини, структура популяцій, вікові стани.

Рід *Paeonia* L. родини *Paeoniaceae* Rudolphi на- лічує близько 40 видів, більшість з яких по- ширені в Євразії, лише 2 види походять з Пів- нічної Америки [23].

Півонія тонколиста (*Paeonia tenuifolia* L., 1762) — рідкісний декоративний вид, внесе- ний до Червоної книги України, який має охо- ронний статус «вразливий» [21]. Вид внесено до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи [25] та Європейського Чер- воного списку судинних рослин [24]. Ареал виду охоплює Малу Азію, Іран, Кавказ, пів- денну частину Східноєвропейської рівнини, Румунію та Балкани. В межах України трапля- ється переважно в Гірському Криму та на пів- денному сході [21].

З огляду на рідкісність, декоративність, дов- говічність, простоту вирощування, помітність у природі ця рослина привертала увагу дослід- ників у різних аспектах, що відображено в наукових та інших публікаціях. Так, F. Dane і

G. Olgun дослідили ембріогенез у рослин з Туреччини [23]. Н.М. Журавель захистила у 2005 р. кандидатську дисертацію на тему «Рід *Paeonia* L. природної флори України (біологія, кількісно-популяційний аналіз, охорона)» [7]. У Росії досліджували біологію та розмноження півоній, зокрема *P. tenuifolia*, в Башкiрському Передураллі [17]. Згадується *P. tenuifolia* також у дисертації О.В. Коміної, присвяченій вив- ченню видів роду *Paeonia* L. при інтродукції у Західному Сибіру [9], у працях, присвячених трав'янистим півоніям, їх селекції як декора- тивних рослин та іншим аспектам [11, 26]. Ус- тановлено можливості та перспективи кло- нального мікророзмноження *P. tenuifolia* [10].

Важливим аспектом при дослідженні рід- кісних видів рослин є вивчення їх онтогенезу в різних умовах вирощування, що відображує адаптаційну здатність і пластичність рослин. Періодизація онтогенезу та встановлення меж кожного онтогенетичного стану необхідні для досліджень вікової структури природних та інтродукційних популяцій як у природних,

так і в штучних фітоценозах. Дослідження вікової структури популяції необхідне для виявлення та розуміння демографічних процесів і дасть змогу розробити стратегію збереження рідкісних видів [27].

Фрагментарні відомості щодо онтоморфогенезу *P. tenuifolia* з'явилися в літературі, починаючи з другої половини ХХ ст. [2, 5, 6, 12, 14, 15, 18]. Незважаючи на багаторічні дослідження *P. tenuifolia* дані щодо росту і розвитку цих рослин є неповними. Немає відомостей про постгенеративний період у рослин цього виду і поліваріантність їх розвитку. Зокрема, Н.М. Журавель зазначає, що «субсенільних та сенільних особин у популяціях не виявлено, що пов'язано з їх активним вегетативним відновленням» [7]. Ознайомившись з літературними джерелами, ми виявили необхідність доповнення, уточнення та узагальнення існуючих даних.

Мета роботи — проаналізувати особливості онтоморфогенезу *Paeonia tenuifolia* при інтродукції на північній межі Лісостепу України, встановити діагностичні ознаки вікових станів та послідовність їх проходження у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України.

Матеріал та методи

Ріст і розвиток рослин *P. tenuifolia* вивчали при інтродукції у штучно створених фітоценозах та вирощуванні в культурі з насіння. Спостереження проводили протягом 5 років (2013—2018). Дослідження здійснювали на ділянках відділу природної флори Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС). Об'єктом були особини *P. tenuifolia*.

Ріст і розвиток особин розглядаємо як складові онтогенетичних змін рослин у межах великого життєвого циклу. Для визначення ступеня онтогенетичного розвитку особин використано терміни «віковий стан» та «віковий період», при класифікації вікових станів — термінологію і схему дискретного опису онтогенезу Т.А. Работнова [16], доповнену його послідовниками [20]. Онтоморфогенез вивча-

ли загальноприйнятими методами [20] шляхом викопування та фотофіксації рослин на різних стадіях розвитку. Оскільки *P. tenuifolia* є рідкісним видом, особини після фотографування висаджували на попереднє місце зростання.

У кожній віковій групі досліджено щонайменше 10 особин та враховано дані літератури. Морфологічні описи рослин проводили, використовуючи загальноприйнятую термінологію [1, 8]. Окремі етапи морфогенезу особин у межах вікового стану, котрі визначали ступінь розвитку-деградації рослин, виділяли як онтоморфотипи (онтоморфи), на схемах їх позначали цифровими індексами. Послідовність розвитку рослин показано схематично з використанням таких символів: → — перехід до наступного етапу розвитку; | — завершення вегетації; ‡ — тривалість більше одного року.

Результати та обговорення

У відділі природної флори НБС є багаторічний досвід інтродукції *P. tenuifolia* на ботаніко-географічних ділянках «Степи України», «Кавказ» та ділянці «Рідкісні рослини флори України». На перших двох ділянках успішно сформувалися стійкі гомеостатичні інтродукційні ценопопуляції *P. tenuifolia*, які є складовою штучно створених фітоценозів, котрі моделюють українські та кавказькі степи і приурочені до рівнинних ділянок.

Інтродукція *P. tenuifolia* розпочалась у 1949 р. Вперше рослини було завезено на ботаніко-географічну ділянку «Кавказ» (віділ «Степи» площею 0,5 га) зі Ставропольського краю (Російська Федерація, Північний Кавказ). Тут *P. tenuifolia* зростає в угрупованнях з домінуванням *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et C. Presl та *Elytrigia repens* (L.) Nevski. У період квітвання *P. tenuifolia* загальне проективне покриття травостою становить близько 80 %, а проективне покриття *P. tenuifolia* може досягати 25—30 %. Висота генеративних особин *P. tenuifolia* дорівнює 15—18 см при середній висоті травостою 20 см [12]. Генеративні рослини квітують і плодоносять.

На ботаніко-географічну ділянку «Степи України», площа якої становить 2,5 га, *P. tenuifolia* інтродуковано в 1953 р. зі «Стрільцівського степу» і «Хомутовського степу» (відповідно відділень Луганського та Українського степових природних заповідників) [2]. У 2002 р. кількість особин поповнено рослинами зі степів Луганської області. *P. tenuifolia* представлена спорадично в різних частинах ділянки в угрупованнях з домінуванням *Brotopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Arrhenatherum elatius*, *Elytrigia intermedia* (Host.) Nevski, *E. repens*. Співдомінанти — *Poa angustifolia* L., *Festuca valesiaca* Gaud. У весняний період помітно, що поверхня ґрунту вкрита шаром підстилки з минулорічних залишків різних видів рослин. Загальне проективне покриття травостою становить 80—90 %. Проективне покриття *P. tenuifolia* — від 5 до 30 %. У весняний період висота генеративних особин *P. tenuifolia* дорівнює 18—27 см при висоті травостою 25—35 см. З початком літа загальне проективне покриття травостою збільшується до 100 %, а його висота — до 120—130 см, тому особини *P. tenuifolia* губляться у високому та густому травостої. Генеративні рослини квітують і плодоносять щорічно.

На ділянці «Рідкісні рослини флори України» особини *P. tenuifolia* ростуть з 2000 р., їх привезено з Криму. Рослини успішно розвиваються, періодично квітують, не утворюють плодів з насінням через сильне затінення деревами. Ще один зразок привезено восени 2013 р. з Криворізького ботанічного саду та висаджено на відкритій, добре освітлюваній та оброблюваній ділянці. Рослина квітує, утворює плоди та насіння, в період цвітіння висота генеративних пагонів на ділянці становить 50—60 см.

P. tenuifolia — багаторічна короткочореневищна трав'яниста рослина з монокарпічними пагонами. Геофіт. Вегетативно рухлива. Вегетативне відновлення відбувається з бруньок, розташованих підземно. Підземна частина представлена кореневищем з бруньками поновлення та коренями: запасуючими, бульбоподібно потовщеними, видовженої форми,



Рис. 1. Плоди *Paeonia tenuifolia* L.

Fig.1. Fruits of *Paeonia tenuifolia* L.

які часто називають «кореневими шишками», та численними бічними і додатковими коренями. Листки черешкові за прикріпленням до стебла, тричпальчаторозсічені за формою. Листкорозміщення чергове. Квітки — по одній на генеративному пагоні, верхівкові, актиноморфні, 4,5—6,0 см у діаметрі, двостатеві, спіроциклічні, вільно пелюсткові, з 6—9 темно-червоними пелюстками. Останні оберненояйцеподібні, ввігнуто пластинчасті, цілокраї або з 1—2 лопатями. Гінецей апокарпний, маточок 2—3, зрідка — 4, приймочки сидячі. Зав'язь опушена. *P. tenuifolia* — поліморфний вид, для якого характерна значна

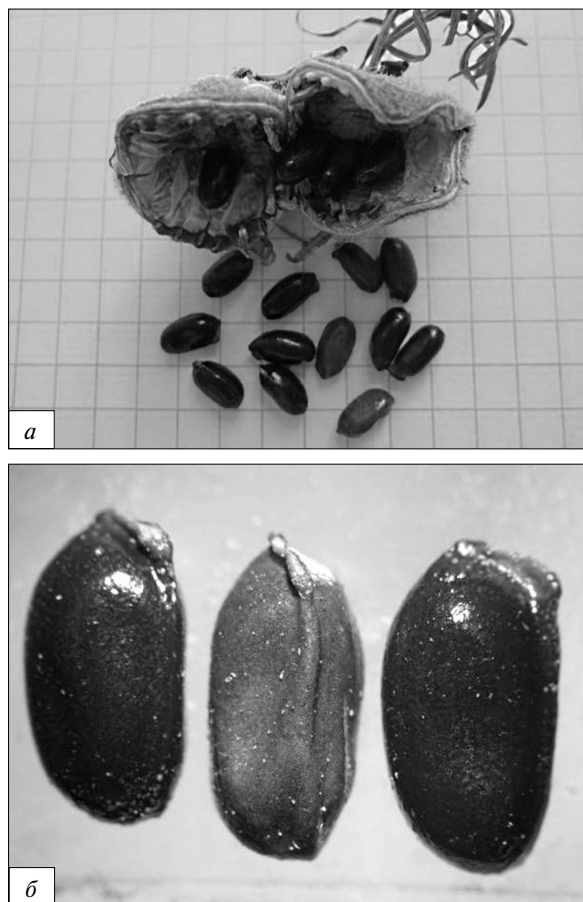


Рис. 2. Стиглий розкритий плід (а) та насіння (а, б) *Paeonia tenuifolia* L.

Fig. 2. Ripe open fruit (a) and seed (a, б) of *Paeonia tenuifolia* L.

варіабельність ширини сегментів листкових пластинок, форми та забарвлення квіток [13, 19].

Формування нових генерацій *P. tenuifolia* розпочинається з утворення насіння. В НБС плоди та насіння починають формуватись у травні, досягають у третій декаді червня. Плід — багатolistянка (переважно дволистянка або трилистянка, рідко — чотирилистянка) (рис. 1). Стиглі листянки сухі, шкірясті, багатонасінні, округло-видовжені, сидячі, вільні, відігнуті, густо опушені, з коротким ущільненим носиком, розкриваються по всій довжині вентрального шва. В листянці міститься від 5 до 16 насінин (рис. 2, а).

В умовах НБС НАН України виявлено чотири періоди онтоморфогенезу та вісім вікових станів *P. tenuifolia*. В цілому вони подібні до станів, наведених при оцінці вікової структури популяцій іншими дослідниками, проте нами виявлено деякі відмінності та зроблено уточнення і доповнення в описах.

I. Період первинного спокою (латентний)

Насіння у стані спокою (se). Насіння *P. tenuifolia* циліндрично-видовжене, велике, завдовжки 7,0—7,5 мм, завширшки 3,5—4,0 мм. Верхівка насінини закруглена, основа дещо скошена (рис. 2, б). Забарвлення насіння у міру дозрівання змінюється від жовто-коричневого до буро-коричневого або чорно-бурого. Насінний рубчик світло-коричневий, виступає над поверхнею насінини, добре виражений, базальний, мигдалеподібний, з тонким валиком по краю, який з вентрального боку видовжується у невеликий арилус. Рафе слабопомітне, пряме, кілеподібне, простягається до середини або майже до основи насінини. Поверхня насінини гола, гладенька, глянцева, з дрібнокрапковим мікрорельєфом. Після досягання та розкриття плодів зріле насіння поступово висипається, переважно — поблизу материнської особини.

II. Прегенеративний (віргінільний) період онтогенезу

Проростки (p). Розвиток проростка починається з появи зародкового корінця. Тип проростання — надземний. У роду *Paeonia* такий тип проростання є лише у *P. tenuifolia* [4, 17]. Однак і у цього виду відзначено випадки підземного проростання насіння [2, 18]. Спочатку з'являються головний корінь і гіпокотиль, згодом відбувається ріст черешків сім'ядоль. В основі черешки зрослі в коротку сім'ядольну трубку, в якій розміщена брунька. Одночасно з ростом сім'ядольної трубки росте головний корінь, який, імовірно, здійснює контрактильну функцію, заглиблюючи бруньку в ґрунт. Проростки добре помітні рано навесні. Над поверхнею ґрунту з'являються два видовжено-овальні сім'ядольні листки шириною 0,4—



Рис. 3. Особини *Paeonia tenuifolia* L. першого року вегетації: проростки (р) в кінці березня та ювенільні (j) рослини в кінці квітня

Fig. 3. *Paeonia tenuifolia* L. 1-years old plants: seedlings (p) in the end of March and juvenile plants (j) in the end of April

0,8 см, довжиною 1,5—1,7 см (до 2,5 см) на більш-менш довгих черешках. Черешки та краї верхівок сім'ядольних листків забарвлені в світло-червонувато-бурий колір (рис. 3).

Ювенільні рослини (j) характеризуються появою справжнього листка на довгому черешку буруватого відтінку через 2—3 тижні після появи проростків (див. рис. 3). Перший листок виходить крізь апікальний отвір сім'ядольної трубки і з'являється між сім'ядольними листками, розсуваючи їх. Він невеликий (2,0×2,5 (3,0) см), трійчасто-розсічений, кожний з трьох сегментів розділений на 3—4 вузько-лінійні частки, нерівномірні за шириною та ступенем розчленованості, 1—3 мм завширшки, на довгому (3—6 см) черешку. Сім'ядольні листки зберігаються навесні, однак до кінця вегетаційного сезону відмирають і справжній листок залишається єдиним до кінця першого року вегетації. Коренева система стрижнева, 5—7 см завдовжки, представлена одним головним та двома-трьома бічними коренями. До кінця вегетації у півні листка формується брунька, яка зимує в ґрунті.

Іматурні рослини (im). В іматурний віковий стан рослини вступають на другий рік вегетації. Особини відзначаються наявністю одного-двох, рідше — трьох листків, більших за розміром, ніж у ювенільних рослин. За роз-

мірами та будовою ці листки відрізняються від листків ювенільних особин більшим ступенем розчленування листкової пластинки, а від доросліших рослин — меншими розмірами. Листки прості, оскільки при відмиранні не розпадаються на окремі частини. Листки глибоко трійчасто-розсічені на окремі «листочко-сегменти». Кожен «листочок» на короткому черешку близько 0,5 см завдовжки, «листочко» пальчасто-розсічений або розділений на 6—8 вузьких (1,0—1,5 мм завширшки) часток. Коренева система представлена коротким вертикальним кореневищем та стрижневим, іноді розгалуженим коренем. Протягом вегетації головний корінь потовщується, формуючи продовговату або ланцетно-циліндричну бульбу з численними бічними коренями. Здебільшого до кінця вегетації особини формують один потовщений корінь з однією термінальною брунькою. В окремих особин спостерігається утворення декількох бульб. У кінці вегетації на короткому кореневищі добре помітні 1—3 бруньки поновлення (одна термінальна та 1—2 менші бічні) (рис. 4).

У проростків та іматурних рослин наявний укорочений підземний пагін відкритого типу, який наростає моноподіально. Надземна частина представлена листками. В умовах м. Києва жодна особина з досліджуваних на

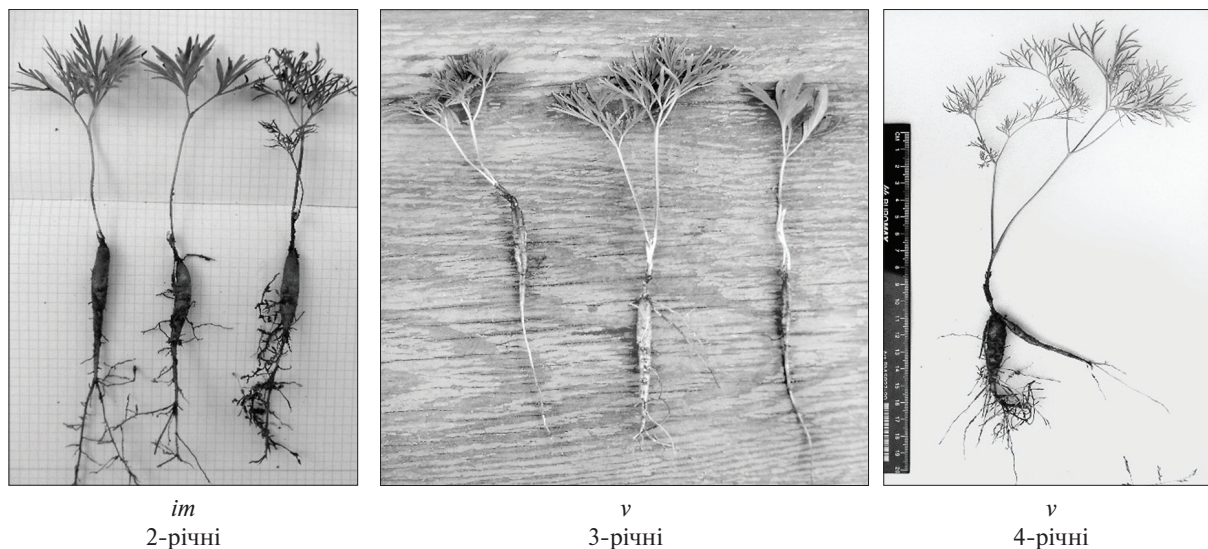


Рис. 4. Особини *Paeonia tenuifolia* L. 2—4-річні: іматурні (*im*) та віргінільні (*v*)
Fig. 4. *Paeonia tenuifolia* L. plants of 2—4-years old: immature (*im*) and virginile (*v*)

другий рік вирощування не сформувала розетку з 5—6 листків, як повідомляють інші автори [15].

Віргінільні рослини (*v*). Підземна брунька, сформована минулого року, проростає навесні та формує пагін. Останній закінчується недорозвиненим листком або несформованим бутонем. У цьому віковому стані рослини можуть перебувати декілька років (див. рис. 4). В окремих рослин спостерігали «кущіння» внаслідок одночасного відростання декількох бруньок. Із закінченням вегетації кожного року надземний пагін відмирає і на кореневищі залишається рубець, поряд з яким формується брунька (бруньки) поновлення. Отже, надземна частина представлена 1 закритим (або декількома) вегетативним пагоном від 10 до 15—25 см заввишки. У віргінільному віковому стані в основі пагона вперше формуються 1—2 низових лускоподібних піхвових часто червонуватих листки 0,5—1,5 см завдовжки. Розвинених листків 2—7, вони довгочерешкові, чергові, прості, двічі-тричі трійчасто-перисторозсічені, з 3—5 частками, кожна розділена на 10—15 різновеликих лінійних часток 1—3 мм завширшки. Коренева система розгалуженіша, з 1—3 (5) потовщеними коренями.

Успішність накопичення поживних речовин у цей віковий період впливає на швидкість настання генеративного стану.

III. Генеративний період онтогенезу

Генеративні рослини (*g*). До генеративного вікового стану рослини переходять на 4—5-й рік життя і можуть перебувати у ньому десятки років. Рослини визначаються наявністю бутонів, квіток або плодів. Генеративні особини цвітуть і плодоносять щорічно. В НБС бутонізація *P. tenuifolia* триває із середини до кінця квітня, квітування — з початку і до середини травня. Плоди починають формуватись у другій половині травня, досягають у червні.

В основі надземного генеративного пагона формуються 1—2 низових лускоподібних піхвових червонуватих листки 1,0—1,5 (2,0) см завдовжки. Вище розміщені 2—5 листки середньої формації на довгих черешках, від 6 до 12—15 см завдовжки та від 6 до 10—12 см завширшки. Верхівкових листків 3—8, 3—5 (7) см завдовжки та 3—4 см завширшки, з короткими черешками. Листки поступово зменшуються в напрямку до верхівки пагона і переходять у приквітки та чашечку. За ступенем розсіче-



Рис. 5. Партикула вегетативного походження з пагоном (а) та фрагмент горизонтального кореневища з брунькою (б)
Fig. 5. A fragment of *Paeonia tenuifolia* L. plant: part of rhizome with a shoot (a) and horizontal root with a bud (b)

ності подібні до листків віргінільних особин. Генеративні молоді особини (g_1) насінного походження мають кореневище з 1–3 бруньками поновлення та 1–3 запасуючими кореневими шишками, розмішеними в ґрунті більш-менш вертикально. У цьому віковому стані особини здатні до самостійного вегетативного відтворення та утворюють компактні клони.

Доросла генеративна рослина (g_2) формує на спільному кореневищі декілька пагонів (2–5 та більше) як генеративних, так і вегетативних (віргінільного типу), що зумовлено різноякісністю бруньок на ньому. Кількість генеративних пагонів у таких рослин переважає над кількістю вегетативних. Вегетативні пагони схожі на надземну частину віргінільних особин, вони дещо відрізняються між собою за ступенем розвитку (висотою та кількістю листків) і відсутністю чи наявністю недорозвиненого бутона.

Інколи відростання бруньки на кореневищі відбувається спочатку майже горизонтально, утворюючи висхідне стебло з листками, а видовжена підземна частина пагона обкоріюється. В результаті дезінтеграції такого горизонтального кореневища відбувається вегетативне розмноження рослин. Коренева система рослин вегетативного походження представлена горизонтальним або висхідним кореневищем з 1–2 запасуючими коренями на кінці (рис. 5).

Старі генеративні особини (g_3) характеризуються переважанням вегетативних (віргінільного типу) пагонів та перервами у цвітінні.

IV. Постгенеративний (сенільний) період онтогенезу

Цей період характеризується переважанням процесів відмирання над процесами новоутворень. Генеративні органи вже не утворюються. Надземні пагони лише вегетативні та подібні за надземною частиною до іматурних чи віргінільних рослин. Рослини добре відрізняються від молодих рослин підземними органами. Коренева система заглиблена, являє собою багаторічне кореневище з численними «колінами» і рубцями, котрі утворюються внаслідок відмирання річного пагона, та декількома бульбами, кількість яких не відповідає кількості пагонів. Пагонів може бути один або декілька на спільному кореневищі (рис. 6). У цьому віковому періоді рослини можуть перебувати 10 років і більше. Такий стан найчастіше спричинений несприятливими умовами росту (бідним на поживні речовини ґрунтом, недостатнім освітленням, конкуренцією, антропогенним тиском). При штучному усуненні несприятливих чинників, зокрема, шляхом пересадки рослин, може відбутися часткове «омолодження» і рослини перейдуть до генеративного стану.

Субсенільні рослини (ss). Відбувається спрощення будови надземної частини. Надземних

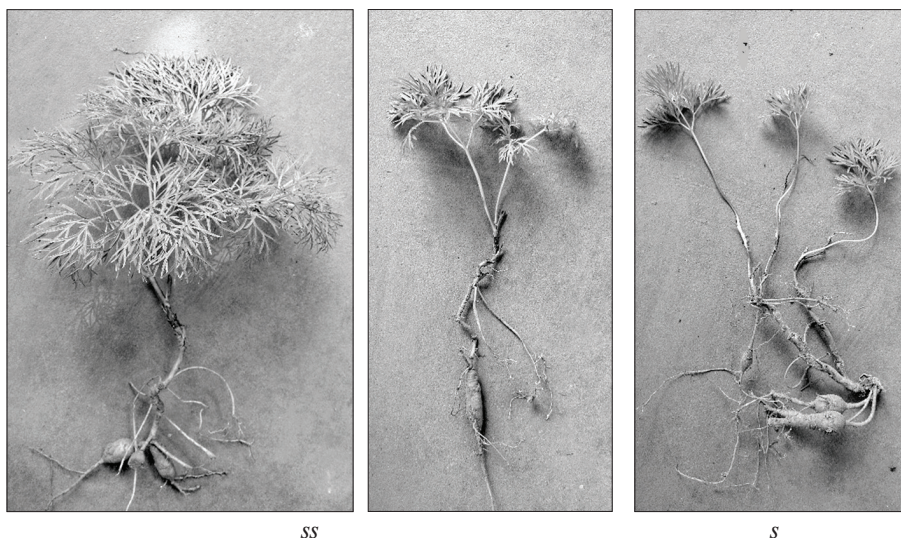


Рис. 6. Субсенільні (ss) та сенільні (s) особини *Paeonia tenuifolia* L.

Fig. 6. Subsenile (ss) and senile (s) plants of *Paeonia tenuifolia* L.

пагонів один або декілька, вони подібні до таких у віргінільних рослин, але стебло грубе, закінчується недорозвиненим листком, листки великі як у генеративних рослин. Відрізняються довгим несиметричним і переважно майже вертикальним кореневищем з грубими бічними коренями.

Сенільні рослини (s) мають більший ступінь деградації. Спостерігається подальше спрощення організації надземної частини. Надземні пагони подібні до таких в іматурних рослин з 1–2 листками. Однак на відміну від них сенільні рослини характеризуються наявністю 1–2 низових лускоподібних піхвових листків та глибокою кореневою системою з невеликими і нечисленними потовщеними коренями.

В умовах інтродукції в м. Києві рослини проходять повний цикл розвитку від утворення насіння до старіння. Нами виявлені окремі етапи онтоморфогенезу особин у межах вікового стану (онтоморфи) (рис. 7).

В умовах м. Києва проростки та ювенільні рослини формуються за один вегетаційний сезон. На цьому етапі розвитку особини досить однорідні. Розвиток іматурних рослин відбувається на другий рік вегетації. Дворічні

особини відрізняються між собою за кількістю листків. Ми виділили у цьому віковому стані два онтоморфотипи: im_1 — з одним листком та im_2 — з двома листками.

У віргінільному стані рослини перебувають 1–3 роки. На цьому етапі розвитку рослин вже чітко простежується градація за ступенями розвитку. Генеративний і сенільний періоди тривають десятки років залежно від умов зростання. Особини у цих вікових станах також відрізняються ступенем розвитку-деградації біоморфи (див. рис. 7).

За нашими спостереженнями, в умовах НБС проходження особинами онтогенетичних станів супроводжується такими варіантами змін онтоморф (від проростка до сенільної особини):

- 1) $p \rightarrow j \mid \rightarrow im_1 \rightarrow im_2 \mid \rightarrow v_1 \mid \rightarrow v_2 \mid \rightarrow g \ddagger \mid \rightarrow ss \ddagger \mid \rightarrow s \ddagger$;
- 2) $p \rightarrow j \mid \rightarrow im_1 \mid \rightarrow v_1 \mid \rightarrow v_2 \mid \rightarrow g \ddagger \mid \rightarrow ss \ddagger \mid \rightarrow s \ddagger$;
- 3) $p \rightarrow j \mid \rightarrow im_1 \mid \rightarrow v_2 \ddagger \mid \rightarrow g \ddagger \mid \rightarrow ss \ddagger \mid \rightarrow s \ddagger$;
- 4) $p \rightarrow j \mid \rightarrow im_1 \mid \rightarrow v_1 \mid \rightarrow v_2 \ddagger \mid \rightarrow ss \ddagger \mid \rightarrow s \ddagger$;
- 5) $p \rightarrow j \mid \rightarrow im_2 \mid \rightarrow v_3 \mid \rightarrow v_4 \mid \rightarrow g \ddagger \mid \rightarrow ss \ddagger \mid \rightarrow s \ddagger$;
- 6) $p \rightarrow j \mid \rightarrow im_2 \mid \rightarrow v_3 \mid \rightarrow g \ddagger \mid \rightarrow ss \ddagger \mid \rightarrow s \ddagger$;
- 7) $p \rightarrow j \mid \rightarrow im_1 \mid \rightarrow v_1 \mid \rightarrow ss \ddagger \mid \rightarrow s \ddagger$.

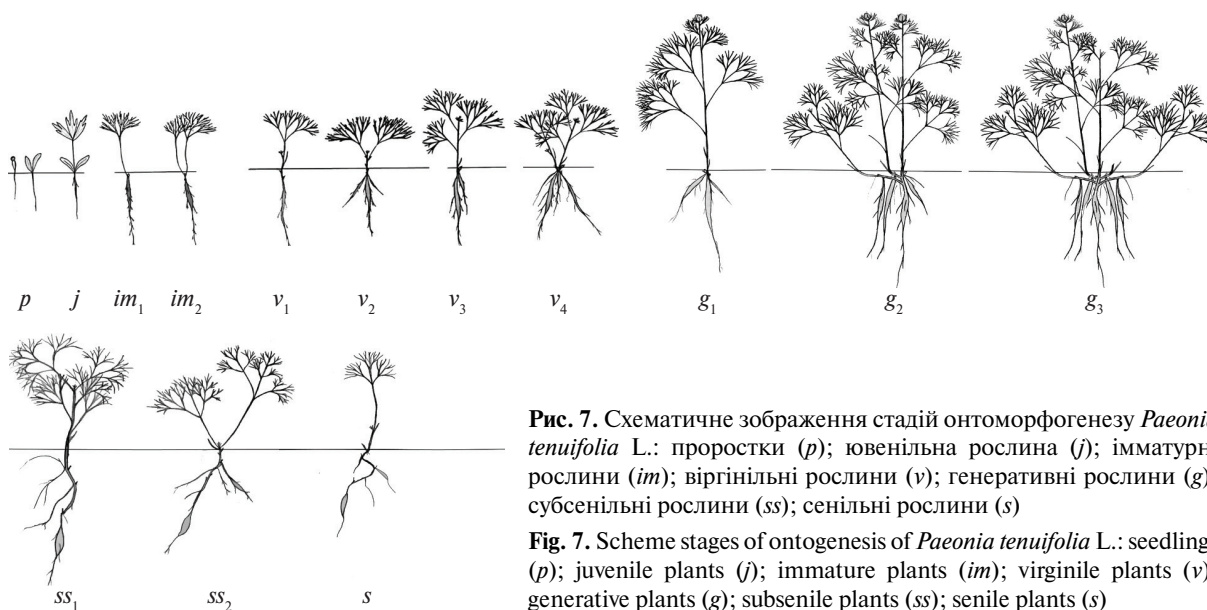


Рис. 7. Схематичне зображення стадій онтоморфогенезу *Paeonia tenuifolia* L.: проростки (*p*); ювенільна рослина (*j*); іматурні рослини (*im*); віргінільні рослини (*v*); генеративні рослини (*g*); субсенільні рослини (*ss*); сенільні рослини (*s*)

Fig. 7. Scheme stages of ontogenesis of *Paeonia tenuifolia* L.: seedlings (*p*); juvenile plants (*j*); immature plants (*im*); virginile plants (*v*); generative plants (*g*); subsenile plants (*ss*); senile plants (*s*)

Кожен віковий стан (окрім проростка і ювенільного) триває протягом вегетаційного сезону і більше. Перше цвітіння у рослин настає не раніше, ніж на четвертий рік вегетації. У генеративному стані зміна онтоморф від g_1 до g_3 відбувалася послідовно. У сенільний період інколи траплялися випадки реверсії від сенільного до субсенільного стану.

Висновки

Ступінь успішності розвитку рослин *P. tenuifolia* відображується у швидкості настання генеративного стану, хоча тривалість життя особини в цілому не залежить від успішності реалізації статевого розмноження. Віргінільні рослини, які не змогли утворити квіток, часто стають субсенільними і сенільними, минаючи генеративний період. Вегетативне розмноження як додатковий спосіб збільшення чисельності популяції можливий у віргінільних, генеративних, субсенільних і сенільних особин за умови відростання декількох бруньок на кореневищі з наступною його дезінтеграцією.

За надземною частиною важко відрізнити іматурні та віргінільні особини від субсенільних, а у генеративний період встановити ступінь дезінтеграції кореневища і, відповід-

но, кількість окремих особин. Це ускладнює оцінку вікового стану популяції без викопування рослин, оскільки може зміщати віковий спектр вліво. Оцінюючи віковий спектр у популяціях (як природних, так і штучних) важливо врахувати кількість пагонів різних вікових станів і наявність генеративного відтворення у рослин за умови збереження надгрунтового покриву та самих особин. Слід відрізнити іматурні рослини від сенільних. Останні мають добре розвинені піхвові низові листки. Наявність у популяції поряд декількох вегетативних пагонів типу v_1 переважно свідчатиме про сенільний стан особини. Отже, при оцінці вікової структури популяцій *P. tenuifolia* проростки, ювенільні та іматурні рослини рахують як окремі особини насінневого походження. Для решти вікових станів за надземною частиною неможливо достовірно визначити межі окремого індивідуума. Тому у віргінільному, генеративному, субсенільному та сенільному вікових станах доцільно проводити облік надземних пагонів, які за зовнішнім виглядом відповідають цим віковим станам. Відповідно переважання пагонів віргінільного типу в популяції, найімовірніше, свідчатиме про її загальну деградацію внаслідок старіння особин.

На ботаніко-географічних ділянках «Степи України» та «Кавказ» за понад 60-річний період сформувалися стійкі гомеостатичні повностанові інтродукційні ценопопуляції *P. tenuifolia* з вираженими правобічними віковими спектрами внаслідок кількісного переважання старих особин. Незважаючи на наявність насінного розмноження, популяції недостатньо омолоджуються, що є наслідком значного антропогенного тиску на ботаніко-географічні ділянки Ботанічного саду.

На північній межі Правобережного Лісостепу України *P. tenuifolia* можна вирощувати в штучно створених степових культурфітоценозах без додаткових заходів підтримки. Вид успішно конкурує з іншими видами.

Успішний досвід формування інтродукційних ценопопуляцій *P. tenuifolia* в культурфітоценозах свідчить про ефективність охорони цього виду *ex situ* за межами природного ареалу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З.Т. Артюшенко, А.А. Федоров. — Л.: Наука, 1986. — 392 с.
2. Барыкина Р.П. Онтоморфогенез некоторых травянистых представителей рода *Paeonia* L. 1. *P. tenuifolia* L. / Р.П. Барыкина, Т.А. Гуланян, Т.В. Клычкова // Вестн. МГУ. — 1976. — № 2. — С. 32—39.
3. Бородіна Р.М. Інтродукція рослин степів України / Р.М. Бородіна // Інтродукція на Україні корисних рослин природної флори СРСР. — К.: Наук. думка, 1972. — С. 40—68.
4. Васильченко И.Т. О значении прорастания для филогенетической систематики цветковых растений / И.Т. Васильченко // Советская ботаника. — 1938. — № 3. — С. 19—40.
5. Гавриленко Н.О. Інтродукція *Paeonia tenuifolia* L. в дендропарку «Асканія-Нова» / Н.О. Гавриленко // Чорномор. ботан. журн. — 2014. — № 10 (4). — С. 540—547.
6. Дударь Ю.А. Годичный цикл морфогенеза пиона узколистного и возможности его размножения / Ю.А. Дударь // Тр. Ставропол. НИИ с. х. — 1966. — Вып. 2. — С. 191—197.
7. Журавель Н.М. Рід *Paeonia* L. природної флори України (біологія, кількісно-популяційний аналіз, охорона): Автореф. ... канд. біол. наук / Н.М. Журавель. — К., 2005. — 18 с.
8. Люстрований довідник з морфології квіткових рослин: Навчально-методичний посібник / С.М. Зиман, С.Л. Мосякін, Д.М. Гродзинський та ін. — Вид. 2-ге, випр. і доп. — К.: Фітосоціоцентр, 2012. — 176 с.
9. Комина О.В. Биологические особенности некоторых видов рода *Paeonia* L. при интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири: Дис. ... канд. биол. наук / О.В. Комина. — Новосибирск, 2014. — 199 с.
10. Крицкая Т.А. Клональное микроразмножение пиона тонколистного (*Paeonia tenuifolia* L.) / Т.А. Крицкая, А.С. Кашин // Изв. Саратов. ун-та. Сер. Химия. Биология. Экология. — 2015. — Т. 15, вып. 1. — С. 55—61.
11. Марко Н.В. Антэкологія і семенная продуктивность *Paeonia tenuifolia* L. (*Paeoniaceae*) в Крыму / Н.В. Марко // Вісн. Запоріз. держ. ун-ту. — 2004. — № 1. — С. 135—139.
12. Мельник В.І. Ценопопуляції *Paeonia tenuifolia* L. (*Paeoniaceae*) в степових культурфітоценозах / В.І. Мельник, В.В.Гриценко, М.М. Перегрим // Інтродукція рослин. — 2003. — № 1-2. — С. 9—14.
13. Миронова Л.Н. Інтродукція пионов в Ботаническом саду-институте ДВО РАН / Л.Н. Миронова // Анализ и прогнозирование результатов интродукции декоративных и лекарственных растений мировой флоры в ботанические сады: Материалы 2-й междунар. конф. (Минск, 26—28 авг. 1996 г.). — Минск, 1996. — С. 42—43.
14. Мозговая О.А. Онтоморфогенез *Paeonia tenuifolia* L. в условиях культуры в Среднем Поволжье / О.А. Мозговая, О.В. Семенова, И.В. Шаронова // Самарская лука. — 2007. — Т. 16, № 1-2 (19-20). — С. 278—282.
15. Онтогенез пиона тонколистного (*Paeonia tenuifolia* L.) / В.И. Серикова, Л.А. Лепешкина, А.А. Воронин, Б.И. Кузнецов // Онтогенетический атлас растений: Науч. изд. — Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2013. — Т. 7. — С. 216—220.
16. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах / Т.А. Работнов // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. — 1950. — Вып. 6. — С. 179—196.
17. Реут А.А. Начальный онтогенез редких видов рода *Paeonia* L. при интродукции в башкирском Предуралье / А.А. Реут, Л.Н. Миронова // Modern Phytomorphology. — 2014. — № 6. — С. 231—234.
18. Собко В.Г. Інтродукція рідкісних і зникаючих рослин флори України / В.Г. Собко, М.Б. Гапоненко. — К.: Наук. думка, 1996. — 283 с.
19. Успенская М.С. Определение видов рода *Paeonia* L. флоры СССР в фазе плодonoшения / М.С. Успенская // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 1986. — Т. 91, вып. 3. — С. 102—107.
20. Ценопопуляції рослин (основные понятия и структура) / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, И.М. Ермакова и др. — М.: Наука, 1976. — 217 с.

21. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 911 с.
22. Assadi M. A taxonomic revision of the genus *Paeonia* (*Paeoniaceae*) in Iran / M. Assadi // Tehran. J. Bot. — 2016. — Vol. 22 (2). — P. 75—78.
23. Dane F. The embryogeny of *Paeonia tenuifolia* (*Paeoniaceae*) / F. Dane, G. Olgun // Воссонеа. — 1997. — N 5. — P. 55—562.
24. European Red List of globally threatened animals and plants. — New-York: United Nations, 1991. — 154 p.
25. IUCN red list of threatened plants (1997). — Cambridge: IUCN, World Conservation Union, 1998. — 638 p. — Режим доступу: <https://goo.gl/3uFVsv>
26. Kamenetsky R. Herbaceous peony (*Paeonia*): Genetics, physiology and cut flower production / R. Kamenetsky, J. Dole // Floriculture and Ornamental Biotechnology. — 2012. — Vol. 6 (1). — P. 62—77.
27. Population dynamics of *Paeonia officinalis* in relation to forest closure: From model predictions to practical conservation management / E. Andrieu, A. Besnard, H. Fréville et al. // Biological Conservation. — 2017. — Vol. 215. — P. 51—60.

Рекомендував Д.Б. Рахметов

Отримано 20.11.2018

REFERENCES

1. Artjushenko, Z.T. and Fedorov, A.A. (1986), Atlas po opisatelnoj morfologii vysshih rastenij. Plod. [Atlas on the descriptive morphology of higher plants. Fruit.]. L.: Nauka, 392 p.
2. Barykina, R.P., Gulanzhan, T.A. and Klychkova, T.V. (1976), Ontomorfogenez nekotoryh travjanistyh predstavitelej roda *Paeonia* L. 1. *P. tenuifolia* L. [Ontomorphogenesis of some herbaceous representatives of the genus *Paeonia* L. 1. *P. tenuifolia* L.]. Věstnik MGU, N 2, pp. 32—39.
3. Borodina, R.M. (1972), Introdukcija Roslyn stepiv Ukrainy [Introduction of plants of the steppes of Ukraine]. Introdukcija na Ukraini korysnyh Roslyn pryrodnoj flory SRSR [The introduction in Ukraine of useful plants of the natural flora of the USSR]. K.: Nauk. dumka, pp. 40—68.
4. Vasilchenko, I.T. (1938), O znachenii prorastanija dlja filogeneticheskoj sistematiki cvetkovyh rastenij. [On the importance of germination for the phylogenetic systematics of flowering plants]. Sovetskaja botanika, N 3, pp. 19—40.
5. Gavrylenko, N.O. (2014), Introduktsiya *Paeonia tenuifolia* L. v dendroparku "Askaniya-Nova" [Introduction of *Paeonia tenuifolia* L. in the dendrological park "Askaniya Nova"]. Chornomor. botan. zhurn., N 10 (4), pp. 540—547.
6. Dudar, Ju.A. (1966), Godichnyj cikl morfogeneza pion-a uzkolistnogo i vozmozhnosti ego razmnozhenija [The annual cycle of the morphogenesis of the narrow-leaved peony and the possibility of its multiplication]. Trudy Stavropolskogo NII selskogo hozjajstva, N 2, pp. 191—197.
7. Zhuravel, N.M. (2005), Rid *Paeonia* L. pryrodnoi flory Ukrainy (biolohiia, kilkisno-populiatsiyni analiz, okhorona). [The genus *Paeonia* L. of the natural flora of Ukraine (biology, quantitative-population analysis, protection)]. Avtoref. kand. dys. K., 18 p.
8. Zyman, S.M., Mosiak, S.L., Hrodzynskiy, D.M., Buklakh, O.V. and Dremluha, N.H. (2012), Iliustrovanyi dovidnyk z morfolohii kvitkovykh roslyn. [The illustrated referencebook on morphology of floral plants]. K.: Fitosotsiotsentr, 176 p.
9. Komina, O.V. (2014), Biologicheskie osobennosti nekotoryh vidov roda *Paeonia* L. pri introdukcii v lesostepnoj zone Zapadnoj Sibiri [Biological features of some species of the genus *Paeonia* L. introduced in Forest-Steppe zone of Western Siberia]. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata biologicheskikh nauk. Novosibirsk, 199 p.
10. Krickaja, T.A. and Kashin, A.S. (2015), Klonalnoe mikrorazmnozhenie pion-a tonkolistnogo (*Paeonia tenuifolia* L.) [Clonal micropropagation of fine leaved peony (*Paeonia tenuifolia* L.)] Izv. Sarat. un-ta. Ser. Himija. Biologija. Jekologija, vol. 15 (1), pp. 55—61.
11. Marko, N.V. (2004), Antjekologija i semennaja produktivnost *Paeonia tenuifolia* L. (*Paeoniaceae*) v Krymu [Antecology and seed production of *Paeonia tenuifolia* L. (*Paeoniaceae*) in Crimea]. Visnyk Zaporizkogo derzhavnogo universytetu, N 1, pp. 135—139.
12. Melnyk, V.I., Hrytsenko, V.V. and Perehrym, M.M. (2003), Tsenopopuliatsii *Paeonia tenuifolia* L. (*Paeoniaceae*) v stepovykh kulturfitotsenozakh [Cenopopulation of *Paeonia tenuifolia* L. (*Paeoniaceae*) in steppe cultifitocenosis]. Introduktsiia roslyn [Plant Introduction], N 1-2, pp. 9—14.
13. Mironova, L.N. (1996), Introdukcija pionov v Botanicheskom sadu-institute DVO RAN [Introduction of peons in the Botanical Garden-Institute FEB RAS]. Analiz i prognozirovanie rezultatov introdukcii dekorativnyh i lekarstvennyh rastenij mirovoj flory v botanicheskie sady: Materialy 2-j mezhdunar. konf. (Minsk, 2—28 avgusta 1996 g.) [Analysis and prediction of the results of the introduction of ornamental and medicinal plants of the world flora into botanical gardens: Materials of the 2-nd Intern. conf. (Minsk, Aug. 26—28. 1996)]. Minsk, pp. 42—43.
14. Mozgovaja, O.A., Semenova, O.V. and Sharonova, I.V. (2007), Ontomorfogenez *Paeonia tenuifolia* L. v uslovijah kultury v Srednem povolzhe [Ontomorphogenesis of *Paeonia tenuifolia* L. under culture conditions in the Middle Volga region]. Samarskaja luka, vol. 16, N 1-2 (19-20), pp. 278—282.
15. Serikova, V.I., Lepeshkina, L.A., Voronin, A.A. and Kuznecov, B.I. (2013), Ontogenez pion-a tonkolistnogo

- (*Paonia tenuifolia* L.) [Ontogeny of fine leaved peony (*Paonia tenuifolia* L.)]. Ontogeneticheskij atlas rastenij: nauchnoe izdanie. Joshkar-Ola, vol. 7, pp. 216—220.
16. Rabotnov, T.A. (1950), Zhiznennyj cikl mnogoletnih travjanistyh rastenij v lugovyh cenzah [The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses]. Tr. BIN AN SSSR. Ser. 3. Geobotanika, vyp. 6, pp. 179—196.
 17. Reut, A.A. and Mironova, L.N. (2014), Nachalnyj ontogenez redkih vidov roda *Paonia* L. pri intodukcii v bashkirskom predurale [Initial ontogeny of rare species of the genus *Paonia* L. during introduction in the Bashkir pre-Urals]. Modern Phytomorphology, N 6, pp. 231—234.
 18. Sobko, V.H. and Gaponenko, M.B. (1996), Introduktsiia riddkisnykh i znykaiuchykh roslyn flory Ukrainy. [Introduction of rare and endangered plants of Ukrainian flora]. K.: Nauk. dumka, 283 p.
 19. Uspenskaja, M.S. (1986), Opredelenie vidov roda *Paonia* L. flory CCCR v faze plodonoshenija [Identification of species of the genus *Paonia* L. in the phase of fruiting of the USSR]. Bjul. MOIP. Otd. biol., vol. 91, vyp. 3, pp. 102—107.
 20. Smirnova, O.V., Zaugolnova, L.B., Ermakova, I.M. i dr. (1976), Cenopopuljácii rastenij (osnovnye ponjatija i struktura) [Cenopopulations of plants (basic concepts and structure)]. M.: Nauka, 217 p.
 21. Diduh, Ja.P. (ed.) (2009), Chervona knyha Ukrainy. Roslynnij svit [Red book of Ukraine. Vegetable Kingdom]. K.: Globalkonsalting, 911 p.
 22. Assadi, M. (2016), A taxonomic revision of the genus *Paonia* (*Paoniaceae*) in Iran. Tehran. J. Bot., vol. 22, N 2, pp. 75—78.
 23. Dane, F. and Olgun, G. (1997), The embryogeny of *Paonia tenuifolia* (*Paoniaceae*). Vocconeae, N 5, pp. 557—562. ISSN 1120-4060.
 24. European Red List of Globally Threatened Animals and Plants (1991). New-York: United Nations, 154 p.
 25. IUCN red list of threatened plants (1998), Cambridge: IUCN, World Conservation Union, 638 p. <https://goo.gl/3uFVsv>
 26. Kamenetsky, R. and Dole, J. (2012), Herbaceous Peony (*Paonia*): Genetics, physiology and cut flower production. Floriculture and Ornamental Biotechnology, vol. 6 (1), pp. 62—77.
 27. Andrieu, E., Besnard, A., Fréville, H., Vaudey, V., Gauthier, P., Thompson, J.D. and Debussche, M. (2017), Population dynamics of *Paonia officinalis* in relation to forest closure: From model predictions to practical conservation management. Biological Conservation, vol. 215, pp. 51—60.

Recommended by D.B. Rachmetov
Received 20.11.2018

А.М. Гнатюк, В.В. Грищенко

Национальный ботанический сад
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ *PAEONIA TENUIFOLIA* L. НА СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Цель — проанализировать особенности онтоморфогенеза *P. tenuifolia* L. при интродукции на северной границе Лесостепи Украины, установить диагностические признаки возрастных стадий и последовательность их прохождения в Национальном ботаническом саду имени Н.Н. Гришко НАН Украины.

Материал и методы. *P. tenuifolia* исследовали в искусственно созданных фитоценозах и культуре. Наблюдения проводили в течение 5 лет (2013—2018). Онторморфогенез изучали общепринятыми методами.

Результаты. Установлены диагностические признаки возрастных состояний особей в латентном, прегенеративном, генеративном и сенильном периодах онтогенеза. Приведены детальные морфологические описания растений в разных возрастных состояниях и показана последовательность их прохождения особями.

Выводы. Особенности роста и развития растений *P. tenuifolia* на северной границе Лесостепи Украины выражаются в поливариантности онтоморфогенеза. По надземной части растений тяжело отличить иматурные и виргинильные особи от субсенильных и сенильных, а в генеративный период — установить степень дезинтеграции корневища и, соответственно, количество отдельных особей. Оценивая возрастную спектр популяций (природных и искусственных), можно выявить только количество надземных побегов разных возрастных состояний и наличие генеративного размножения у растений. На северной границе Правобережной Лесостепи Украины *P. tenuifolia* можно успешно выращивать в культуре и культурфитоценозах.

Ключевые слова: онтогенез, морфогенез, *Paonia tenuifolia*, редкие растения, популяционная структура, возрастные состояния.

А.М. Гнатюк, В.В. Грищенко

М.М. Gryshko National Botanical Garden,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

PECULIARITIES OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF *PAEONIA* *TENUIFOLIA* L. ON THE NORTHERN BORDER OF THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Objective — to analyze the peculiarities of ontomorphogenesis *P. tenuifolia* on the northern border of the Forest-

Steppe of Ukraine, to establish diagnostic signs of age stages and the sequence of their passage in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

Material and methods. We studied *P. tenuifolia* in artificially created phytocoenoses and culture. Observations were conducted for 5 years (from 2013 to 2018). We studied ontomorphogenesis by generally accepted methods.

Results. Diagnostic features of age stages of individuals in latent, pregenerative, generative and senile periods of ontogenesis are established. Detailed morphological descriptions of plants in different age stages and the sequence of their passing by individuals are shown.

Conclusions. The peculiarities of the growth and development of *P. tenuifolia* on the northern border of the

Ukrainian Forest-Steppe are manifested in the multivariate ontomorphogenesis. Established that is difficult to distinguish the immature plants from the subsenile ones on the aboveground part of plants only. In the reproductive period is not possible to determine a degree disintegration of the rhizome and calculate the number of individuals. Estimating the age range in populations (both natural and artificial), it is only possible to identify the number of aboveground shoots of different age states and the presence of generative reproduction in plants. *P. tenuifolia* can be grown in the culture and artificially created phytocoenoses of the on the northern border of Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: ontogenesis, ontogeny, morphogenesis, *Paeonia tenuifolia*, rare plant, population structure, age stages.

УДК 581.48:582.683.2

Т.Б. ВАКУЛЕНКО, В.В. ЛОЯ, Т.М. КАЮТКІНА

Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014 м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАСІННЯ ДЕЯКИХ РАРИТЕТНИХ ВИДІВ РОДИНИ *BRASSICACEAE* BURNETT

Мета — виявити репрезентативні карпологічні ознаки, які можна використовувати як додаткові для ідентифікації представників родини *Brassicaceae* Burnett.

Матеріал та методи. Зріле насіння 9 раритетних видів родини *Brassicaceae* з колекції насінневої лабораторії Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України зібране на ботаніко-географічних ділянках відділу природної флори та отримане за програмою наукового обміну за делектусом. Карпологічні ознаки досліджували за використанням світлового мікроскопа *Stemi-2000 C* і програми *AxioVision*.

Результати. Визначено видоспецифічні морфологічні особливості, які можна використовувати як діагностичні критерії: форма насіння, наявність облямівки, її особливості та прозорість, характер розміщення зародкового корінця і його довжина щодо сім'ядолей, рельєф поверхні екзотести.

Висновок. Виявлено карпологічні ознаки, які можуть бути використані як надійні додаткові критерії для ідентифікації деяких раритетних представників родини *Brassicaceae*, що сприятиме організації їх охорони.

Ключові слова: *Brassicaceae*, плід, насіння, ідентифікація, рідкісний вид рослин.

Ботанічні сади є найбільшими центрами збереження і збагачення генетичних ресурсів *ex situ*. В колекціях Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України зібрані та охороняються рідкісні та зникаючі види рослин як української, так і світової флори. Серед них чимало представників родини *Brassicaceae* Burnett, які занесено в списки рослин, котрі потребують охорони [4, 7, 9, 12]. Однією з умов успішного збереження рідкісних рослин є точна їх ідентифікація. Значну роль у цьому відіграють особливості морфологічної будови плодів та насіння, оскільки для багатьох таксонів вони є діагностичними ознаками [1–3, 6, 8, 18].

Досліджені нами представники родини *Brassicaceae* — трав'янисті рослини, для яких характерні плоди стручок, стручечок, зрідка — горішок. Плід-стручок багатонасінний. Стручечок, членики стручків і горішок частіше містять по одній, рідше — по дві-три насінини. Плоди з твердим оплоднем. Форма насінин більш або менш куляста, овальна, яйцеподібна,

циліндрична, сочевицеподібна, зрідка інша. Насіння утворюється з анакампілотропних чи анаамфітропних насінних зачатків з двома інтегументами. Ендосперм редукований [18], зрідка його немає зовсім [2]. Екзотеста сформована з клітин зовнішнього інтегументу. З дериватів внутрішнього інтегументу в зрілому насінні зберігається переважно пігментний шар. Структура епідерми представників родини *Brassicaceae* відображується на характері поверхні насіння, значно варіює в межах родини, хоча досить видоспецифічна. Наявність у клітинах покривної тканини значної кількості полісахаридів спричиняє утворення слизової оболонки навколо насінин при їх змочуванні, що є стійкою видовою особливістю [3]. Важливе значення при ідентифікації видів має положення сім'ядолей щодо зародкового корінця. Декандоль [14] розділив родину на 5 підродин за цією ознакою. Як одну з найбільш репрезентативних її досі використовують у систематиці родини [2, 18]. При цьому враховують співвідношення довжини корінця та сім'ядолей (довший чи коротший), просторове розміщення корінця та конфігурацію (по краю

© Т.Б. ВАКУЛЕНКО, В.В. ЛОЯ, Т.М. КАЮТКІНА, 2019

сім'ядолей, уздовж спинки сім'ядолей чи у жолобку між ними, прямий чи спірально закручений) [6]. У деяких видів є значно розрослий фунікулус, який залишається повністю або частково при насінині.

Мета — виявити репрезентативні карпологічні ознаки, які можна використовувати як додаткові для ідентифікації представників родини *Brassicaceae*.

Матеріал та методи

Досліджували зріле насіння 9 раритетних видів капустяних з колекції насінневої лабораторії Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, зібране на ботаніко-географічних ділянках відділу природної флори та отримане за програмою наукового обміну за делектусами. Карпологічні ознаки досліджували з використанням світлового мікроскопа Stemi-2000 C при збільшенні від 6 до 50 разів. Обробку цифрових даних здійснювали за допомогою програми Axio Vision. Для опису морфологічних ознак насіння застосовано загальноприйняті у карпології схеми [1, 13]. Назви рослин наведено за The Plant List [17].

Результати та обговорення

Draba aizoides L. — реліктовий високогірний вид з диз'юнктивним ареалом, поширений у високогір'ї Карпат, Балкан і Альп. В Україні відомий лише з гірського масиву Свидовець. Занесений до Червоної книги України як зникаючий вид [9]. Насіння *Draba aizoides* овальне, обернено-яйцеподібне чи еліпсоїдне, розміром 1,1–1,4 × 0,6–0,8 мм (рис. 1). Зародковий корінець чітко виділяється збоку, за довжиною такий самий, як сім'ядолі, при основі має невеликий виступ, дещо темніший за насінину. Насінневий рубчик конічно-виступаючий, часто з білуватою плівочкою та залишком фунікулуса. Поверхня гола, матова, злегка горбкувата, забарвлення світло-коричневе, коричнево-жовте.

Erysimum cuspidatum (M. Vieb.) DC. В Україні є регіонально рідкісним видом на території Донецької області [5]. Поширений на півдні та сході Європи, у Південно-Західній Азії, на



Рис. 1. Насіння *Draba aizoides*

Fig. 1. *Draba aizoides* seeds



Рис. 2. Насіння *Erysimum cuspidatum*

Fig. 2. *Erysimum cuspidatum* seeds

Кавказі, в Ірані [11]. Насіння овально-складчасте, здавлене, розміром 0,8–1,3 × 0,4–0,7 мм, верхівка заокруглена або звужена, часто — скісно зрізана, основа притуплена, ледь роздвоєна борозенкою, котра відділяє корінець від однакових за довжиною сім'ядолей (рис. 2). Насінневий рубчик розташований у виїмці, вкритий залишками фунікулуса. Поверхня гола, слабо блискуча, дрібнозерниста. Забарвлення жовто-коричневе, зона рафе темно-коричнева.

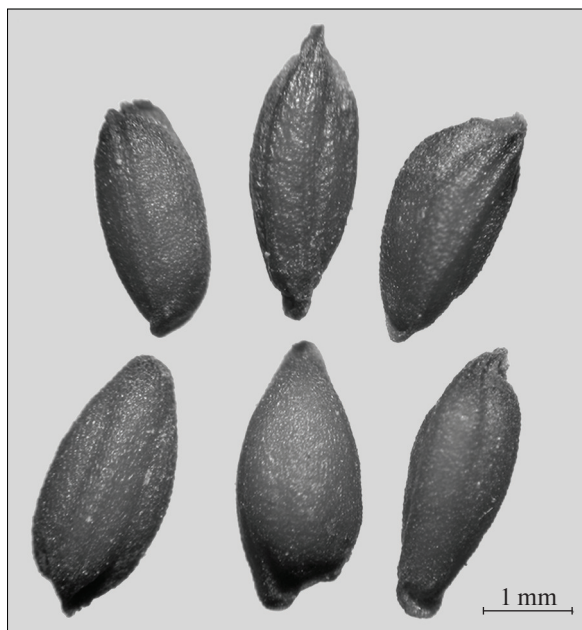


Рис. 3. Насіння *Hesperis sibirica*

Fig. 3. *Hesperis sibirica* seeds

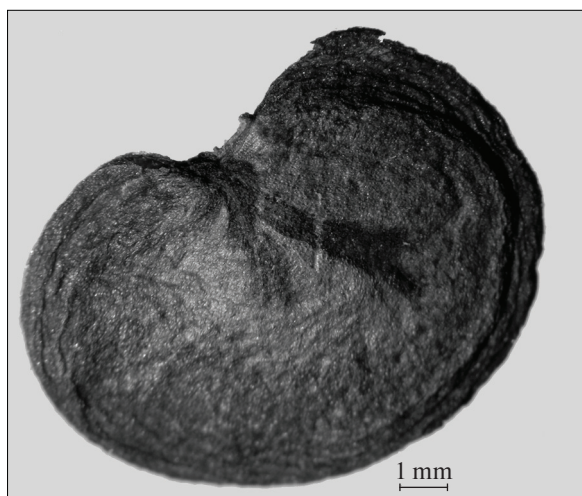


Рис. 4. Насінина *Lunaria rediviva*

Fig. 4. *Lunaria rediviva* seed

Hesperis sibirica L. Східноєвропейсько-сибірський вид, занесений до червоних книг Марій-Ел, Татарстану, Удмуртії (Російська Федерація) [7]. Насіння широковеретеноподібне, розміром 2,3—2,9 × 1,1—1,5 мм (рис. 3). Верхівка та основа видовжені та звужені, рідше —

скісно урізані; верхівка іноді має коротку напівпрозору облямівку у вигляді гребінця. Корінець прямий, з виступаючим загостреним кінчиком, за довжиною трохи довший за сім'ядолі, проходить уздовж дорзальної поверхні однієї з них, чітко виділяється, відокремлений від сім'ядолей двома неглибокими борозенками. Насінневий рубчик трохи вкритий кінчиком корінця, оточений хвилястим нерівномірним комірцем. Поверхня гола, слабо блискуча, дрібногорбкувата, забарвлення помаранчево-коричневих відтінків, зона рафе темніша.

Lunaria rediviva L. Вид занесений до Червоної книги України з природоохоронним статусом «неоцінений». Третинний релікт [9]. Середньоєвропейський неморальний вид, поширений у Західній, Центральній та зрідка Східній Європі [9, 16]. Насіння ниркоподібне, плоске, розміром 8,1—9,5 × 5,8—6,6 мм, з виїмкою при основі та вузькою непрозорою плівчастою облямівкою по краю (рис. 4). Зародковий корінець слабо виражений, обведений уздовж облямівки неглибокою борозенкою. Поверхня матова, дрібнозерниста, хвилясто-горбкувата, з жилкуватим втисненим малюнком на бічних гранях. Рубчик розташований у виїмці, сіро-жовтий, злегка виступає над поверхнею насінини. Забарвлення жовтувато- чи сірувато-коричневе, жилкуватий малюнок темніший.

Matthiola daghestanica N. Busch — ендемік східної частини Великого Кавказу. Занесений до Червоної книги Дагестану як вразливий вид [4]. Насіння еліпсоїдне, розміром 2,5—3,8 × 1,8—2,2 мм, сплюснене з боків, по краю з вузькою напівпрозорою облямівкою, яка розширюється на верхівці (рис. 5). Корінець та сім'ядолі майже однакової довжини; борозенка, котра їх розділяє, простягається вздовж усієї насінини, утворюючи при основі глибоку тріщину, де розташовується насінневий рубчик. Іноді на протилежному корінцю боці помітна ще одна неглибока борозенка. Поверхня слабо блискуча, дрібнозерниста. Колір темно-коричневий, облямівка білувата.

Matthiola fragrans (Fisch.) Bunge — вид, поширений в Україні в басейні р. Сіверський Донець, далі — до Південноуральського плато, а

також на південний захід Сибіру та північний захід Казахстану [9]. Насіння *Matthiola fragrans* овально-видовжене, розміром 1,8–2,5 × 0,9–1,5 мм. Облямівка дуже вузька, подекуди зникає, ледь помітна (рис. 6). Корінець завдовжки як сім'ядолі або ледь коротший, загострений на кінці. Вздовж насінини латерально розташовані дві чіткі борозенки, одна з яких відділяє корінець від сім'ядолей, утворюючи при основі невеличку виїмку з насіннєвим рубчиком. Поверхня тьмяна, гола, дрібнозерниста, забарвлення рудувато-чорно-коричневе, кінчик корінця світліший.

Nasturtium officinale R.Br. — в Україні регіонально рідкісний вид рослин у Донецькій та Львівській областях [5]. Природно поширений у Північній Африці, Європі, помірному поясі Азії, на півострові Індостан [10]. Насіння виповнене, овально-округле, розміром 0,6–0,9 × 0,5–0,8 мм, по краю з вузькою ледь помітною облямівкою (рис. 7). Корінець трохи довший за сім'ядолі, при основі утворює загострений виступ, борозенки не виражені. Насіннєвий рубчик базальний, округло-видовжений, оточений плівчастим комірцем. Поверхня гола, глянцева. Бічні стінки клітин екзотести вирізняються темнішим забарвленням, яке створює виражений сітчастий рельєф. Забарвлення від світло-коричневого до рудувато-коричневого, рубчик темніший, облямівка білувато-жовта.

Schivereckia podolica (Besser) Andr. ex DC. — реліктовий вид з диз'юнктивним ареалом, поширений на території Румунії, Росії, України. Занесений до Червоної книги України з природоохоронним статусом «неоцінений» [9], Додатку I Бернської конвенції [12]. Згідно з Європейським червоним списком *Schivereckia podolica* віднесено до категорії видів з найменшим ризиком “Least Concern” [15]. Насіння обернено-яйцеподібне, овальне, розміром 0,8–1,0 × 0,5–0,8 мм, з боків здавлене, іноді — нерівномірно, внаслідок чого насінина набуває асиметричної чи трикутно-сплющеної форми (рис. 8). Апікальна частина тупо заокруглена, базальна ледь звужена. Зародковий корінець за довжиною майже такий самий, як



Рис. 5. Насіння *Matthiola daghestanica*

Fig. 5. *Matthiola daghestanica* seeds



Рис. 6. Насіння *Matthiola fragrans*

Fig. 6. *Matthiola fragrans* seeds

сім'ядолі, із загостреним гачкуватим кінчиком, який утворює при основі невеличку виїмку. Насіннєвий рубчик ледь виступає. Поверхня матова, гола, шорсткувата, сітчасто-горбкувата, поздовжньо-зморшкувата, забарвлення світло-сірувато-коричневе, кінчик корінця світліший, рубчик темніший.

Sobolewskia sibirica (Willd.) P.W. Ball. Локальний ендемічний вид, поширений у Гірському

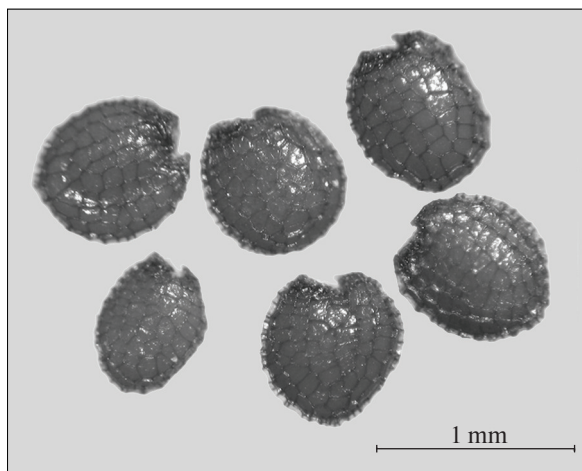


Рис. 7. Насіння *Nasturtium officinale*

Fig. 7. *Nasturtium officinale* seeds



Рис. 8. Насіння *Schiwereckia podolica*

Fig. 8. *Schiwereckia podolica* seeds

Криму. Вид занесено до Червоної книги України як рідкісний [9]. Насіння виповнене, циліндричне, розміром $3,5-4,2 \times 1,1-1,3$ мм, верхівка звужена, загострена, основа ледь розширена, прямо урізана (рис. 9). Корінець проходить від верхівки до основи, виступаючи у вигляді тупого ребра. Насінневий рубчик округлий з невеликим плівчастим комірцем навколо. Поверхня гола, матова чи слабко блис-

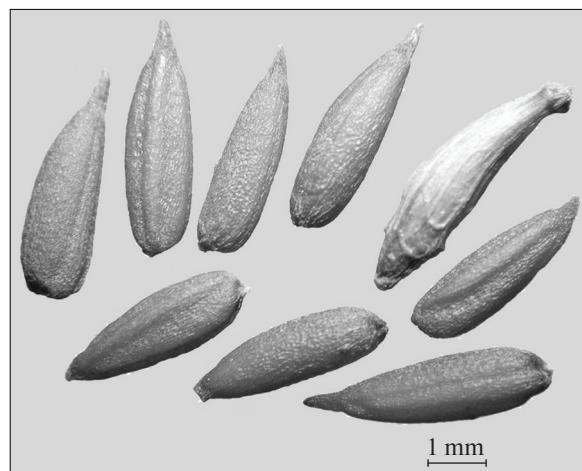


Рис. 9. Насіння *Sobolewskia sibirica*

Fig. 9. *Sobolewskia sibirica* seeds

куча, вдавнено-сітчаста. Забарвлення помаранчево-коричневих відтінків, рубчик темніший.

На основі порівняльного аналізу досліджених зразків виявлено відмінності їх морфологічної будови. Карпологічні ознаки, як і будь-які інші морфологічні особливості, нерівноцінні: деякі характеризують окремі види чи роди, інші — спільні для всієї родини. Тому важливо не лише виявити карпологічні відмінності, а й визначити їх таксономічний рівень. Нами встановлено, що для видів *Lunaria rediviva*, *Matthiola daghestanica*, *M. fragrans*, *Nasturtium officinale* характерна наявність облямівки по краю насінин: у *L. rediviva* вона шкіряста, непрозора, в інших видів — прозора плівчаста. У *Hesperis sibirica* облямівка редукована до невеликого плівчастого гребінця на верхівці. У решти видів облямівка не виражена. Зародковий корінець слабо обведений у насіння *L. rediviva* та *N. officinale*, у решти досліджених видів він добре помітний, відокремлений від сім'ядолей чіткими борозенками. Розміщення корінця певною мірою залежить від форми насіння: у сплющеного чи плоского насіння він розміщений переважно по краю сім'ядолей (*Draba aizoides*, *L. rediviva*, *M. daghestanica*, *M. fragrans*, *Schiwereckia podolica*). В *Erysimum cuspidatum*, *H. sibirica*, *Sobolewskia sibirica*,

які мають циліндрично-виповнене насіння, корінець розташований на одній із сім'ядолей. Поверхня насіння, сформована екзотестою, в усіх досліджених зразків гола, проте відрізняється за рельєфом, кольором, ступенем блиску та наявністю малюнка.

Висновки

Результати досліджень насіння 9 раритетних видів родини *Brassicaceae* свідчать про морфологічні відмінності, котрі можна використовувати як додаткові діагностичні критерії. Таксономічне значення на рівні роду мають такі ознаки, як форма насіння, наявність облямівки, характер розташування зародкового корінця і співвідношення його довжини та сім'ядолей. Значення диференційніших ознак (прозорість і відносна ширина облямівки, наявність малюнка на поверхні екзотести та її забарвлення) зазвичай обмежене рівнем виду. Зазначені морфологічні особливості дають змогу ідентифікувати досліджені види за карпологічними ознаками.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Доброхотов В.Н.* Семена сорных растений / В.Н. Доброхотов. — М.: Сельхозиздат, 1961. — 414 с.
2. *Ільїнська А.П.* Спектри морфологічних ознак *Brassicaceae* s. l.: плід, насінина / А.П. Ільїнська // Укр. ботан. журн. — 2016. — Т. 73, № 3. — С. 235—249.
3. *Ільїнська А.П.* Реакція на зволоження насинин видів надтриби *Brassicidinae* V. Avet. (*Brassicaceae*) флори України / А.П. Ільїнська, Л.М. Нищенко // Укр. ботан. журн. — 2010. — Т. 67, № 2. — С. 237—246.
4. *Красная книга Республики Дагестан* / Отв. ред. Г. М. Абдурахманов. — Махачкала, 2009. — 552 с.
5. *Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання)* / Укладачі: Т.Л. Андрієнко, М.М. Перегрим. — К.: Альтерпрес, 2012. — 148 с.
6. *Сравнительная анатомия семян. Т. 4. Двудольные.* — СПб.: Наука, 1992. — 432 с.
7. *Татарстан Республикасы Кызыл китабы: хайваннар, үсемлекләр, гөмбәләр* / гл. ред. А.А. Назиров. — Изд. 3-е. — Казань: Идел-Пресс, 2016. — 760 с.
8. *Тахтаджян А.Л.* Система магнолиофитов / А.Л. Тахтаджян. — Л.: Наука, 1987. — 645 с.
9. *Червона книга України. Рослинний світ* / За ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.

10. *Akhani H.* *Nasturtium officinale*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014 / H. Akhani, B. Zehzad: e. T164311A1040462. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T164311A1040462.en>.
11. *Ančev M.* The Genus *Erysimum* (*Brassicaceae*) in Bulgaria / M. Ančev, A. Polatschek // Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B Für Botanik und Zoologie. — 2005. — Bd. 107. — S. 227—273.
12. *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats.* — Bern, 1979. — 89 p.
13. *Corner E.J.* The Seeds of Dicotyledons / E.J. Corner. — London, 1976. — Vol. 1. — 311 p.
14. *De Candolle A.P.* Regni vegetabilis systema naturale, sive Ordines, genera et species plantarum secundum methodi naturalis normas digestarum et descriptarum / A.P. De Candolle. — Paris, 1821. — Vol. 2. — 564 p.
15. *Melnyk V.* *Schivereckia podolica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011 / V. Melnyk: e. T165160A5984289. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T165160A5984289.en>.
16. *Meusel H.* Verleichende Chorologie der Zentraleuropaischen Flora. Bd 1. / H. Meusel, E. Jäger, E. Weinert. — Jena: Véd. Gustav Fischer Verlag, 1965. — 583 p.
17. *The Plant List.* — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.theplantlist.org/>
18. *Vaughan J.G.* Seed structure and the taxonomy of the Cruciferae / J.G. Vaughan, J.M. Whitehouse // Botanical Journal of the Linnean Society. — 1971. — Vol. 64, N 4, 1. — P. 383—409.

Рекомендував до друку М.Б. Гапоненко
Надійшла 18.09.2018

REFERENCES

1. *Dobrokhотов, V.N.* (1961), *Semena sornykh rastenyi* [Weed plant seeds]. Moscow, 414 p.
2. *Iiinska, A.P.* (2016), *Spektry morfolohichnykh oznak Brassicaceae s. l.: plid, nasynny* [The range of the morphological features of *Brassicaceae* s. l.: inflorescence, flower]. Ukr. Bot. Zhurn., vol. 73, N 3, pp. 235—249.
3. *Iiinska, A.P. and Nytsenko, L.M.* (2010), *Reaktsiia na zvolozhennia nasynyn vydiv nadtryby Brassicidinae V. Avet. (Brassicaceae) flory Ukrainy* [Reaction to wetting of seeds of species of supertribus *Brassicidinae* V. Avet. (*Brassicaceae*) of the flora of Ukraine]. Ukr. Bot. Zhurn., vol. 67, N2, pp. 237—246.
4. *Krasnaia knyha Respublyky Dahestan* (2009), Red. H.M. Abdurakhmanov [Red Book of the Republic of Dagerstan]. Makhachkala, 552 p.
5. *Ofitsiini pereliky rehionalno ridkysnykh roslyn administratyvnykh terytorii Ukrainy (dovidkove vydannia)*. Ukladachi: T.L. Andriienko, M.M. Peregrym. [Official lists of regional rare plants of administrative territories of Ukraine (reference book)] (2012), Kyiv: Alterpres, 148 p.

6. *Sravnytelnaia* anatomia semian [Comparative anatomy of seeds] (1992), vol. 4. SPb.: Nauka, 432 p.
7. *Tatarstan* Respublykasy Kyzyl kytaby : khaivannar, ysemleklär, hömbälär (2016), red. A.A. Nazarov. Yzd. 3. Kazan: Ydel-Press, 760 p.
8. *Takhtadzhian, A.L.* (1987), *Systema mahnolyofytov* [Magnoliophyta system]. L.: Nauka, 645 p.
9. *Chervona* knyha Ukrainy. Roslynni svit [Red Data Book of Ukraine] (2009), Red. Ya.P. Didukha. K.: Hlobalkonsaltnh, 900 p.
10. *Akhani, H. and Zehzad, B.* (2014), *Nasturtium officinale*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T164311A1040462. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T164311A1040462.en>.
11. *Ančev, M. and Polatschek, A.* (2005), The Genus *Erysimum* (*Brassicaceae*) in Bulgaria. *Annalen Des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie*, vol. 107, pp. 227—273.
12. *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats* (1979). Bern, 89 p.
13. *Corner, E.J.* (1976), *The Seeds of Dicotyledons*. London, vol.1, 311 p.
14. *De Candolle, A.P.* (1821), *Regni vegetabilis systema naturale, sive Ordines, genera et species plantarum secundum methodi naturalis normas digestarum et descriptarum*. Paris, vol. 2, 564 p.
15. *Melnik, V.* (2011), *Schivereckia podolica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T165160A5984289. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T165160A5984289.en>.
16. *Meusel, H., Jäger, E. and Weinert, E.* (1965), *Verleichende Chorologie der Zentraleuropaischen Flora*. Jena: Ved. Gustav Fischer Verlag, Bd. 1., 583 p.
17. *The Plant List* [Elektronnyi resurs]: <http://www.thepantlist.org/>
18. *Vaughan, J.G. and Whitehouse, J.M.* (1971), Seed structure and the taxonomy of the *Cruciferae*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 64, N 4, 1, pp. 383—409.

Recommended by M.B. Gaponenko
Received 18.09.2018

Т.Б. Вакуленко, В.В. Лоя, Т.М. Каюткина

Национальный ботанический сад
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ РАРИТЕТНЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *BRASSICACEAE* BURNETT

Цель — выявить репрезентативные карпологические признаки, которые можно использовать как дополнительные для идентификации представителей семейства *Brassicaceae* Burnett.

Материал и методы. Зрелые семена 9 раритетных видов семейства *Brassicaceae* из коллекции семенной лаборатории Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины собраны на ботанико-географических участках отдела природной флоры и получены по программе научного обмена по делектусам. Карпологические признаки исследовали с использованием светового микроскопа Stemi-2000 C и программы AxioVision.

Результаты. Определены видоспецифические морфологические особенности, которые можно использовать как диагностические критерии: форма семян, наличие оторочки, ее особенности и прозрачность, характер размещения зародышевого корешка и его длина относительно семядолей, рельеф поверхности экзотесты.

Вывод. Выявлены карпологические признаки, которые могут быть использованы как надежные дополнительные критерии для идентификации некоторых раритетных представителей семейства *Brassicaceae*, что будет способствовать организации их охраны.

Ключевые слова: *Brassicaceae*, плод, семена, идентификация, редкий вид растений.

Т.Б. Вакуленко, В.В. Лоя, Т.М. Каюткина

М.М. Gryshko National Botanical Garden,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SEEDS OF THE *BRASSICACEAE* BURNETT SOME RARE SPECIES

Objective — to study additional representative carpological characteristics for identification of the *Brassicaceae* family species.

Material and methods. Mature seeds of 9 rare *Brassicaceae* species from the collection of the seed laboratory are collected in the Natural Flora Department of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine and obtained under the scientific seed exchange program. The carpological characteristics were investigated using Stemi-2000 C light microscope and the Axio Vision program.

Results. The revealed species-specific morphological characteristics can be used as diagnostic criteria: seed form; presence of fringe; fringe peculiarities and its transparency; radicle length and position of radicle and cotyledons, exotesta surface relief.

Conclusions. The carpological characteristics can be used as reliable additional criteria for the identification of the some rare species of the *Brassicaceae* family. Proper identification will be helpful for the rare species protection practice.

Key words: *Brassicaceae*, fruit, seeds, identification, rare species of plants.

ВПЛИВ КРЕМНІЄВМІСНИХ МІНЕРАЛІВ І СУМІШЕЙ НА ЇХ ОСНОВІ НА АЛЕЛОПАТИЧНИЙ РЕЖИМ ПРИКОРЕНЕВОГО ҐРУНТУ ПІД 30-РІЧНИМИ НАСАДЖЕННЯМИ ЯБЛУНІ ТА ПЕРСИКА

***Мета** — дослідити вплив внесення кремнієвмісних мінералів і органо-мінеральних сумішей на їх основі на поліпшення аделопатичного режиму прикореневого ґрунту під 30-річними насадженнями яблуні та персика в модельних лабораторних експериментах.*

***Матеріал та методи.** Об'єкт досліджень — ґрунт кореневмісного шару, відібраний із-під 30-річних дерев яблуні та персика з колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України у фазу набубнявіння бруньок. Кремнієвмісні мінерали і суміші на їх основі вносили в концентрації 1 : 1000 та інкубували в ґрунті впродовж 5 міс. Перед закладанням дослідів визначали вміст біогенних елементів, гумусу та реакцію ґрунтового розчину. Протягом періоду інкубації кожні 2 тиж визначали аделопатичну активність ґрунту методом прямого біотестування. Вміст вільних фенольних сполук у ґрунтовому розчині аналізували через 14 та 104 доби після початку дослідів. Статистичний аналіз проводили за допомогою програм Statistica 10.0 і Microsoft Excel 7.0.*

***Результати.** Встановлено, що всі досліджені мінерали і суміші на їх основі сприяли зниженню фітотоксичності ґрунту та вмісту вільних фенольних сполук у ґрунтовому розчині. Діапазон ефекту прямо пропорційно корелював з тривалістю інкубації у ґрунті. Суміш верхового торфу з трепелом у співвідношенні 70 : 30 була найефективнішою щодо поліпшення аделопатичного режиму ґрунту з-під старих насаджень яблуні та персика.*

***Висновок.** Показано перспективність застосування кремнієвмісних мінералів у суміші з торфом та сапропелем для подолання аделопатичної ґрунтової в 30-річних насадженнях яблуні та персика.*

Ключові слова: кремнієвмісні мінерали, органічні добрива, яблуня, персик, прикореневий ґрунт, аделопатична ґрунтовома.

Відомо, що при підсаджуванні саджанців плодкових культур на місце видалення старих дерев у садах спостерігається пригнічення їх росту. У молодих рослин сповільнюються процеси росту і розвитку, погіршуються врожайність та якість продукції. Причиною цього є ґрунтовома — комплексне явище, зумовлене погіршенням фітосанітарних властивостей ґрунту, нагромадженням патогенних і фітотоксичних мікроорганізмів, токсичних аделопатично активних сполук, зниженням інтенсивності мінералізаційних процесів та вмісту доступних поживних речовин. Ґрунтовома особливо негативно впливає на ріст молодих дерев у перші п'ять років і може тривати 30—40 років залежно від виду плодкових дерев та густоти попередніх насаджень [4, 8].

© Н.П. ДІДИК, Б.О. ІВАНИЦЬКА, 2019

Зростання фітотоксичності ґрунту при тривалому культивуванні яблуні та персика пов'язують з накопиченням аделопатично активних речовин фенольної природи (продуктів деструкції решток коренів і листків), які стимулюють розвиток фітопатогенів та мікроміцетів, котрі продукують фітотоксини і пригнічують агрономічно корисні мікроорганізми. Внаслідок цього також погіршується структура ґрунту та зменшується доступність основних макроелементів [4, 8].

Установлено, що вміст аделопатично активних речовин фенольної природи (флоризину, фенольних кислот, ванільного альдегіду) у прикореневому ґрунті під яблунею значною мірою залежить від фенологічної фази, типу ґрунту та глибини відбору зразків [7]. С. Yin зі співавт. дослідили сезонну та річну динаміку розподілу фенолкарбонових кислот у прикореневому ґрунті

в трьох старих яблуневих садах Китаю. Сезонна динаміка характеризувалася осіннім максимумом накопичення алелопатично активних сполук у горизонті ґрунту 30—60 см. Для щорічної динаміки було характерним збільшення вмісту фенольних алелопатично активних речовин [7]. Установлено також, що під впливом корневих виділень яблуні у ризосфері формується певний склад мікроорганізмів, які синтезують фітотоксичні речовини, котрі пригнічують ріст проростків яблуні та інших фруктових дерев [8]. Негативний вплив корневих виділень яблуні на механічний склад та агрохімічні характеристики ґрунту (вилужений чорнозем) виявлено в роботі В.Л. Захарова [3].

Фітотоксичність корневих виділень і продуктів деструкції опадів персика також пов'язують з високим вмістом фенольних кислот, катехіну, амігдаліну та продуктами розкладу останнього — синильною кислотою та бензальдегідом [6]. Установлено, що вміст зазначених сполук у коренях у 100 разів перевищував їх концентрацію у надземних частинах рослин персика [6].

Нині, ґрунтовода в насадженнях плодкових рослин є глобальною проблемою, оскільки вона спричиняє величезні економічні збитки для виробників фруктової продукції та суттєво обмежує розвиток виробництва фруктів [6]. Традиційними прийомами зменшення ґрунтовода є промивання ґрунтів ЕДТО, внесення органічних добрив, мікробіологічних препаратів, застосування рослин-фітосанітарів та колонізація арбускулярною мікоризою. П.А. Мороз [4] для рекультивації ґрунту під старими плодovими деревами рекомендує навесні під покрив зернових висівати конюшину або люцерну на 2 роки. На 4-й рік вирощувати сидерати — люпин, сераделлу чи рапс або застосовувати тривалу (до 10 років) трансформацію фітоценозів за схемою: сад—поле—луки—сад або сад—лісові культури—сад. На думку автора, це сприяє накопиченню в ґрунті органічної речовини, яка активізує мікробіологічні процеси та поліпшує мікробіологічний і алелопатичний режими. Ззна-

чені прийоми потребують великих фінансових витрат або тривалого часу для досягнення позитивного ефекту. Тому актуальним є пошук нових ефективніших, економічно рентабельних та екологічно безпечних методів подолання ґрунтовода в плодovих садах.

Мета — дослідити вплив внесення кремнієвмісних мінералів та органо-мінеральних сумішей на їх основі на поліпшення алелопатичного режиму прикореневого ґрунту під 30-річними насадженнями яблуні та персика в модельних лабораторних експериментах.

Матеріал та методи

Об'єкт досліджень — ґрунт кореневмісного шару (30—50 см завглибшки) з-під 30-річних дерев яблуні (*Malus domestica* Borkh., 'Слава победителям') та персика (*Persica vulgaris* Mill., 'Дружба') з колекцій Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, кремнієвмісні мінерали (анальцим, трепел, силікат калію) та їх суміші з органічними добривами (верховий торф, сапропель).

Вміст елементів мінерального живлення (мг/л ґрунту), гумусу (%), вільних фенольних сполук (мг/кг ґрунту) і рН ґрунту під 30-річними насадженнями яблуні та персика

The content of mineral nutrients (mg/l of soil), humus (%), free phenolic compounds (mg/kg of soil) and pH soil under 30-year-old apple and peach plantations

Показники	Фітотоксичні дози	Яблуна	Персик
NH ₄ ⁺	—	194,7	31,7
NO ₃ ⁻	—	7,5	3,8
P	—	163,5	172,4
K	—	382,5	447,0
Ca	—	5831,0	2165,0
Mg	—	518,2	263,8
Fe	>300	258,5	375,0
S	—	77,4	49,2
Mn	>150	179,4	115,6
pH	—	7,21	6,9
C%	—	2,05	2,96
Вільні фенольні сполуки	>15—20	120,0	140,0

Зразки ґрунту відбирали навесні у фазу набубнявіння бруньок у дерев яблуні та персика. Ґрунт просушували, просіювали через 2-міліметрове сито та поміщали в пластикові вегетаційні посудини об'ємом 1 л. Кремнієвмісні мінерали та їх суміші вносили у співвідношенні 1 : 1000 (до маси ґрунту) і ретельно перемішували.

Досліджували природні кремнієвмісні мінерали — анальцим, трепел, силікат калію і суміші: сапропель + трепел + анальцим (90 : 7 : 3), силікат калію + сапропель + анальцим + трепел (25 : 10 : 15 : 50), трепел + анальцим (70 : 30), верховий торф + трепел (70 : 30). Мінерали та органо-мінеральні суміші інкубували впродовж 5 міс за температури 20—27 °С, відносної вологості повітря 60—75 %, розсіяного сонячного освітлення. Вологість ґрунту підтримували на рівні 60 % повної фізичної вологоємності. Перед закладанням дослідів визначали вміст біогенних елементів, гумусу та реакцію ґрунтового розчину.

Через кожні 2 тиж після початку експерименту оцінювали аделопатичну активність ґрунту методом прямого біотестування [5] на

прирості коренів крес-салату (*Lepidium sativum* L.) та схожості насіння редису (*Raphanus sativus* L., 'Красный с белым кончиком'). Контролем був ґрунт кореневмісного шару з-під яблуні та персика, в який нічого не вносили, але витримували за тих же умов вологості та освітлення, що й решту варіантів. Вміст вільних фенольних сполук у ґрунті аналізували через 14 та 104 доби після закладки дослідів за методикою [2]. Повторність варіантів — 4-разова, повторення експериментів — 3-разове.

Статистичний аналіз проводили методами одновимірної описової статистики за допомогою пакета програм Statistica 10.0 та Microsoft Excel 7.0.

Результати та обговорення

Аналіз вмісту біогенних елементів у ґрунті з-під 30-річних дерев яблуні та персика перед закладкою вегетаційних дослідів показав, що вміст мангану в прикореновому ґрунті під яблунею на 20 % вище за поріг фітотоксичності цього металу в ґрунтовому розчині [1]. Вміст заліза в ґрунті під персиком перевищував поріг фітотоксичності цього елементу в ґрунтовому розчині [1] (таблиця).

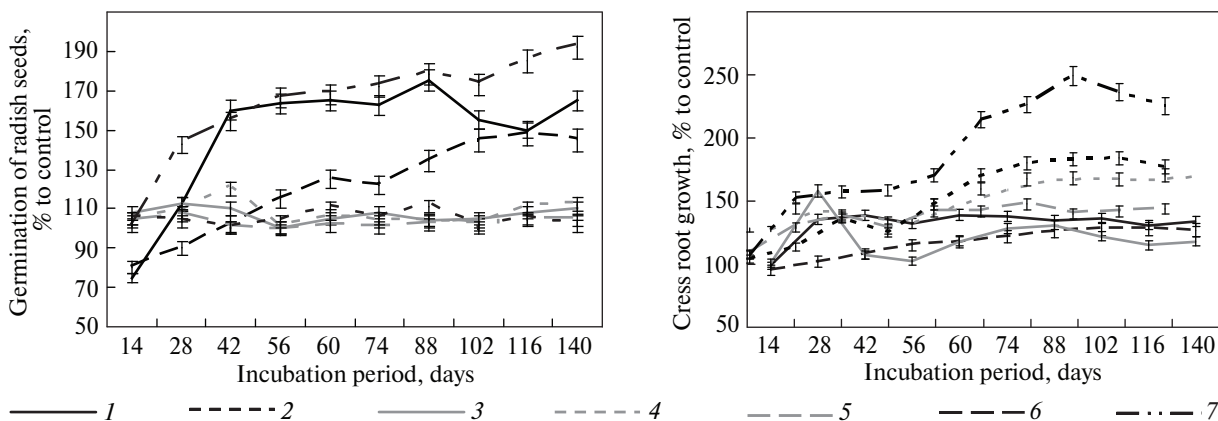


Рис. 1. Вплив внесення кремнієвмісних мінералів та органо-мінеральних сумішей на фітотоксичність ґрунту з-під 30-річних насаджень яблуні: контроль — ґрунт із-під яблуні без внесення хімічних меліорантів; 1 — анальцим; 2 — трепел; 3 — K_2SiO_3 ; 4 — сапропель + трепел + анальцим; 5 — силікат калію + сапропель + анальцим + трепел; 6 — трепел + анальцим; 7 — верховий торф + трепел. Вертикальні планки — стандартна похибка

Fig. 1. The effect of application of siliceous minerals and organo-mineral mixtures on phytotoxicity of soil under 30-year apple plantations: control — soil under the apple tree without the addition of chemical meliorants; 1 — analcrite; 2 — tripoli; 3 — K_2SiO_3 ; 4 — sapropel + tripoli + analcrite; 5 — potassium silicate + sapropel + analcrite + tripoli; 6 — tripoli + analcrite; 7 — upland peat + tripoli. Vertical bars — standard error

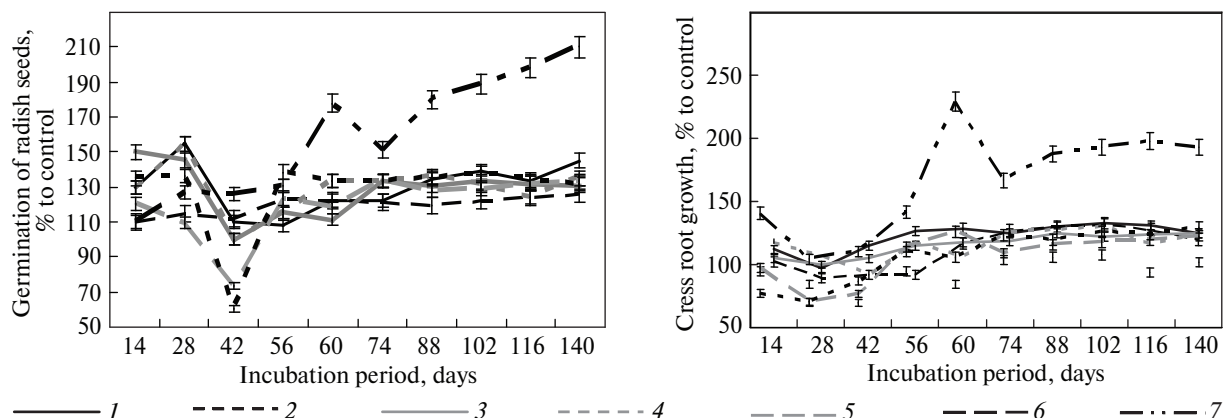


Рис. 2. Вплив внесення кремнієвмісних мінералів та органо-мінеральних сумішей на фітотоксичність ґрунту із-під 30-річних насаджень персика: контроль — ґрунт із-під персика без внесення хімічних меліорантів; 1 — анальцим; 2 — трепел; 3 — K₂SiO₃; 4 — сапропель + трепел + анальцим; 5 — силікат калію + сапропель + анальцим + трепел; 6 — трепел + анальцим; 7 — верховий торф + трепел. Вертикальні планки — стандартна похибка

Fig. 2. The effect of application of siliceous minerals and organo-mineral mixtures on phytotoxicity of soil under 30-year peach plantations: control — soil under the peach tree without the addition of chemical meliorants; 1 — analcite; 2 — tripoli; 3 — K₂SiO₃; 4 — sapropel + tripoli + analcite; 5 — potassium silicate + sapropel + analcite + tripoli; 6 — tripoli + analcite; 7 — upland peat + tripoli. Vertical bars — standard error

Вміст вільних фенольних алопатично активних сполук у досліджених зразках ґрунту майже на порядок перевищував поріг фітотоксичності цих речовин [9]. Очевидно, фітотоксичність досліджених зразків ґрунту зумовлена переважно акумуляцією вільних фенольних сполук. З огляду на здатність фенольних кислот утворювати хелатні комплекси з металами, і таким чином затримувати їх у ґрунтового середовищі, токсичний ефект надлишкових концентрацій мангану та заліза був суттєвим.

Внесення кремнієвмісних мінералів та їх сумішей у ґрунт сприяло зниженню його фітотоксичності (рис. 1 та 2). Ефективність сумішей зазвичай зростала у міру збільшення періоду інкубації їх у ґрунті. Найбільше знижувала фітотоксичність ґрунту під старими насадженнями яблуні та персика суміш трепелу з верховим торфом. Друге місце посідав анальцим. Проте позитивний ефект після внесення анальциму виявлявся дещо повільніше порівняно з іншими дослідженими меліорантами. На початку інкубації фітотоксичність ґрунту несуттєво зростала після внесення анальциму. Очевидно, це пов'язано з тим, що екзогенний анальцим стимулює погли-

нальну здатність коренів тест-об'єктів зокрема до фітотоксичних речовин, які містилися в дослідженому ґрунті. Впродовж місяця після внесення цього кремнієвмісного мінералу відбувалися певні зміни біохімічного режиму середовища ґрунту, наслідком яких було стабільне зниження його фітотоксичності. Цей висновок було підтверджено аналізом вмісту вільних фенольних сполук у ґрунтового розчині (рис. 3).

Суміші кремнієвмісних мінералів з органічними добривами значно ефективніше сприяли зниженню вмісту вільних фенольних сполук у дослідженому ґрунті порівняно з мінералами. Найбільш ефективною була суміш верхового торфу з трепелом. Внесення цієї суміші у ґрунт із-під яблуні та персика знижувало вміст вільних фенольних сполук у ґрунтового розчині в 2,5—2,7 разу вже після 2 тиж інкубації та в 5—7 разів після інкубації впродовж 3,5 міс. Ефективність суміші торфу з трепелом зумовлена, з одного боку, високими адсорбційними властивостями цих природних матеріалів, а з іншого — їх впливом на буферні властивості та здатність ґрунту до самовідновлення.

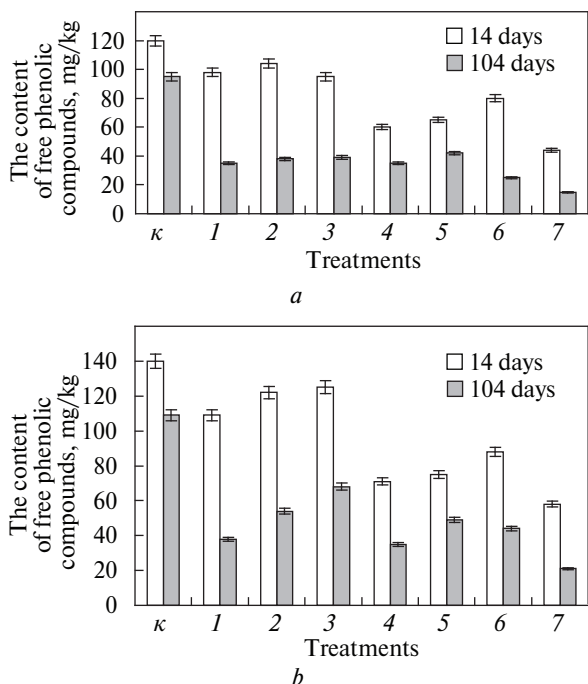


Рис. 3. Вплив внесення кремнієвмісних мінералів та їх сумішей з органічним матеріалом у ґрунт із-під 30-річних насаджень яблуни (а) та персика (б) на вміст вільних фенольних сполук: к — контроль (ґрунт без домішок); 1 — анальцим; 2 — трепел; 3 — K_2SiO_3 ; 4 — сапропель + трепел + анальцим; 5 — силікат калію + сапропель + анальцим + трепел; 6 — трепел + анальцим; 7 — верховий торф + трепел. Вертикальні планки — стандартна похибка

Fig. 3. The effect of application of siliceous minerals and organo-mineral mixtures on the content of free phenolics in soil from under 30-year apple (a) and peach (b) plantations: k — control, soil without the addition of chemical meliorants; 1 — analcite; 2 — tripoli; 3 — K_2SiO_3 ; 4 — spropel + tripoli + analcite; 5 — potassium silicate + spropel + analcite + tripoli; 6 — tripoli + analcite; 7 — upland peat + tripoli. Vertical bars — standard error

Висновки

Отримані нами результати підтвердили здатність кремнієвмісних мінералів, а також їх сумішей з органічними добривами (зокрема з торфом та сапропелем) зв'язувати фітотоксичні речовини, завдяки чому зменшувався негативний вплив останніх на рослини. Встановлено, що у суміші з органічними добривами ефективність кремнієвмісних мінералів щодо подолання ґрунтовтоми значно зростає.

На нашу думку, перспективними є подальші дослідження суміші верхового торфу з трепелом (у співвідношенні 70 : 30) для розробки технології подолання ґрунтовтоми в старих плодових насадженнях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Битюцкий Н. Минеральное питание растений / Н. Битюцкий. — СПб.: Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, 2014. — 540 с.
2. Грахов В.П. Аллелопатическая функция фенольных соединений персика / В.П. Грахов: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12. — К., 1991. — 160 с.
3. Захаров В.Л. Влияние почвенных условий тамбовской равнины на рост и плодоношение различных сортов яблони / В.Л. Захаров: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук, спец. 06.01.03 — агропочвоведение, агрофизика. — Воронеж, 2004. — 28 р.
4. Мороз П.А. Аллелопатия в плодовых садах / П.А. Мороз. — К.: Наук. думка, 1990. — 208 с.
5. Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов / А.М. Гродзинский, Е.Ю. Кострома, Т.С. Шроль, И.Г. Хохлова // Аллелопатия и продуктивность растений. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 121—124.
6. Analysis of allelochemicals in extracts from peach and their effects on growth of *Amygdalus persica* seedlings / Z. Liu, X. Wang, H. Ma, Y. Qi // Acta Hort. (ISHS). — 2008. — Vol. 774. — P. 113—120.
7. How to plant apple trees to reduce replant disease in apple orchard: a study on the phenolic acid of the replanted apple orchard / C. Yin, L. Xiang, G. Wang, Y. Wang, X. Shen, et al. // PLoS One. — 2016. — Vol. 11, N 12. — P. 1—17.
8. Politycka B. Release of phenolic compounds from apple residues decomposing in soil and the influence of temperature on their degradation / B. Politycka, D. Adamaska // Polish Journal of Environmental Studies. — 2003. — Vol. 12, N 1. — P. 95—98.
9. Response of young hydroponically grown tomato plants to phenolic acids / V. Jung, E. Olsson, S. Caspersen, H. Asp, P. Jensen, B.W. Alsanian // Scientia Horticulturae. — 2004. — Vol. 100, N 1—4. — P. 23—37.

Рекомендувала Н.В. Заїменко
Надійшла 27.09.2018

REFERENCES

1. Bityutskii, N. (2014), Mineralnoje pitaniye rastenii [Mineral nutrition of plants]. Sankt-Peterburg: S-Pb. University, 540 p.
2. Grakhov, V.P. (1991), Allelopaticeskaja funktsija fenolinykh soedineniy persika [Allelopathic function of phenolic compounds of peach tree]. Kyiv, 160 p.

3. Zakharov, V.L. (2004), Vliyanije pochvenykh uslovii tambovskoi ravniny na rost i plodonoshenije razlichnykh sortov jabloni [The effect of soil conditions of Tambov valley on the growth and fruiting of different cultivars of apple trees]. Voronezh, 28 p.
4. Moroz, P.A. (1990), Allelopathija v plodovykh sadakh [Allelopathy in fruit gardens]. K.: Nauk. dumka, 208 p.
5. Grodzinskiy, A.M. (1990), Pryamyje metody biotestirovaniya pochvy i metabolitov mikroorganizmov [Direct methods of bioassaying of soil and metabolites of microorganisms]. K.: Nauk. dumka, pp. 121–124.
6. Liu, Z., Wang, X., Ma, H. and Qi, Y. (2008), Analysis of allelochemicals in extracts from peach and their effects on growth of *Amygdalus persica* seedlings. Acta Hort. (ISHS), vol. 774, pp. 113–120.
7. Yin, C., Xiang, L., Wang, G., Wang, Y., Shen, X., et al. (2016), How to plant apple trees to reduce replant disease in apple orchard: A study on the phenolic acid of the replanted apple orchard. PLoS One, vol. 11, N 12, pp. 1–17.
8. Politycka, B. and Adamska, D. (2003), Release of phenolic compounds from apple residues decomposing in soil and the influence of temperature on their degradation. Polish Journal of Environmental Studies, vol. 12, N 1, pp. 95–98.
9. Jung, V., Olsson, E., Caspersen, S., Asp, H., Jensen, P. and Alsanius, B.W. (2004), Response of young hydroponically grown tomato plants to phenolic acids. Scientia Horticulturae, vol. 100, N 1–4, pp. 23–37.

Recommended by N.V. Zaimenko
Received 27.09.2018

Н.П. Дідук, Б.А. Іваницька

Национальный ботанический сад
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛОВ И СМЕСЕЙ НА ИХ ОСНОВЕ НА АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРИКОРНЕВОЙ ПОЧВЫ ПОД 30-ЛЕТНИМИ НАСАЖДЕНИЯМИ ЯБЛОНИ И ПЕРСИКА

Цель — исследовать влияние внесения кремнийсодержащих минералов и органо-минеральных смесей на их основе на улучшение аллелопатического режима прикорневой почвы под 30-летними насаждениями яблони и персика в модельных лабораторных экспериментах.

Материал и методы. Объект исследований — почва корнесодержащего слоя, отобранная из-под 30-летних деревьев яблони и персика из коллекций Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины в фазу набухания почек. Кремнийсодержащие минералы и смеси на их основе вносили в кон-

центрации 1 : 1000 и инкубировали в почве в течение 5 мес. Перед закладкой опытов определяли содержание биогенных элементов, гумуса и реакцию почвенного раствора. В течение периода инкубации каждые 2 нед определяли аллелопатическую активность почвы методом прямого биотестирования. Содержание свободных фенольных соединений в почвенном растворе анализировали через 14 и 104 суток после начала опыта. Статистический анализ результатов проводили с помощью программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel 7.0.

Результаты. Установлено, что все исследованные минералы и смеси на их основе способствовали снижению фитотоксичности грунта и содержания свободных фенольных соединений в почвенном растворе. Диапазон эффекта прямо пропорционально коррелировал с длительностью инкубации в почве. Смесь верхового торфа с трепелом в соотношении 70 : 30 наиболее эффективно улучшала аллелопатический режим почвы из-под старых насаждений яблони и персика.

Вывод. Показана перспективность использования кремнийсодержащих минералов в смеси с торфом и сапропелем для преодоления аллелопатического почвоутомления в 30-летних насаждениях яблони и персика.

Ключевые слова: кремнийсодержащие минералы, органические удобрения, яблоня, персик, прикорневая почва, аллелопатическое почвоутомление.

N.P. Didyk, B.O. Ivanytska

M.M. Gryshko National Botanical Garden,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

THE EFFECT OF SILICEOUS MINERALS AND COMPOSITES ON THEIR BASIS ON ALLELOPATHIC REGIME OF SOIL UNDER 30-year OLD PLANTATIONS OF APPLE AND PEACH TREES

Objective — to study the effect of the application of siliceous minerals and organo-mineral mixtures on their basis to improve allelopathic regime of the rhizosphere soil under 30-year apple and peach trees in the model laboratory experiments.

Material and methods. The object of the study is the rhizosphere soil collected from under the 30-year-old apple and peach trees of the collections of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine at the phase of bud formation. Siliceous minerals and mixtures based on them were applied at a concentration of 1 : 1000 and incubated in the soil for 5 months. Before the experiments started, the content of nutrients, humus and pH of soil solution had been determined. During the incubation period, the allelopathic activity of the soil was determined every two weeks by direct bioassay technique. The content

of free phenolic compounds in the soil solution was analyzed after 14 and 104 days after the start of the experiment. Statistical analysis was conducted using the programs Statistica 10.0 and Microsoft Excel 7.0.

Results. It was established that all investigated minerals and mixtures on their basis contributed to the reduction of phytotoxicity of the soil and the content of free phenolic compounds in the soil solution. The effect size positively correlated with the term of their incubation in the soil. The

mixture of peat with tripoli in the ratio of 70 : 30 was the most effective in improving the allelopathic regime of soil from under the old apple and peach plantings.

Conclusion. The prospects of application of siliceous minerals mixed with peat and spropel to overcome allelopathic soil sickness in 30-year old apple and peach plantings have been shown.

Key words: siliceous minerals, organic fertilizers, apple trees, peach trees, rhizosphere soil, allelopathic soil sickness.

УДК 582.471+581.14+ 581.522.4 (477.63)

І.І. КОРШИКОВ^{1,2}

¹ Донецький ботанічний сад НАН України

Україна, 50089 Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг, вул. Маршака, 16А

² Криворізький ботанічний сад НАН України

Україна, 50089 Дніпропетровська обл., м. Кривий Ріг, вул. Маршака, 50

ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ РОСЛИН ТИСА ЯГІДНОГО (*TAXUS BACCATA* L.) В УМОВАХ КРИВОРІЗЖЯ

Мета — оцінити за комплексом показників життєздатність рослин *Taxus baccata* L. на Криворізжі та можливості його використання в озелененні промислових міст Правобережного Степу.

Матеріал та методи. Об'єкт досліджень — насадження *T. baccata* на території м. Кривий Ріг та в дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України, створені понад 30 років тому. Методи досліджень: візуальні, морфометричні, фізіолого-біохімічні, статистичні.

Результати. Установлено, що *T. baccata* у м. Кривий Ріг трапляється у вигляді куртин, поодиноких рослин біля адміністративних будівель, у парках, лінійних насадженнях, уздовж автомобільних шляхів на відстані 5–10 м. У дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України успішно ростуть п'ять декоративних форм цього виду: 'Aurea Variegata' (2 екз.), 'Dovastonii' (2 екз.), 'Fastigiata' (1 екз.), 'Globosa' (2 екз.), 'Hibernica' (3 екз.), висаджені у 1980-х рр. У 13 міських насадженнях трапляється форма 'Fastigiata' у вигляді кущів із 2–17 скелетними гілками, які мають діаметр в основі 3,4–11,6 см. Висота рослин становить 1,3–5,0 м, а діаметр крони — 1,21–5,07 м. Охвоєність крони висока, а частка пошкодженої хвої низька. Однорічний приріст пагонів становить 22,2–38,5 см, а довжина, ширина і товщина хвої — 21,3–29,4, 2,3–3,0 і 0,5–1,0 мм відповідно. Життєвий стан більшості рослин добрий, як і їх декоративність. Вміст хлорофілу та каротиноїдів у хвої п'яти форм *T. baccata* з дендрарію Криворізького ботанічного саду в листопаді становив відповідно 1,48–2,83 та 0,54–0,92 мг/г сирої речовини, а у рослин, які ростуть у місті, — 1,69–2,81 і 0,61–0,89 мг/г сирої речовини. Вміст води в хвої — 52,2–60,8 %.

Висновки. *T. baccata* в умовах великого промислового міста в степовій зоні України відзначається високою життєздатністю та декоративністю. Його слід значно ширше використовувати в озелененні міст Правобережного Придніпров'я.

Ключові слова: *Taxus baccata* L., життєздатність, декоративність, стійкість, насадження, Кривий Ріг.

Тис ягідний (*Taxus baccata* L.) — релікт дольодовикового періоду, в багатьох країнах охороняється, в Україні занесений до Червоної книги. *T. baccata* — єдиний вид з восьми в роді *Taxus* L., який росте природно в Україні в ізольованих популяціях у Криму та Українських Карпатах. Найбільший осередок цього виду — в ботанічному заказнику загальнодержавного значення «Княздвірський», розташованому на території Печеніжинського лісництва Коломийського держлісгоспу в Івано-Франківській області, площа якого становить 208 га. Цей рідкісний для України вид належить до найбільш тіньовитривалих і в Карпатах може рости під наметом ялицево-букових насаджень [3].

T. baccata поширений в районах Англії з відносно м'якою зимою, у графствах зі значною кількістю опадів, високою вологістю повітря і частими туманами. Екологічними бар'єрами природного поширення цього виду в Європі є суворий континентальний клімат, низькі температури на півночі та тривалі посухи і високі температури на півдні. Обмежують поширення *T. baccata* в природних оселищах холодні сильні вітри навесні. В Англії найкраще росте на гірських схилах південної і східної експозиції, де менший вплив вітру та висока сонячна інсоляція. Деревостани *T. baccata* частіше трапляються на вапнякових сухих схилах, а також на багатих кремнеземом ґрунтах, хоча цей вид не вибагливий до ґрунтів і успішно може рости як на багатих, так і на бідних ґрунтах.

© І.І. КОРШИКОВ, 2019

T. baccata належить до надзвичайно довговічних видів, а найстаріші дерева, вік яких може перевищувати 3000—5000 років, ростуть у Фортенгальському лісі в Шотландії. В Криму 7 екземплярів віком 600—1500 років ростуть у зоні природного поширення цього виду на Південному березі. До старовікових дерев належать такі, які мають діаметр стовбура 2,5 м на висоті 1,3 м, а довговічними в насадженнях уважаються екземпляри, яким понад 100 років. Такі дерева *T. baccata* рідко трапляються в дендраріях, арборетумах та інших насадженнях наукових установ України. У Німеччині групою науковців-ентузіастів створене європейське «Товариство друзів тису» (Eibenfreunde), яке координує вивчення, збереження, охорону, розмноження та відновлення *T. baccata* в європейських природних ареалах (www.eibenfreunde.net).

За межами Англії *T. baccata* формує одноствовбурні дерева лише під впливом морського клімату в Криму і на Кавказі. На Західному Кавказі виявлено 86 ценопопуляцій *T. baccata*, де він трапляється окремими деревами, невеликими і відносно великими групами, які займають площу близько 15,5 га. В оптимальних умовах природного ареалу з річною кількістю опадів понад 800 мм рослин досягають у висоту до 32 м з діаметром стовбура близько 2,5 м [4]. Відновлення виду відсутнє в половині популяцій, а у решті спостерігається у невеликій кількості, лише в трьох становило до 31 молодої особини на популяцію [5].

У культуру на території України *T. baccata* введено у XVIII ст. Цей вид використовували при озелененні панських маєтків. Нині в Україні виявлено сім форм, і лише деякі з них зрідка трапляються в насадженнях населених міст.

T. baccata вирощують у 14 ботанічних установах у Правобережному Лісостепу України. Вид відзначається високою зимостійкістю (3—4 бали), за винятком окремих культиварів. Вплив літньої посухи на види, гібриди та культивари роду *Taxus* незначний, здебільшого вони виявляють високу посухостійкість (4—5 балів) [1]. *T. baccata* може переносити в зимовий період температури до -25°C , невибагливий до

родючості ґрунтів. У дендронасадженнях наукових установ у Лісостепу України вид трапляється як типове одноствовбурне, багатостовбурне та кущоподібне дерево. Для *T. baccata* характерна висока порослева активність, яка зберігається до глибокої старості [2]. В умовах інтродукції генеративний стан у рослин настає у віці 10—15 років [1].

У колекції Криворізького ботанічного саду НАН України (КБС) представлені п'ять форм *T. baccata* ('Aurea Variegata', 'Dovastonii', 'Fastigiata', 'Globosa', 'Hibernica'), висаджені у 1985 р. [6]. Нині рослини цих форм ростуть у дендрарії Саду. У 1980—1990-х рр. *T. baccata* використовували в озелененні великого промислового міста в степовій зоні — Кривого Рогу. Поодинокі рослини, куртини та лінійні насадження трапляються в парках, біля адміністративних будівель, уздовж автомобільних доріг на відстані 5—10 м від них.

Мета роботи — оцінити за комплексом показників життєздатність *T. baccata* на Криворіжжі та можливість його використання в озелененні промислових міст Правобережного Степу.

Матеріал та методи

Об'єкт досліджень — *T. baccata* та п'ять його форм: 'Aurea Variegata' (2 екз.), 'Dovastonii' (2 екз.), 'Fastigiata' (1 екз.), 'Globosa' (2 екз.), 'Hibernica' (3 екз.) з дендрарію КБС, саджанці яких були отримані з Гермаківського лісництва (Тернопільська обл.) у 1985 р., та рослини *T. baccata* в 14 насадженнях біля адміністративних будівель та вздовж вулиць у м. Кривий Ріг.

Упродовж 2017 р. визначали висоту рослин, розміри крони в двох напрямках (північ—південь та схід—захід), кількість скелетних гілок, їх діаметр біля основи, густоту стояння гілок, охопленість (за 10-бальною шкалою), частку пошкодженої хвої, декоративність. Вимірювали однорічний приріст, довжину, товщину та ширину хвої за допомогою штангенциркуля, сиру та суху масу 20 хвоїнок (у листопаді), наявність мікростробілів та ягід. У хвої першого року життя в листопаді досліджували вміст хлорофілу та каротиноїдів за методикою А.Р. Wellburn (1994) [8].

Статистичну обробку здійснювали із використанням комп'ютерних програм.

Результати та обговорення

У 13 насадженнях *T. baccata* у м. Кривий Ріг трапляється лише одна форма — 'Fastigiata'. Загалом морфометричні показники визначено у 175 рослин. Їх кількість у 9 насадженнях варіювала від 4 до 10 особин, а в решті — від 16 до 39 особин (табл. 1). У районах міста трапляються поодинокі рослини цього виду, переважно біля адміністративних будівель. За винятком одного насадження, де є дерева *T. baccata* (5 екз. зі стовбуром висотою 1,0—1,5 м), в інших наявні лише кущоподібні рослини, від кореневої шийки яких відходять 2—17 скелетних гілок. У рослин у межах насадження кількість скелетних гілок також варіює, мінімальна їх кількість становить 2-3. Середній діаметр скелетних гілок біля основи варіює у широкому діапазоні — від 3,4 до 11,6 см, а коефіцієнт варіації (CV) цього показника становить 13,6—23,5 %. Мінімальна середня висота рослин дорівнює 1,29 м, а максимальна — 4,96 м. Середні розміри крони також варіюють у широкому діапазоні: північ/південь — 1,32—5,07 м, схід/захід — 1,21—4,93 м. Усі біометричні показники залежать від віку рослин, який наближався до 30 років. Найменша розмірність рослин у деяких парках («Шахтарський», «Тернівський») пов'язана зі стихійною їх обрізкою відвідувачами для комерційних потреб.

Отже, більшість рослин *T. baccata* в насадженнях м. Кривого Рогу досить розвинені та не мають ознак пригнічення їх росту. У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України ростуть 5 різностатевих особин *T. baccata* віком близько 60 років, висота яких становить 6,5—8,0 м, а діаметр стовбура 29,9—42,3 см [7]. Екземпляр віком 130—150 років у Ботанічному саду імені акад. О.В. Фоміна мав висоту 5 м [1].

У 1960 р. у Валя-Кузьмінському лісництві Чернівецького лісгоспу було проведено обстеження 265 дерев *T. baccata* різного віку. Це єдиний осередок на Буковині, де збереглась у первинному стані ця рідкісна деревна порода. Максимальна висота дерев досягала 10,5 м, а

діаметр стовбура — 22 см. Частка дерев у популяції заввишки 7,0—10,5 м становила 10 %, 3,0—6,5 м — 63 %, 1,0—2,5 м — 27 %. У старших дерев виявлено багатoverшинність. Молоді дерева *T. baccata* заввишки 0,5 м, котрі зростали під покривом букового насадження, були явно пригнічені, а в більш вікових рослин відзначено суховершинність (10—20 см). Здорові неушкоджені дерева малозбіжні, без сучків уздовж стовбура, тонкі та стрункі, щорічний приріст — 5—20 см.

Охвоєність крони рослин у більшості насаджень висока — 8—10 балів, у трьох насадженнях в окремих рослин — 5—6 балів. Частка пошкодженої хвої у рослин у більшості насаджень становить 0—10 % і лише в трьох — 25—40 %. Декоративність половини насаджень є високою — 5 балів, ще п'яти — хорошою (4 бали), двох — задовільною (3 бали), одного — незадовільною (2 бали) через стихійне обламування гілок рослин у парку.

Форми *T. baccata*, які ростуть у дендрарії КБС, відрізняються не лише за забарвленням хвої, а і за її морфологічними параметрами (табл. 2). Так, у виду *T. baccata* відзначено максимальну довжину і товщину хвої, а максимальну ширину — у форми 'Aurea Variegata'. Значно меншу хвою за довжиною мали дві форми — 'Globosa' та 'Hibernica'. За шириною хвої, за винятком 'Aurea Variegata', форми мало відрізнялись, як і за товщиною хвої. Максимальний річний приріст відзначено у 'Hibernica' (23,0 см) і 'Fastigiata' (22,7 см), а мінімальний — у 'Aurea Variegata' (15,3 см). Рослини форми 'Fastigiata', які ростуть у насадженнях міста, мали приблизно таку саму, зрідка — значно більшу довжину та ширину хвої, але в більшості випадків меншу її товщину. У восьми міських насадженнях річний приріст бічних пагонів був більшим, ніж у рослин у КБС. Коефіцієнт варіації досліджуваних показників у рослин форми 'Fastigiata' в міських насадженнях мав зазвичай низькі або середні значення.

Форми *T. baccata*, які ростуть у дендрарії КБС, відрізнялися за масою свіжої та висушеної до постійної ваги дворічної хвої (табл. 3). Максимальними ці показники були у виду,

Таблиця 1. Біоморфологічна характеристика *Taxus baccata* L. у насадженнях м. Кривий Ріг, 2017 р.
Table 1. Biomorphologic characteristics of *Taxus baccata* L. in plantations of Kryvyi Rih city, 2017

Місце зростання	Кількість кущів у куртині/на ділянці		Висота куща, м		Розміри крони, м				Скелетні гілки		Декоративність, бал	Охвоєність, бал	Частка пошкодженої хвої, %
	M ± m	CV, %	M ± m	CV, %	північ / південь	схід/захід		кількість	діаметр, см				
						M ± m	CV, %			M ± m			
Тернівський район, <i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'													
Палац культури ПРАТ «ПВНГЗК»	7	3,99 ± 0,13	3,4 ± 0,40	9,5 ± 0,13	4,24 ± 0,40	9,5 ± 0,13	9,1 ± 0,13	9,1 ± 0,13	9,22 ± 1,34	14,5	5	10	0–10
Зупинка «Пляжна», вул. Ухомського, 10	10	3,53 ± 0,56	15,8 ± 3,51	69,3 ± 1,31	5,07 ± 3,51	69,3 ± 1,31	26,6 ± 1,31	26,6 ± 1,31	10,54 ± 2,40	22,8	4	8	25
Парк «Північний», 9-й квартал	10	4,06 ± 1,45	35,8 ± 1,45	35,7 ± 1,5	4,2 ± 1,5	35,7 ± 1,5	38,1 ± 1,62	38,1 ± 1,62	11,60 ± 2,15	18,5	5	9	5–10
17-й квартал, вул. Грицевця, 9	9	2,80 ± 0,31	11,1 ± 0,31	6,4 ± 0,20	3,13 ± 0,20	6,4 ± 0,20	7,9 ± 0,20	7,9 ± 0,20	10,16 ± 1,82	22,3	4	9–10	
Зупинка «Косипіна», вул. С. Колачевського	8	3,20 ± 0,41	12,8 ± 0,41	6,3 ± 0,20	3,18 ± 0,20	6,3 ± 0,20	7,7 ± 0,20	7,7 ± 0,20	8,93 ± 1,77	19,8	4	9–10	5
9-й квартал, вул. Черкасова, 9	4	4,30 ± 0,06	1,4 ± 0,06	7,6 ± 0,34	4,53 ± 0,34	7,6 ± 0,34	22,9 ± 0,99	22,9 ± 0,99	9,30 ± 0,03	0,4	3	9–10	5–10
Перехрестя вулиць Мусоргського і Тімірязєва	21	4,96 ± 0,25	5,0 ± 0,25	13,5 ± 0,95	4,03 ± 0,95	13,5 ± 0,95	21,2 ± 1,20	21,2 ± 1,20	11,30 ± 1,88	17,0	4	8–9	5–30
Управління ПРАТ «ПВНГЗК»	39	4,81 ± 0,46	10,5 ± 0,46	1,4 ± 0,35	4,52 ± 0,35	1,4 ± 0,35	1,4 ± 0,06	1,4 ± 0,06	4,30 ± 0,06	1,4	5	10	0–5
<i>Taxus baccata</i> 'Prostrata'													
Парк «Тернівський» вул. Карбишева	8	2,44 ± 0,22	9,2 ± 0,22	17,4 ± 0,28	2,36 ± 0,40	17,4 ± 0,28	12,8 ± 0,28	12,8 ± 0,28	7,63 ± 1,65	12,5	3	6–8	10–40
Покровський район, <i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'													
Парк «Шахтарський»	16	1,29 ± 0,04	2,7 ± 0,04	5,0 ± 0,03	1,32 ± 0,07	5,0 ± 0,03	2,7 ± 0,03	2,7 ± 0,03	3,39 ± 0,75	22,2	2	6–9	5–10
Вул. Мусоргського, 14А	17	2,92 ± 0,20	6,7 ± 0,20	6,7 ± 0,26	3,84 ± 0,26	6,7 ± 0,26	3,27 ± 0,24	7,4 ± 0,24	9,10 ± 1,85	20,3	5	5–10	5–10
Виконком Покровського району, вул. Шурупова, 2	10	3,60 ± 0,21	5,9 ± 0,21	12,0 ± 0,37	3,10 ± 0,37	12,0 ± 0,37	13,7 ± 0,37	13,7 ± 0,37	9,70 ± 2,15	13,6	5	9–10	5–10

Продовження табл. 1 / Continuation of the table 1

Місце зростання	Кількість кущів у куртині/на ділянці	Висота куща, м		Розміри крони, м				Скелетні гілки			Декоративність, бал	Охвоеність, бал	Частка пошкодженої хвої, %
		M ± m	CV, %	північ / південь	схід/захід	кількість	діаметр, см						
							M ± m	CV, %	M ± m	CV, %			
Довгинцівський район, <i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'													
Виконком Довгинцівського району, Дніпровське шосе	9	3,91 ± 0,20	5,1	3,62 ± 0,31	8,6	3,04 ± 0,31	10,2	8–12	13,10 ± 1,43	10,9	5	10	0–5
Автовокзал	7	4,17 ± 0,05	1,2	4,07 ± 0,53	13,0	3,86 ± 0,53	13,7	8–13	11,96 ± 1,44	12,0	5	10	0–5
Вул. Блохера, 1	1	3,5		5,8		4,2		14	10,13 ± 1,96	15,8	5	10	5
Металургійний район, <i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata'													
Сквер імені 60-річчя Перемоги, вул. Степана Тіляги	1	2,6		4,10		3,50		3	5,70 ± 0,28	4,9	4	8	5

значно меншими — в усіх форм, але за відносним вмістом води вони практично не відрізнялися. Маса свіжої хвої у рослин з п'яти міських насаджень була суттєво більшою, з двох — суттєво меншою порівняно з рослинами форми 'Fastigiata' у КБС. Суха маса хвої була меншою у рослин лише двох міських насаджень порівняно з рослинами з КБС. У рослин із семи насаджень відносна обводненість хвої була меншою, ніж у рослин форми 'Fastigiata' в КБС.

Форми *T. baccata* дещо відрізняються за забарвленням хвої, особливо 'Aurea Variegata', у якої хвоя є золотисто-строкатою. Тому в листопаді було проведено дослідження вмісту фотосинтезуючих пігментів у хвої різних форм (табл. 4). Як і очікувалося, найменший вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми зафіксовано у рослин форми 'Aurea Variegata'.

Близькою до 'Aurea Variegata' за рівнем вмісту хлорофілів і каротиноїдів була форма 'Hibernica'. Ці дві форми мали менший вміст хлорофілу *a* в 1,32–1,79 разу, хлорофілу *b* — у 1,13–1,87 рази, суми хлорофілів — у 1,39–1,91 разу, суми каротиноїдів — у 1,26–1,70 разу порівняно з рослинами інших форм. Найвищий вміст хлорофілу відзначено в хвої 'Fastigiata', а каротиноїдів — у хвої 'Dovostonii'.

Визначення сезонної динаміки вмісту хлорофілу та каротиноїдів у хвої *Picea abies* (L.) Karst. і *P. koraiensis* Nakai у Приморському краї виявило, що максимальне їх накопичення припадає на листопад. Величина співвідношення хлорофіл *a* /хлорофіл *b*, за яким оцінюють сформованість фотосинтетичного апарату, становила в досліджуваних форм *T. baccata* 1,8–2,3, а співвідношення суми хлорофілів до каротиноїдів — 2,7–3,3.

Вміст зелених пігментів і каротиноїдів в асиміляційних органах є одним з важливим показників реакції рослин за зміни екологічних чинників довкілля та відображує ступінь їх адаптованості до умов зростання. Згідно з отриманими нами даними, рівень вмісту «головного» хлорофілу *a*, за винятком насадження на вул. Мусоргського, в решті місцезростань *T. baccata* 'Fastigiata' на території міста був меншим порівняно з рослинами у КБС і становив

Таблиця 2. Морфометричні параметри хвої та однорічний приріст рослин *Taxus baccata* L. у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України та насадженнях м. Кривий Ріг

Table 2. Morphometric parameters of needles and annual growth rate of *Taxus baccata* L. plants in the arboretum of Kyyuyi Rih Botanical Garden as well as in plantations of Kyyuyi Rih city

№ з/п	Видова форма, місце зростання	Довжина хвої, мм		Ширина хвої, мм		Товщина хвої, мм		Однорічний приріст, см	
		M ± m	CV, %	M ± m	CV, %	M ± m	CV, %	M ± m	CV, %
Криворізький ботанічний сад НАН України									
1	<i>Taxus baccata</i>	23,10 ± 0,04	8,9	2,20 ± 0,03	6,6	1,00 ± 0,03	14,2	18,7 ± 1,4	13,6
2	<i>T. baccata</i> 'Aurea Variegata'	19,8 ± 0,4	10,5	2,70 ± 0,06	12,0	0,90 ± 0,02	14,0	15,3 ± 1,2	13,2
3	<i>T. baccata</i> 'Hibernica'	17,4 ± 0,4	9,6	2,00 ± 0,02	5,0	0,80 ± 0,03	23,7	23,0 ± 2,9	21,7
4	<i>T. baccata</i> 'Globosa'	16,8 ± 0,3	8,5	2,20 ± 0,03	6,6	1,00 ± 0,03	2,4	20,5 ± 0,3	2,4
5	<i>T. baccata</i> 'Dovastonii'	21,7 ± 0,6	14,2	2,40 ± 0,07	15,4	0,90 ± 0,03	18,7	18,8 ± 1,4	12,6
6	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata'	20,0 ± 0,3	6,8	2,40 ± 0,04	9,8	1,00 ± 0,03	14,2	22,7 ± 0,9	6,7
Насадження м. Кривий Ріг									
7	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', Рокувата, перехрестя вулиць Мусорг- ського та Тімірязєва	25,0 ± 0,5	10,0	3,00 ± 0,04	7,9	1,00 ± 0,01	6,8	31,3 ± 0,4	2,4
8	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', управління ПРАТ «ПІВНГЗК»	29,3 ± 0,7	12,8	2,70 ± 0,03	5,2	0,90 ± 0,02	12,6	22,2 ± 3,4	26,7
9	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', зуп. «Пляжна»	26,7 ± 0,6	11,4	3,00 ± 0,07	12,9	0,90 ± 0,02	14,1	36,8 ± 1,4	6,7
10	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', парк «Північний», 9-й квартал	29,4 ± 0,8	14,7	2,60 ± 0,05	10,1	0,80 ± 0,03	18,6	21,7 ± 1,4	11,4
11	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', вул. Мусоргського, 14А	22,9 ± 0,5	11,4	2,40 ± 0,03	7,4	0,60 ± 0,03	23,1	34,0 ± 1,2	5,9
12	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', парк «Шахтарський»	24,0 ± 1,5	33,3	2,40 ± 0,05	11,5	0,50 ± 0,02	17,3	38,5 ± 6,1	27,6
13	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', вул. Косигіна	27,8 ± 0,7	14,4	2,60 ± 0,03	5,7	0,70 ± 0,02	14,4	34,8 ± 4,5	22,3
14	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', парк «Тернівський»	22,7 ± 0,7	16,6	2,40 ± 0,04	9,0	0,70 ± 0,02	21,0	31,8 ± 3,1	16,7
15	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', Довгинцево, Дніпровське шосе	21,3 ± 0,5	11,6	2,40 ± 0,03	6,1	0,70 ± 0,02	15,1	31,7 ± 3,8	12,1
16	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', сквер імені 60-річчя Перемоги, вул. Степана Тільги	23,1 ± 0,7	15,8	2,30 ± 0,03	6,6	0,70 ± 0,02	17,1	33,7 ± 2,9	15,0

1,15—1,95 мг/г сирової речовини (табл. 5). Те саме стосується вмісту хлорофілу *b* (0,54—0,86 мг/г сирової речовини) та суми хлорофілів (1,69—2,81). У хвої рослин із чотирьох насаджень (зупинки «Веселі Терни» і «Пляжна», парки «Шахтарський» та Управління ПРАТ «ПІВНГЗК») відзначено менший вміст хлорофілів (1,69—2,08 мг/г сирової речовини) порівняно з рештою насаджень (2,22—2,8 мг/г сирової речовини), хоча величина співвідношення

хлорофіл *a* /хлорофіл *b* (2,1—2,6) відповідає нормі (2,2—3,0). Вміст каротиноїдів у хвої *Taxus baccata* 'Fastigiata' у рослин з 10 насаджень варіював від 0,61 до 0,89 мг/г сирової речовини і був на 1—32 % меншим порівняно з рослинами з КБС. Найменше каротиноїдів було в хвої тих рослин, у яких був найнижчий рівень хлорофілів. Величина співвідношення (хлорофіл *a*+ хлорофіл *b*): каротиноїди у 10 насадженнях становила 2,8—3,4, тобто несуттєво відрізня-

Таблиця 3. Маса свіжої та висушеної хвої, вміст води в рослин *Taxus baccata* L. у дендрарії Криворізького ботанічного саду та насадженнях м. Кривий Ріг

Table 3. The mass of raw and dried needles, water content within *Taxus baccata* L. plants in the arboretum of Kryvyi Rih Botanical Garden and in plantations of Kryvyi Rih city

№ з/п	Форма, місце зростання	Вага 20 хвоїнок		Вміст води в хвої	
		сирової речовини, г	сухої речовини, г	г	%
Криворізький ботанічний сад НАН України					
1	<i>Taxus baccata</i>	0,4683 ± 0,0149	0,1894 ± 0,0054	0,2790 ± 0,0102	59,20 ± 0,56
2	<i>T. baccata</i> 'Aurea Variegata'	0,3773 ± 0,0238	0,1526 ± 0,0081	0,2247 ± 0,0158	59,4 ± 0,5
3	<i>T. baccata</i> 'Hibernica'	0,2562 ± 0,0209	0,1043 ± 0,0083	0,1519 ± 0,0126	59,30 ± 0,07
4	<i>T. baccata</i> 'Globosa'	0,2129 ± 0,0076	0,0871 ± 0,0028	0,1258 ± 0,0049	59,10 ± 0,15
5	<i>T. baccata</i> 'Dovastonii'	0,3214 ± 0,0052	0,1351 ± 0,0022	0,1863 ± 0,0032	58,00 ± 0,23
6	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata'	0,3782 ± 0,0091	0,1563 ± 0,0035	0,2219 ± 0,0058	58,70 ± 0,29
Насадження м. Кривий Ріг					
7	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', Рокувата, перехрестя вулиць Мусоргського та Тімірязєва	0,4404 ± 0,0108	0,1720 ± 0,0038	0,2684 ± 0,0072	60,80 ± 0,25
8	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', управління ПРАТ «ПІВНГЗК»	0,4791 ± 0,0127	0,2146 ± 0,0055	0,2645 ± 0,0074	55,20 ± 0,22
9	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', зуп. «Пляжна»	0,4316 ± 0,0178	0,1991 ± 0,0082	0,2325 ± 0,0099	53,90 ± 0,36
10	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', парк «Північний», 9-й квартал	0,3660 ± 0,0153	0,1714 ± 0,0065	0,1947 ± 0,0099	53,10 ± 0,79
11	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', вул. Мусоргського, 14А	0,2406 ± 0,0205	0,0903 ± 0,0067	0,1503 ± 0,0140	62,3 ± 0,7
12	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', парк «Шахтарський»	0,3121 ± 0,0053	0,1303 ± 0,0022	0,1818 ± 0,0034	58,20 ± 0,27
13	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', вул. Косигіна	0,4519 ± 0,0106	0,2164 ± 0,0077	0,2355 ± 0,0029	52,20 ± 0,56
14	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', парк «Тернівський»	0,4391 ± 0,0278	0,2031 ± 0,0106	0,2360 ± 0,0173	53,50 ± 0,68
15	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', Довгинцево, Дніпровське шосе	0,3821 ± 0,0160	0,1669 ± 0,0075	0,2152 ± 0,0086	56,40 ± 0,24
16	<i>T. baccata</i> 'Fastigiata', сквер імені 60-річчя Перемоги, вул. Степана Тільги	0,3548 ± 0,0127	0,1646 ± 0,0051	0,1902 ± 0,0076	53,50 ± 0,29

лася в різних насадженнях. Вважають, що це співвідношення відображає чутливість реагування фотосинтетичного апарату рослин на вплив несприятливих чинників довкілля. Зменшення значень цього співвідношення може свідчити про зменшення світлозбираючої функції пігментного компонента рослин.

Висновки

Таким чином, *T. baccata* в умовах м. Кривий Ріг відзначається високим рівнем життєздатності та є перспективним новим видом для використання в зелених насадженнях міста як високодекоративний літньо-зимово-зелений вид.

Таблиця 4. Вміст хлорофілу та каротиноїдів у хвої рослини форм *Taxus baccata* у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України, мг/г сирової речовини

Table 4. Content of chlorophyll and carotenoids within the needles of *Taxus baccata* forms in the arboretum of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine, mg/g of raw matter

Форма	Хлорофіл			a/b	Сума каротиноїдів	a + b / каротиноїди
	a	b	a + b			
<i>Taxus baccata</i> L.	1,440 ± 0,003	0,620 ± 0,003	2,060 ± 0,003	2,3	0,680 ± 0,001	3,0
'Aurea Variegata'	1,000 ± 0,006	0,470 ± 0,013	1,480 ± 0,013	2,1	0,540 ± 0,005	2,7
'Dovastonii'	1,830 ± 0,011	0,820 ± 0,009	2,660 ± 0,014	2,2	0,920 ± 0,007	2,9
'Fastigiata'	1,950 ± 0,018	0,880 ± 0,018	2,830 ± 0,023	2,2	0,900 ± 0,010	3,1
'Globosa'	1,480 ± 0,010	0,840 ± 0,033	2,310 ± 0,031	1,8	0,700 ± 0,003	3,3
'Hibernica'	1,090 ± 0,010	0,530 ± 0,006	1,610 ± 0,016	2,1	0,580 ± 0,050	2,8

Таблиця 5. Вміст хлорофілу та каротиноїдів у хвої форми *Taxus baccata* 'Fastigiata' в насадженнях м. Кривий Ріг, мг/г сирової речовини

Table 5. Content of chlorophyll and carotenoids within the needles of *Taxus baccata*'s «Fastigiata» form in various plantations of Kryvyi Rih city, mg/g of raw matter

Місце зростання	Хлорофіл			a/b	Сума каротиноїдів	a + b / каротиноїди
	a	b	a + b			
Вул. Ухтомського, 10 (зуп. «Пляжна»)	1,49 ± 0,01	0,56 ± 0,01	2,05 ± 0,02	2,6	0,66 ± 0,01	3,1
Парк «Північний», 9-й квартал	1,50 ± 0,01	0,57 ± 0,01	2,08 ± 0,01	2,6	0,65 ± 0,01	3,2
Зуп. «Веселі Терни»	1,15 ± 0,03	0,54 ± 0,02	1,69 ± 0,05	2,1	0,61 ± 0,01	2,8
Вул. С. Колачевського (зуп. «Чарівна»)	1,67 ± 0,02	0,70 ± 0,01	2,38 ± 0,02	2,4	0,78 ± 0,01	3,0
Управління ПРАТ «ПІВНГЗК»	1,71 ± 0,01	0,72 ± 0,01	2,42 ± 0,01	2,4	0,73 ± 0,01	3,3
Перехрестя вулиць Мусоргського і Тімірязєва	1,66 ± 0,01	0,70 ± 0,01	2,06 ± 0,01	2,4	0,68 ± 0,01	3,4
Парк «Шахтарський»	1,33 ± 0,04	0,56 ± 0,02	1,90 ± 0,07	2,4	0,63 ± 0,02	3,0
Вул. Мусоргського, 14А	1,95 ± 0,04	0,86 ± 0,03	2,81 ± 0,07	2,3	0,82 ± 0,02	3,4
Виконком Довгинцівського р-ну, Дніпровське шосе	1,76 ± 0,03	0,81 ± 0,02	2,57 ± 0,05	2,2	0,89 ± 0,02	2,9
Сквер імені 60-річчя Перемоги, вул. Степана Тільги	1,52 ± 0,02	0,69 ± 0,01	2,22 ± 0,03	2,2	0,74 ± 0,01	3,0

В умовах Криворізького ботанічного саду, як і в більшості міських насаджень, характеризується хорошим (як для цього виду) ростом, хоча є менш адаптованим видом порівняно з Національним ботанічним садом імені М.М. Гришка НАН України, де виявлено 60 особин самосіву [7].

В умовах Правобережного Придніпров'я *T. baccata* може успішно рости насамперед у місцях, захищених від холодних вітрів узимку та суховіїв влітку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бойко Н.С. Рід Тис (*Taxus* L.) в Правобережному Лісостепу України: інтродукція, біолого-екологічні особливості, використання: Авторефер. дис. канд. біол. наук: 03.00.05 / Національний ботанічний сад НАН України ім. М.М.Гришка / Н.С. Бойко. — К., 2014. — 20 с.
2. Гиндич О.В. Тис на Буковині / О.В. Гиндич // Укр. ботан. журн. — 1960. — Т. 17, № 4. — С. 82—84.
3. Марченко О.М. Тис ягідний — цінний релікт третинного періоду / О.М. Марченко, В.В. Павлюк // Наук. вісн. Укр. держ. лісотехніч. ун-ту. — 2004. — Вип. 14.6. — С. 35—40.
4. Омарова П.К. Тис ягодный (*Taxus baccata* L.) в широколиственных лесах предгорного Дагестана / П.К. Омарова, З.М. Асадулаев // Известие Самарского научного центра РАН. — 2012. — Т. 14, № 1. — С. 1998—2001.
5. Резчикова О.Н. Тис ягодный на Западном Кавказе / О.Н. Резчикова // Тр. Кавказ. гос. природного биосферного заповедника. — Майкоп: Графика, 2013. — Вып. 20. — С. 197—203.
6. Федоровский В.Д. Древесные растения Криворожского ботанического сада. Итоги интродукции (за 25 лет) / В.Д. Федоровский, А.Е. Мазур. — Днепропетровск: Проспект, 2007. — 256 с.
7. Шиндер О.І. Інтродукційна популяція *Taxus baccata* L. у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України / О.І. Шиндер, О.О. Рак // Інтродукція рослин. — 2017. — Вип. 2 (74). — С. 17—25.
8. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophyll *a* and *b*, as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution / A.R. Wellburn // J. Plant Physiol. — 1994. — Vol. 144. — P. 307—313.

Рекомендував Ю.О. Клименко
Надійшла 15.06.2018

REFERENCES

1. Boyko, N.S. (2014), Rid Tys (*Taxus* L.) v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: introduktsiya, bioloho-ekolohichni osoblyvosti, vykorystannya [The genus Yew (*Taxus* L.) in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: introduction, biologic and ecologic peculiarities, use]: avtorefer. dys. kand. byol. nauk: 03.00.05 [Cand. Sci. Diss. Abstract: 03.00.05. Kyiv, Hryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine], 20 p.
2. Hyndych, O.V. (1960), Tys na Bukovyni [The yew in Bukovina]. Ukr. botan. zhurn. [Ukr. Botan. J.], vol. 17, N 4, pp. 82—84.
3. Marchenko, O.M. and Pavlyuk, V.V. (2004), Tys yahidnyi — tsinnyi relikht tretynnoho periodu [The common yew — a valuable relict of Tertiary period]. Naukovyi visnyk Ukrainkoho derzhavnoho lisotekhnichnoho universytetu [Bulletin of Ukrainian State Forestry Technical University], vol. 14.6, pp. 35—40.
4. Omarova, P.K. and Asadulaev, Z.M. (2012), Tys yahidnyi (*Taxus baccata* L.) v shirokolystvennykh lesakh predgornogo Dagestana [The common yew (*Taxus baccata* L.) in the broad-leaved forests of Dagestan foothills]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossyiskoy akademii nauk [Proceedings of Samara Scientific Centre of Russian Academy of Sciences], vol. 14, N 1, pp. 1998—2001.
5. Rezchikova, O.N. (2013), Tis yagodnyi na Zapadnom Kavkaze [The common yew in Western Caucasus]. Trudy Kavkazskogo gosudarstvennogo prirodnoho biosfernoho zapovednika [Proceedings of Caucasian State Natural Biosphere Reserve]. Maykop: Grafika, vol. 20, pp. 197—203.
6. Fedorovskij, V.D. and Mazur, A.E. (2007), Drevesnye rasteniya Krivorozhskogo botanicheskogo sada. Itogi introduktsii (za 25 let) [Tree plants of Kryvyi Rih Botanical Garden. Results of introduction (for 25 year)]. Dnepropetrovsk: Prospekt, 256 p.
7. Shynder, O.I. and Rak, O.O. (2017), Introduktsiyna populyatsiya *Taxus baccata* L. u Natsionalnomu botanichnomu sadu imeni M.M. Hryshka NAN Ukrainy [Introduced population of *Taxus baccata* L. in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]. Introduktsiya roslyn [Plant Introduction], vol. 2 (74), pp. 17—25.
8. Wellburn, A.R. (1994), The spectral determination of chlorophyll *a* and *b*, as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. J. Plant Physiol., vol. 144, pp. 307—313.

Recommended by Yu.O. Klymenko
Received 15.06.2018

И.И. Коршиков^{1,2}

¹ Донецкий ботанический сад НАН Украины, Украина, Днепропетровская область, г. Кривой Рог

² Криворожский ботанический сад НАН Украины, Украина, Днепропетровская область, г. Кривой Рог

ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ РАСТЕНИЙ ТИСА ЯГОДНОГО (*TAXUS BACCATA* L.) В УСЛОВИЯХ КРИВОРОЖЬЯ

Цель — оценить по комплексу показателей жизнеспособность *Taxus baccata* L. на Криворожье и возможности его использования в озеленении промышленных городов Правобережной Степи.

Материал и методы. Объект исследования — насаждения *T. baccata* на территории г. Кривой Рог и в дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины, созданные более 30 лет назад. Методы исследований: визуальные, морфометрические, физиолого-биохимические, статистические.

Результаты. Установлено, что *T. baccata* в г. Кривой Рог встречается в виде куртин, одиночных растений возле административных зданий, в парках, линейных насаждениях, вдоль автомобильных дорог на расстоянии 5—10 м. В дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины успешно растут пять декоративных форм этого вида: 'Aurea variegata' (2 экз.), 'Dovastonii' (2 экз.), 'Fastigiata' (1 экз.), 'Globosa' (2 экз.), 'Hibernica' (3 экз.), высаженные в 1980-х гг. В 13 насаждениях города встречается форма 'Fastigiata' в виде кустов с 2—17 скелетными ветвями, имеющими диаметр у основы 3,4—11,6 см. Высота растений составляет 1,3—5,0 м, а диаметр кроны — 1,21—5,07 м. Охвоенность кроны высокая, а доля поврежденной хвои низкая. Годичный прирост побегов составляет 22,2—38,5 см, а длина, ширина и толщина хвои — 21,3—29,4, 2,3—3,0 и 0,5—1,0 мм соответственно. Жизненное состояние большинства растений хорошее, как и их декоративность. Содержание хлорофилла и каротиноидов в хвое пяти форм *T. baccata* из дендрария Криворожского ботанического сада в ноябре составляло соответственно 1,48—2,83 та 0,54—0,92 мг/г сырого вещества, а у растений, растущих в городе, — 1,69—2,81 и 0,61—0,89 мг/г сырого вещества. Содержание воды в хвое — 52,2—60,8%.

Выводы. *T. baccata* в условиях крупного промышленного города в степной зоне Украины характеризуется высокой жизнеспособностью и декоративностью. Его следует значительно шире использовать в озеленении городов Правобережного Приднепровья.

Ключевые слова: *Taxus baccata* L., жизнеспособность, декоративность, устойчивость, насаждения, Кривой Рог.

I.I. Korshykov^{1,2}

¹ Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Dnipropetrovsk Region, Kryvyi Rih

² Kryvyi Rih Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Dnipropetrovsk Region, Kryvyi Rih

VIABILITY OF COMMON YEW (*TAXUS BACCATA* L.) PLANTS IN CONDITIONS OF KRYVYI RIH

Objective — to estimate the viability of *Taxus baccata* L. by complex of indices in Kryvyi Rih area and the possibilities of its use to green the industrial cities of Right-Bank Steppe.

Material and methods. The investigation objects are the plantations of *T. baccata* in the territory of Kryvyi Rih city as well as in the arboretum of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine. These plantations were created over 30 years ago. Investigation methods: visual, morphometric, physiologic and biochemical, statistic.

Results. We ascertained that *T. baccata* occurs in Kryvyi Rih in the form of curtains or individual plants near administrative buildings, in parks or linear plantings along the highways at a distance of 5—10 m. In the arboretum of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine, five decorative forms of this species grow successfully: 'Aurea variegata' (2 samples), 'Dovastonii' (2 s.), 'Fastigiata' (1 s.), 'Globosa' (2 s.), 'Hibernica' (3 s.). They were planted in 1980s. In 13 investigated city plantings, except of one, the form 'Fastigiata' occurs as bushes with 2—17 skeletal branches; the diameter of these branches near their bases is 3.39—11.6 cm. The height of the plants varies 1.3—5.0 m, crown diameter — 1.21—5.07 m. Crown needles are well-developed, and the proportion of the damaged needles is low. The annual growth rate was 22.2—38.5 cm, and the length, width and thickness of needles changed as follows: 21.3—29.4, 2.3—3.0 and 0.5—1.0 mm. The vital state of the vast majority of plants is good, as well as their decorativeness. The content of chlorophyll and carotenoids in needles of five forms of *T. baccata* from the arboretum of the Kryvyi Rih Botanical Garden in November varied within the limits: 1.48—2.83 and 0.54—0.92 mg/g of raw matter respectively, and in plants growing in the city: 1.69—2.81 and 0.61—0.89 mg/g of raw matter. The water content in needles was 52.2—60.8 %.

Conclusions. *T. baccata* in the conditions of a large industrial city of the steppe zone of Ukraine is characterized by high viability and decorativeness. It needs to be used much more widely in landscaping of cities of the Right-Bank Dnieper area.

Key words: *Taxus baccata* L., viability, decorativeness, sustainability, plantings, Kryvyi Rih.

РЕЗУЛЬТАТИ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ВИДІВ РОДУ *SPIRAEAE* L. ІЗ КОЛЕКЦІЇ ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НАН УКРАЇНИ

Мета — визначити за даними інвентаризації 2018 р. таксономічний склад роду *Spiraea* L. із колекції дендропарку «Олександрія» НАН України.

Матеріал та методи. Об'єкти: види, гібриди та форми роду *Spiraea* з колекції дендропарку «Олександрія», створеної методом родового комплексу Ф. Русанова (1971) упродовж 1950—2010 рр. на ділянках гарноквітучих чагарників «Фрутіцетум», «Рідкісні рослини», та висаджені у ландшафтних композиціях дендропарку. Історію формування колекції досліджували за каталогами деревних рослин дендропарку «Олександрія» за 1996 та 2013 рр. Таксономічний склад проаналізовано за монографією «Таволги (*Spiraea* L.)» (2008) та «Чекліст дендроекзотів України» (2016). Ступінь зимостійкості наведено за 8-бальною шкалою С. Соколова (1957), ступінь посухостійкості — за 6-бальною шкалою С. П'ятницького (1961).

Результати. За даними каталогу деревних рослин 1996 р., колекція таксонів роду *Spiraea* нараховувала 20 видів і 6 гібридів, у каталозі за 2013 р. наведено 17 видів, 6 гібридів і 7 форм. Першим видом, який потрапив до колекції дендропарку в 1950 р., була *Spiraea flexuosa* Fisch. ex Cambess. За період 1956—1965 рр. колекцію поповнено 18 таксонами, за період 2000—2010 рр. — 1 видом, 2 формами і 8 культиварами. Нині вона нараховує 15 видів, 5 гібридів, 2 форми і 8 культиварів, які належать до чотирьох секцій: *Glomerati*, *Chamaedryon*, *Calospira* і *Spiraea*.

Висновки. Історія інтродукції видів роду *Spiraea* із колекції дендропарку «Олександрія» бере початок наприкінці 1950-х років. Рослини всіх таксонів формують куртини у паркових ландшафтних композиціях та на колекційних ділянках. Вони досягли генеративного стану, зимостійкі та посухостійкі. Ендемік *Spiraea polonica* Blocki, інтродукований у 2004 р. із природної популяції, формує інтродукційну популяцію у лісовому фітоценозі дендропарку, розростаючись кореневою порослю.

Ключові слова: інтродукція, інвентаризація, таксономічний склад, види роду *Spiraea* L., дендрологічний парк.

Рід *Spiraea* L. (таволга) родини *Rosaceae* Juss. нараховує близько 100 видів, які поширені в помірному та субтропічному кліматі Північної півкулі та приблизно стільки ж гібридів, культиварів і форм, кількість яких щороку збільшується. Це листопадні чагарники висотою від 0,2 до 4,0 м. Квітки зібрані в прості або складні суцвіття (зонтик, щиток, волоть). Плід — багатонасінна листянка із дрібними насінинами, іноді — з крилоподібними придатками. Листки прості, зубчасті, на верхівці лопатеві. Велике видове і формове різноманіття рослин, відмінність за висотою, габітусом, терміном цвітіння, забарвленням листків та суцвіть дають змогу широко використовувати таволги для створення садово-паркових ком-

позицій і поєднувати їх у змішаних групах ландшафтних парків. Декоративні властивості рослин роду найбільше виявляються у період цвітіння навесні та під час осіннього забарвлення листків [1].

Мета досліджень — визначити за даними інвентаризації 2018 р. таксономічний склад видів роду *Spiraea* із колекції дендропарку «Олександрія» НАН України.

Матеріал та методи

Об'єктами наших досліджень були рослини з колекції роду *Spiraea* дендропарку «Олександрія», створеної методом родового комплексу Ф. Русанова [7] упродовж 1950—2010 рр. на ділянках гарноквітучих чагарників «Фрутіцетум», «Рідкісні рослини», та висаджені у ландшафтних композиціях дендропарку.

Історію формування колекції досліджували за каталогами деревних рослин дендропарку «Олександрія» [2, 3]. Таксономічний склад проаналізовано за монографією «Таволги (*Spiraea* L.)» (2008) [1] та «Чекліст дендроекзотів України» (2016) [4]. Ступінь зимостійкості наведено за 8-бальною шкалою С. Соколова [6], ступінь посухостійкості — за 6-бальною шкалою С. П'ятницького [5].

Результати та обговорення

За даними каталогу 1996 р. [3], колекція видів роду *Spiraea* нараховувала 20 видів і 6 гібридів, у каталозі 2013 р. згадано 17 видів, 6 гібридів та 7 форм [2].

Першим видом, який потрапив до колекції дендропарку в 1950 р., була *Spiraea flexuosa* Fisch. ex Cambess. (таволга звивиста), яка наводиться у ландшафтних композиціях кварталів 10, 16, 17, 18, 21, 25 (куртинні посадки). У 2018 р. куртини *S. flexuosa* знайдено на ділянках 10, 14 і 17.

Вид належить до секції *Chamaedryon*. Ареал охоплює Сибір, Далекий Схід, Монголію, Північну Корею. В умовах дендропарку цей чагарник з тонкими звивистими гонами сягає висоти до 1,5 м. Рослини зимостійкі (I) і досить посухостійкі (4), мають білі квіти, зібрані у щитки. Цвітуть у I-II декаді травня, плодонносять у серпні.

За період 1956—1960 рр. колекцію поповнено такими таксонами:

Spiraea × *vanhouttei* (Briot) Zabel (*S. cantoniensis* × *S. trilobata*). Належить до секції *Chamaedryon*, найпоширеніша серед таволг. Формує куртини у кварталах 2, 5, 6, 8—10, 18, 21, 24, 27—31. Чагарник сягає до 2,5 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Рослини рясно цвітуть у I-II декаді травня. Білі квітки зібрані у багатоквітковий зонтик. У вересні—жовтні листки забарвлюються в шарлаховий колір. Це найкрасивіший вид роду, який здавна використовують у ландшафтних композиціях.

Spiraea crenata L. (таволга зарубчаста) належить до секції *Chamaedryon*. Поширена у Південно-Східній Європі, Західному Сибіру, Середній Азії, на Кавказі; в Україні трапляється

у лісостеповій та степовій зонах. У дендропарку ростуть декілька екземплярів на ділянці «Фрутіцетум» і в кварталі 10. Це чагарник з дугоподібно зігнутими пагонами, до 2,0 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у I-II декаді травня. Білі квітки зібрані у суцвіття зонтик.

Spiraea chamaedryfolia L. (таволга дібровколиста) належить до секції *Chamaedryon*. Природний ареал охоплює Західний та Східний Сибір, Середню Азію, Середню Європу. Формує куртини на ділянці «Фрутіцетум» і в паркових композиціях кварталів 14, 16, 18, 21. Чагарник з прямими пагонами, 1,2—1,5 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у II-III декаді травня. Білі квітки зібрані у щиткоподібні суцвіття.

Spiraea gemmata Zabel (таволга брунькова) належить до секції *Chamaedryon*. У «Чеклісті...» [4] наводиться як синонім *S. mongolica* Maxim. Ми вважаємо, що *Spiraea gemmata* за систематичними ознаками чітко відрізняється від *S. mongolica*. Відома у культурі з кінця XIX ст. Походить із північно-західного Китаю. На ділянці «Фрутіцетум» росте один екземпляр. Чагарник з дугоподібно зігнутими пагонами, до 1,7 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (4). Цвіте у III декаді травня. Білі квітки зібрані у багатоквіткові складні зонтики. Вид декоративний у період цвітіння.

Spiraea fritschiana Schneid. (таволга Фрічшева) належить до секції *Calospira*. У «Чеклісті...» [4] наводиться як синонім *S. japonica* L., але нами вид ідентифікований як *S. fritschiana*. Природний ареал охоплює Китай до Кореї. Формує куртини на ділянках «Фрутіцетум» і «Великій галявині» (кв. 28). В умовах дендропарку в 60-річному віці досягає висоти 1,0 м, має пряморослі пурпурові пагони. Зимостійкий (I) та посухостійкий (4) вид. Цвіте у III декаді травня. Білі квітки зібрані у густий щиток.

Spiraea wilsonii Duthie (таволга Вільсона) належить до секції *Calospira*. Походить із південно-західного Китаю. У дендропарку «Олександрія» рослини сформували дві куртини із 8—10 рослин на ділянці «Фрутіцетум» і «Великій

галявині» (кв. 28). Чагарник із дугоподібно зігнутими пагонами, 2,0—2,5 м заввишки, зимостійкий (I) і посухостійкий (5). Цвіте у III декаді травня. Білі квітки зібрані у багатоквіткові прості чи складні щитки. Декоративний у групових та солітерних посадках.

Spiraea × multiflora Zab. (таволга багатоквіткова), гібрид *S. hypericifolia* × *S. crenata*, належить до секції *Chamaedryon*. Формує куртину на ділянці «Фрутіцетум». Чагарник до 2,0 м заввишки, зимостійкий (I-II) і посухостійкий (4). Цвіте у III декаді травня. Білі квітки зібрані у щиток.

Spiraea sargentiana Rehd. (таволга Саржента) належить до секції *Calospira*. Походить із південно-західного Китаю. У дендропарку росте один кущ у кв. 14, який не наводиться у каталозі за 1996 р., але є у каталозі за 2013 р. Декоративний чагарник із пряморослими пагонами, досягає 1,7 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у III декаді травня. Кремово-білі квітки зібрані у щиткоподібну волоть.

У 1960—1965 рр. колекцію поповнено такими таксонами:

Spiraea × billiardii Hering (таволга Білларда). Виведений у Франції гібрид *S. douglasii* Hook. × *S. salicifolia* L. (секція *Spiraea*). У дендропарку формує дві куртини у кварталах 14 і 24 (Горіхова галявина). Чагарник із пряморослими пагонами, сягає до 2,0 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (4). Цвіте наприкінці червня, повторно — на початку вересня. Рожеві квітки зібрані у вузьку довгу (до 20 см) густу пірамідальну волоть.

Spiraea alba Du Roi (таволга біла) належить до секції *Spiraea*. Походить із Північної Америки. У дендропарку росте один кущ у кв. 10, який у каталогах не наведено. Чагарник із пряморослими пагонами, 1,7 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у III декаді липня. Квітки білі, зібрані у пірамідальну волоть.

Spiraea canescens D. Don (таволга сивувата) належить до секції *Calospira*. Природний ареал — Гімалаї. Росте на ділянці «Фрутіцетум». У каталозі за 2013 р. вид не наведено.

Чагарник із дугоподібними пониклими пагонами, 1,3 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Декоративний вид. Цвіте одним із перших серед видів таволги у III декаді травня. Квітки білі, зібрані у багатоквіткову густу щиткоподібну волоть.

Spiraea × cinerea Zabel (таволга сива), гібрид *S. hypericifolia* × *S. cana* Waldst. et Kit. Належить до секції *Chamaedryon*. Формує куртину у кварталах 14 і 28. Вид не наведено у каталозі за 1996 р. Розгалужений чагарник із тонкими пагонами, до 1,3 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у II декаді травня. Квітки білі, зібрані у малоквітковий зонтик.

Spiraea × cinerea Zabel 'Grefsheim' (таволга норвезька) належить до секції *Glomerati*. Поповнила колекцію у 2007 р. Культивар було знайдено в Норвегії у школі Грефсгейм у 1949 р., звідки поширилась по всій Західній Європі. Росте у кварталах 8, 15 і 20. Чагарник із тонкими дугоподібними пагонами, до 1,2—2,0 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у I декаді травня, до розпускання листків. Квіти білі, зібрані в густий багатоквітковий сидячий зонтик.

Spiraea douglasii Hook. (таволга Дугласа) належить до секції *Spiraea*. Походить із Північної Америки. У колекції росте один кущ на ділянці «Фрутіцетум», який формує куртину. У каталозі за 1996 р. вид не наведено. Чагарник із прямими пагонами, до 1,7 м заввишки. Цвіте у I-II декаді червня. Квітки темно-рожеві, зібрані в густу вузькопірамідальну волоть 10—20 см завдовжки.

Spiraea media Franz. Schmidt (таволга середня) належить до секції *Chamaedryon*. Природний ареал — Північна Монголія, Японія, Китай, Північна Корея, Сибір, Далекій Схід, Середня Азія, Європа (в Україні — південно-західні області, Карпати). Один кущ росте на ділянці «Фрутіцетум» і формує куртину в кв. 14. У каталозі за 1996 р. вид не наведено. Чагарник із пряморослими міцними пагонами до 1,5 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у III декаді травня. Квітки білі, зібрані у багатоквітковий простий щиток.

Spiraea japonica L. (таволга японська). Рік інтродукції у каталозі за 2013 р. наведено як 2000 р. Вид належить до секції *Calospira*. Походить із Південно-Східної Азії. Формує куртини у кварталах 18, 28 і 31. Чагарник із пурпурово-коричневими вертикально розташованими пагонами, до 1,3 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте з III декади червня до II декади липня. Квітки різних відтінків рожевого зібрані у щіткоподібну волоть. Декоративний у період цвітіння і під час осіннього забарвлення листків.

Spiraea nipponica Maxim. (таволга ніппонська) належить до секції *Chamaedryon*. Походить із Японії. Формує куртини на ділянці «Фрутіцетум» і в кварталах 12 та 13. Чагарник із пряморослими та у верхній частині дугоподібно зігнутими пагонами, до 1,8 м заввишки. Зимостійкий (I), посухостійкий (4). Цвіте у III декаді травня. Квітки білі, зібрані у щиток.

У 2008 р. до колекції залучено *S. nipponica* 'Snowmound' (кв. 21). Низькорослий (35 см

заввишки) компактний куш з пряморослими пагонами. Цвіте одночасно із *S. nipponica*.

Spiraea salicifolia L. (таволга верболиста) належить до секції *Spiraea*. Ареал — південно-східна Європа, Північно-Східна Азія, Японія. Формує багаточисельні куртини у кварталах 6, 15, 17, 18, 24 і 27. Чагарник із пряморослими пагонами, до 2,0 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у III декаді червня — I-II декадах липня. Квітки рожеві, зібрані у пірамідальну волоть.

Spiraea × *fontenaysii* Lebas (таволга фонтенезійська) належить до секції *Spiraea*. Гібрид *S. canescens* × *S. salicifolia* знайдено у Франції К. Біллардом у 1866 р. Формує куртину на ділянці «Фрутіцетум», у каталогах не наведений. Чагарник із вертикальними пагонами, до 2,0 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у III декаді травня. Квітки білі, зібрані у кеглеподібну волоть (таблиця).

У період 2000—2010 рр. колекцію поповнено такими формами і культиварами: *S. japonica*

Таксономічний склад колекції роду *Spiraea* L. у дендропарку «Олександрія» НАН України

Representation of species of genus *Spiraea* L. in collection of the dendropark *Olexandria* of the NAS of Ukraine

Секція	Вид	Гібрид	Форма і культивар
Glomerati Nakai			<i>Spiraea</i> × <i>cinerea</i> Zabel 'Grefsheim'
Chamaedryon Ser.	<i>Spiraea flexuosa</i> Fisch. ex Cambess. <i>Spiraea crenata</i> L. <i>Spiraea chamaedryfolia</i> L. <i>Spiraea gemmata</i> Zabel <i>Spiraea media</i> Franz. Schmidt <i>Spiraea nipponica</i> Maxim. <i>Spiraea polonica</i> Blocki	<i>Spiraea</i> × <i>vanhouttei</i> (Briot) Zabel <i>Spiraea</i> × <i>multiflora</i> Zab. <i>Spiraea</i> × <i>cinerea</i> Zabel	<i>S. nipponica</i> 'Snowmound'
Calospira K. Koch.	<i>Spiraea fritschiana</i> Schneid. <i>Spiraea wilsonii</i> Duthie <i>Spiraea sargentiana</i> Rehd. <i>Spiraea canescens</i> D. Don <i>Spiraea japonica</i> L.		<i>S. japonica</i> 'Crispa' <i>S. japonica</i> f. <i>froebelii</i> Rehd. <i>S. japonica</i> 'Goldflame' <i>S. japonica</i> 'Little Gem' <i>S. japonica</i> 'Little Princess' <i>S. japonica</i> f. <i>macrophylla</i> (Simon-Louis) Zabel <i>S. japonica</i> 'Plena' <i>S. japonica</i> 'Goldmund'
Spiraea	<i>Spiraea salicifolia</i> L. <i>Spiraea douglasii</i> Hook. <i>Spiraea alba</i> Du Roi	<i>Spiraea</i> × <i>fontenaysii</i> Lebas <i>Spiraea</i> × <i>billiardii</i> Hering	

f. *froebelii* Rehd. (кв. 28), *S. japonica* f. *macrophylla* (Simon-Louis) Zabel (кв. 29, 31), *S. japonica* 'Crispa' (кв. 21, 27, 29), *S. japonica* 'Goldflame' (кв. 21), *S. japonica* 'Goldmund' (кв. 21), *S. japonica* 'Little Gem' (кв. 21), *S. japonica* 'Little Princess' (кв. 21, 29), *S. japonica* 'Plena' (ділянка «Фрутіцетум»).

Дослідник роду *Spiraea* R. Businsky [9] запропонував форми і культивари, які раніше належали до виду *S. bumalda* Burvenich, віднести до *S. japonica*, оскільки *S. bumalda* сприймається як культивар таволги японської, тобто *S. japonica* 'Bumalda' (R. Businsky, 2002, s.72.). Бельгійський садівник F. Burvenich описав у культурі *S. bumalda* у 1891 р. як окремий вид. Пізніше *S. bumalda* описували як гібрид *S. japonica* × *S. albiflora* (Mig.) Zabel або як варіацію *S. japonica*. Відрізняється *S. bumalda* від *S. albiflora* лише рожевим забарвленням квіток. Отже, віднесення форм і культиварів до *S. bumalda* ми вважаємо нелегітимним.

У 2004 р. колекцію поповнено видом, внесеним до Червоної книги України [8], — *Spiraea polonica* Blocki, який належить до секції *Chamaedryon*. Ендемік Західного Лісостепу України, привезений з природного оселища — чагарникових заростей вапнякових схилів у Жижавському районі Тернопільської області. Нині вид формує інтродукційні локуси на колекційних ділянках «Рідкісні рослини», «Фрутіцетум», у кварталах 15 і 28, загальною площею 59 м² і нараховує 64 різновікових особини. Чагарник до 1,5 м заввишки, зимостійкий (I), посухостійкий (5). Цвіте у I-II декадах травня. Квітки білі, зібрані у щиткоподібне суцвіття.

Види таволг, які росли на колекційній ділянці «Фрутіцетум» і наведені у каталозі за 1996 р. (*Spiraea expansa* Wall. (у «Чеклісті... [4]» синонім *S. bella* Sims.), *S. menziesii* Hook. (у «Чеклісті... [4]» наводиться, як *S. douglasii* Hook. var. *menziesii* (Hook.) C. Presl, *S. miyabei* Koidz., *S. × nudiflora* Zabel, *S. rosthornii* Pritz., *S. sericea* Turcz. (у «Чеклісті... [4]» наводиться як дендроавтохтон *S. media* Schmidt), *S. × syringiflora* Lemoine, *S. thunbergii* Sieb. ex

Blume, *S. tomentosa* L., *S. trilobata* L., *S. ussuriensis* Pojark.) не знайдено. У каталозі за 2013 р. наводяться види, які росли на ділянці «Фрутіцетум» і яких немає у попередньому виданні, — *S. albiflora* (Mig.) Zabel і *S. arguta* Zabel (рік інтродукції — 1962). Їх також не знайдено. Нині колекція нараховує 15 видів, 5 гібридів, 2 форми і 8 культиварів, які належать до 4 секцій (*Glomerati*, *Chamaedryon*, *Calospira*, *Spiraea*).

Висновки

Історія інтродукції видів роду *Spiraea* з колекції дендропарку «Олександрія» бере початок наприкінці 1950-х років. Нині вона нараховує 15 видів, 5 гібридів, 2 форми і 8 культиварів, які належать до 4 секцій (*Glomerati*, *Chamaedryon*, *Calospira*, *Spiraea*), які формують куртини у паркових ландшафтних композиціях та на колекційних ділянках. Рослини всіх видів досягли генеративного розвитку, зимостійкі та посухостійкі. Ендемік *Spiraea polonica* Blocki, інтродукований у 2004 р. із природного оселища, формує інтродукційну популяцію у лісовому фітоценозі дендропарку, розростаючись кореневою порослю.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бонюк З.Г. Таволги (*Spiraea* L.): монографія / З.Г. Бонюк. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. — 248 с.
2. Каталог деревних рослин дендрологічного парку «Олександрія» НАН України [Калашнікова Л.В., Дойко Н.М., Бойко Н.С., Драган Н.В. та ін.] Довідник / За загальною ред. С.І. Галкіна. — Біла Церква, 2013. — 62 с.
3. Мордатенко Л.П. Древа і куші дендрологічного парку «Олександрія» НАН України / Л.П. Мордатенко, С.І. Галкін, В.М. Гайдамак. — Біла Церква, 1996. — 52 с.
4. Попович С.Ю. Чекліст дендроекзотів України / С.Ю. Попович, А.С. Власенко, О.Г. Кривенко. — К.: ЦП «Компринг», 2016. — 546 с.
5. Пятницький С.С. Практикум по лесной селекции / С.С. Пятницький. — М.: Изд-во с/х литературы, журналов и плакатов, 1961. — 271 с.
6. Соколов С.Я. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений / С.Я. Соколов // Тр. БАН АН СССР. — М.; Л., 1957. — Сер. 6., вып. 2. — С. 9—32.

7. Русанов Ф.Н. Метод родовых комплексов в интродукции растений и его дальнейшее развитие / Ф.Н. Русанов // Бюл. ГБС АН СССР, 1971. — Вып. 81. — С. 15—20.
8. Червона книга України. Рослинний світ / [за ред. Я.П. Дідуха]. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
9. Businsky R. The genus *Spiraea* in cultivadet in Bohemia, Moravia and Slovakia / R. Businsky, L. Businska // Acta Pruhoniana. — 2002. — 165 s.

Рекомендував О.М. Горелов
Надійшла 28.12.2018

REFERENCES

1. Bonyuk, Z.G. (2008), Tavolgy (*Spiraea* L.): monografiya (2008), [Tavolgi (*Spiraea* L.): monograph]. Kyiv, 248 p.
2. Katalog derevnyx roslin dendrologichnogo parku Olexsandriya NAN Ukrayiny [dovidnyk]: (2013), [Catalogue of woody plants of dendrological park «Olexsandria» of the NAS of Ukraine [Reference book]. Bila Tzerkva, 62 p.
3. Mordatenko, L.P., Galkin, S.I. and Gajdamak, V.M. (1996), Dereva i kushhi dendrologichnogo parku «Olexsandriya» NAN Ukrayiny [Trees and shrubs of dendrological park «Olexsandria» of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Bila Tzerkva, 52 p.
4. Popovych, S.Yu., Vlasenko, A.S. and Krivenko, O.G. (2016), Chelklist dendroekzotiv Ukrayiny [Chelklist of Dendrochotic Ukraine]. Kyiv, 546 p.
5. Pyatnitsky, S.C. (1961), Praktikum po lesnoj selekcyi [Workshop on forest selection]. Moscow, 271 p.
6. Sokolov, S.Ya. (1957), Sovremennoe sostoyanye teoryi akklymatyzacyi y yntrodukcyi rastenyj [Current state of the theory of acclimatization and introduction of plants]. Trudy Botanycheskogo ynstytuta AN SSSR [Proceedings of the Botanical Institute of Academy of Sciences of the USSR. Moscow, Leningrad, ser. 6, vyp. 2, pp. 9—32.
7. Rusanov, F.N. (1971), Metod rodovyx kompleksov v yntrodukcyi rastenyj y ego dalnejshee razvytye [The method of generic complexes in the introduction of plants and its further development]. Byul. GBS AN SSSR [Bul. MBG of Academy of Sciences of the USSR], vyp. 81, pp. 15—20.
8. Chervona knyga Ukrayiny. Roslynyj svit (2009), [The Red Book of Ukraine. Flora]. Kyiv, 900 p.
9. Businsky, R. and Businska, L. (2002), The genus *Spiraea* in cultivadet in Bohemia, Moravia and Slovakia. Acta Pruhoniana, 165 p.

Recommended by O.M. Gorelov
Received 28.12.2018

Л.В. Калашикова¹, З.Г. Бонюк²

- ¹ Государственный дендрологический парк «Александрія» НАН Украины, Украина, Киевская обл., г. Белая Церковь
- ² Ботанический сад имени акад. А.В. Фомина Учебно-научного центра «Институт биологии и медицины» Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Украина, г. Киев

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ВИДОВ РОДА *SPIRAEA* L. ИЗ КОЛЕКЦИИ ДЕНДРОПАРКА «АЛЕКСАНДРИЯ» НАН УКРАИНЫ

Цель — определить по данным инвентаризации 2018 г. таксономический состав рода *Spiraea* L. из коллекции дендропарка «Александрія» НАН Украины.

Материал и методы. Объекты: виды, гибриды, формы и культивары рода *Spiraea* из коллекции дендропарка «Александрія», созданной методом родового комплекса Ф. Русанова (1971) в течение 1950—2010 гг. на участках красивоцветущих кустарников «Фрутицетум» и «Редкие растения», и высаженные в ландшафтных композициях дендропарка. Историю формирования коллекции исследовали по каталогам древесных растений дендропарка за 1996 и 2013 г. Таксономический состав проанализировали по монографии «Таволги (*Spiraea* L.)» (2008) и «Чеклист дендроекзотов Украины» (2016). Степень зимостойкости приведена по 8-балльной шкале С. Соколова (1957), степень засухоустойчивости — по 6-балльной шкале С. Пятницкого (1961).

Результаты. По данным каталога древесных растений 1996 г., коллекция таксонов рода *Spiraea* насчитывала 20 видов и 6 гибридов, а в каталоге за 2013 г. указаны 17 видов, 6 гибридов и 7 форм. Первым видом, попавшим в коллекцию дендропарка в 1950 г., была *Spiraea flexuosa* Fisch. ex Cambess. За период 1956—1965 гг. коллекция пополнена 18 таксонами, за период 2000—2010 гг. — 1 видом, 2 формами и 8 культиварами. На сегодняшний день она насчитывает 15 видов, 5 гибридов, 2 формы и 8 культиваров, которые относятся к четырем секциям: *Glomerati*, *Chamaedryon*, *Calospira* и *Spiraea*.

Выводы. История интродукции видов рода *Spiraea* из коллекции дендропарка «Александрія» берет начало в конце 1950-х годов. Растения всех таксонов формируют куртины в парковых ландшафтных композициях и на коллекционных участках. Они достигли генеративного развития, зимостойкие и засухоустойчивые. Эндемик *Spiraea polonica* Block., интродуцированный в 2004 г. из природной популяции, формирует интродукционную популяцию в лесном фитоценозе дендропарка, разрастаясь корневой порослью.

Ключевые слова: интродукция, инвентаризация, таксономический состав, виды рода *Spiraea* L., дендрологический парк.

L.V. Kalashnikova¹, Z.G. Bonyuk²

¹ State Dendrological Park *Olexandria*,
Ukraine, Kyiv Region, Bila Tserkva

² O.V. Fomin Botanical Garden SEC “Institute
of Biology and Medicine” of Taras Shevchenko
National University of Kyiv, Ukraine, Kyiv

RESULTS OF THE INVENTORY OF SPECIES
OF GENUS *SPIRAEA* L. FROM COLLECTION
OF THE DENDROPARK *OLEXANDRIA*
OF THE NAS OF UKRAINE

Objective — to study of the taxonomic composition of the genus *Spiraea* L. of the dendropark *Oleksandria* collection according to the inventory data of 2018.

Material and methods. Objects: species, hybrids and forms of the genus *Spiraea* from collection of dendropark *Olexandria*, created by the method of the F. Rusanov generic complex (1971) during 1950—2010 in plots “Fruticetum”, “Rare plants” and planted in the landscapes compositions of the dendropark. The history of the formation of the collection was studied by catalogs of tree plants of dendropark *Olexandria* in 1996 and 2013. The taxonomic composition was analyzed according to the monograph “Tavolgi” (*Spiraea* L.) (2008) and “The check list of Dendroexotics of Ukraine” (2016). The degree of winter-har-

diness is measured by the S. Sokolov 8-point scale (1957), drought-resistance — by the S. Pyatnitsky 6-point scale (1961).

Results. According to the catalog of tree plants in 1996, the collection of taxa of the genus *Spiraea* counts 20 species and 6 hybrids; in the catalog of 2013 there are 17 species, 6 hybrids and 7 forms. The first species that was included into the collections of the dendropark in 1950 was *Spiraea flexuosa* Fisch. ex Cambess. During 1956—1965 the collection was replenished with 18 taxa, from 2000 to 2010 — with 1 species and 10 forms. At present it counts 15 species, 5 hybrids and 9 forms, which belong to 4 sections: *Glomerati*, *Chamaedryon*, *Spiraea*, *Calospira*.

Conclusions. The history of the introduction of species of the genus *Spiraea* of the dendropark *Olexandria* collection dates back to the late 1950's. Plants of all taxa form parterre in park landscape compositions and collections. They have achieved generative development, they are winter-hardy and drought-tolerant. Endemic *Spiraea polonica* Block., introduced in 2004 from a natural habitat, form an introductive population in the forest phytocenosis of the dendropark, expanding due to the root growth.

Key words: introduction, inventory, taxonomic composition, species of the genus *Spiraea* L., dendrological park.

DISTRIBUTION OF NUTRIENTS IN DIFFERENT ORGANS OF PLANTS OF *MISCANTHUS* ANDERSS. GENOTYPES

Objective — to investigate the accumulation of biochemical compounds in the different organs of cultivars and varieties of *Miscanthus Anderss.* in conditions of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

Material and methods. Investigated plants were cultivars and varieties of species of the genus of *Miscanthus* collected in an experimental collection of Cultural Flora Department of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine: *M. × giganteus*, cv. Huliver (MGH), *M. × giganteus*, f. ESBMG-3 (MGE-3), *M. sacchariflorus*, cv. Snihopad (MSS), *M. sacchariflorus*, f. ESMBS-3 (MSE-3), *M. sinensis*, cv. Veleten (MSV), *M. sinensis*, f. ESBMK-1 (MSE-1).

The content of dry matter was determined according to A.I. Yermakov et al. (1972), the total content of sugars and ascorbic acid concentration — according to V.P. Krishchenko (1983), the content of carotene — according to B.P. Pleshkov (1985), the content of ash — according to Z.M. Hrycaenko et al. (2003), the content of calcium and phosphorus — according to H.M. Pochinok (1976). Energetic value of dry plant raw material determined on calorimeter.

Results. In the period of full seed ripening the plant raw material of *Miscanthus* genotypes accumulated dry matter from 38.99 % (MSE-1, leaves) to 88.08 % (MSE-3, leaves), total content of sugars — from 2.72 % (MSE-3, panicles) to 10.03 % (MGH, stems), ascorbic acid — from 4.40 mg% (MSE-3, panicles) to 40.03 mg% (MGE-3, leaves), carotene — from 0.09 mg% (MSE-3, stems) to 0.26 mg% (MGH, leaves), ash — from 1.38 % (MSS, stems) to 8.65 % (MSV, leaves), calcium — from 0.19 % (MSS, stems) to 0.91 % (MGH, leaves), phosphorus — from 0.032 % (MGE-3, stems) to 0.412 % (MSE-3, panicles), protein — from 4.82 % (MSE-3, stems) to 12.28 % (MSE-1, leaves). Energetic value of dry raw was from 3811.87 cal/g (MSS, leaves) to 4193.17 cal/g (MSV, panicles).

Conclusions. Obtained data demonstrated that in conditions of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine cultivars and varieties of *Miscanthus × giganteus*, *M. sacchariflorus*, *M. sinensis* are the valuable source of nutrients and biofuel in the period of full seed ripening. Distribution of biochemical compounds in different organs resulted that accumulation of it depends on genotype. It was found that content of sugars was maximal and content of ash with macroelements, protein, carotene was minimal in the stems of investigated plants.

Key words: *Miscanthus*, plant raw material, biochemical properties, calorific value.

The cultivation of energy crops to produce alternative transportation fuels is a promising option under increasing demands for fuels, decreasing available lands and competition of food and fuel production [8]. Among common cultures that use for biofuel production today can be highlight *Miscanthus Anderss.* genotypes. *Miscanthus* has a variety of names, such as Asian elephant grass and Chinese silvergrass. The commonly accepted historical origin of *miscanthus* is Asia. First *miscanthus* cultivation in Europe took place during the 1930s (imported from Japan). From the 1980s these plants have started to use for the biofuel production [1]. Plants of *Poaceae* and specifically

Miscanthus species described in recent reports as raw for biofuel production [2; 4; 10; 21].

Results of Pidlisnyuk et al. (2018) reported that *M. × giganteus* plants characterized by the ability to grow at the contaminated soils with further production of energy biomass [9].

In addition, plants of *Miscanthus* species are the high productive cultures and effective heavy metal accumulator [13]. Plants of *Miscanthus sinensis*, *M. sacchariflorus* and *Panicum virgatum* known as ornamental grasses in different compositions [16].

Objective — to investigate the accumulation of biochemical compounds in the different organs of cultivars and varieties of *Miscanthus* in conditions of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

Material and methods

Plant material was collected from the experimental collection of Department of Cultural Flora in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine at the stage of full seed ripening: *M. × giganteus*, cv. Huliver (MGH), *M. × giganteus*, f. ESBMG-3 (MGE-3), *M. sacchariflorus*, cv. Snihopad (MSS), *M. sacchariflorus*, f. ESMBS-3 (MSE-3), *M. sinensis*, cv. Veleten (MSV), *M. sinensis*, f. ESBMK-1 (MSE-1). Different organs such as leaves, stems, and panicles were used for analyses.

All biochemical analyses were conducted using above-ground part of plants at the period of full ripening of seeds. The determination of absolutely dry matter was done by drying to constant weight at 100–105 °C according to A.I. Yermakov et al. [22]. The total content of sugars was investigated by Bertrand method in water extracts. The concentration of ascorbic acid (AA) of the acid extracts was determined by a 2,6-dichlorophenol-indophenol method based on the reduction properties of AA. Both analyses carried out according to V.P. Krishchenko [5]. The concentration of total carotene determined according to B.P. Pleshkov. The procedure carried out in petrol extracts by spectrophotometric method using 2800 UV/VIS Spectrophotometer, Unico. Mixtures were left in a shaker for 2 hours and their absorbance was measured at the wavelength of 440 nm [11]. The level of total ash was determined using the method of combustion in muffle-oven (SNOL 7.2-1100, Termolab) at 300–800 °C until the samples turned into white ash to constant weight according to Z.M. Hrycajenko et al. [3]. The concentration of calcium was determined by the titration method of acid extracts with Trilon B. Phosphorus content in plants was identified in acid extracts using molybdenum solution. These analyses were done according to H.N. Pochinok [12]. The procedure of detection of energetic value was measured on calorimeter IKA-200. In this case, dry plant raw material was burned in an oxygen bomb. Measurement of every sample was 15 minutes approximately and expressed in cal/g. The content of protein was determined by nitrogen definition (by chloramine method) according to H.N. Pochinok [12].

Experimental data were evaluated by using Excel 2010. Mean values of three replicates and standard deviation are given in Tables 1, 2 and Figures 1–4.

Results and discussions

Plants from *Poaceae* Barnhart. family well adapted to low input conditions as well as to biotic and abiotic stress factors [17]. Last time carry out investigations of miscanthus concerning biochemical composition due to ecological properties of these plants. Biochemical composition of these plants is carbon, nitrogen, sulfur, oxygen, and hydrogen which are relatively close to that of other energetic crops [1]. We investigated before the biochemical composition of some *Poaceae* plants including miscanthus and found that the most content of dry matter and the total content of sugars were detected in the stage of full seed ripening [14; 19]. Our results showed that above-ground part of *Miscanthus* genotypes accumulated dry matter of 26.16–5.80%, total content of sugars — 1.27–5.13 %, ascorbic acid — 11.42–43.61 mg%, carotene — 0.197–1.113 mg%, ash — 2.06–6.11 mg%, calcium — 0.203–1.070 %, phosphorus — 0.023–0.121 % [18]. Moreover, in report identified that these plants accumulate compounds with antioxidant activity [20].

The content of dry matter among investigated plants was in the range from 38.99–88.08 % (Tabl. 1). Considering obtained data in detail it should be noted that in leaves we found content of dry matter 38.99 % (MSE-1) to 88.08 % (MSE-3), in stems — in range from 44.59 % (MSS) to 52.48 % (MSV), in panicles — from 46.23 % (MGH) to 87.43 % (MSE-3). The content of sugars was 2.72–10.03 %. This parameter on leaves was from 3.10 % (MSS) to 9.20 % (MGE-3), in stems — from 5.77 % (MSS) to 10.03 % (MGH), in panicles — from 2.72 % (MSE-3) to 6.77 % (MSE-1).

One of the most important features in the growth and generation of *Poaceae* is the accumulation of total sugars in plant raw material. Kumar et al. (2010) reported that the sugar content of sorghum genotypes was higher at post-physiological maturity [6].

Most of lignocellulosic biomass is rich in inorganic components such as Ca, Mg, P, K, Na etc.

Table 1. The content of dry matter and the total content of sugars in different organs of *Miscanthus Anderss.* genotypes in the stage of full ripening of seeds

Name of species, cultivar or variety	Part of plant	Dry matter, %	Total content of sugars, %
<i>M. ×giganteus</i> , cv. Huliver	Leaves	48.26 ± 0.23	6.53 ± 0.11
	Stems	44.73 ± 0.07	10.03 ± 0.14
	Panicle	46.23 ± 0.24	5.85 ± 0.11
<i>M. sinensis</i> , cv. Veleten	Leaves	39.27 ± 0.21	7.12 ± 0.09
	Stems	52.48 ± 0.22	6.53 ± 0.28
	Panicle	52.16 ± 0.25	6.24 ± 0.18
<i>M. sacchariflorus</i> , cv. Snihopad	Leaves	83.57 ± 0.85	3.10 ± 0.11
	Stems	44.59 ± 0.22	5.77 ± 0.05
	Panicle	85.30 ± 2.45	3.81 ± 0.26
<i>M. sacchariflorus</i> , f. ESMBS-3	Leaves	88.08 ± 0.78	3.55 ± 0.14
	Stems	48.38 ± 0.12	5.86 ± 0.11
	Panicle	87.43 ± 0.62	2.72 ± 0.12
<i>M. sinensis</i> , f. ESBMK-1	Leaves	38.99 ± 1.45	7.76 ± 0.58
	Stems	45.82 ± 0.44	9.23 ± 0.09
	Panicle	52.72 ± 2.25	6.77 ± 0.65
<i>M. ×giganteus</i> , f. ESBMG-3	Leaves	44.73 ± 2.31	9.20 ± 0.58
	Stems	48.03 ± 3.22	9.34 ± 0.78
	Panicle	53.55 ± 0.23	4.11 ± 0.09

Table 2. The content of ash, calcium, and phosphorus in different organs of *Miscanthus Anderss.* genotypes in the stage of full ripening of seeds

Name of species, cultivar or variety	Part of plant	Ash, %	Calcium, %	Phosphorus, %
<i>M. ×giganteus</i> , cv. Huliver	Leaves	6.32 ± 0.11	0.91 ± 0.05	0.085 ± 0.001
	Stems	1.48 ± 0.08	0.27 ± 0.02	0.055 ± 0.002
	Panicle	2.54 ± 0.13	0.33 ± 0.02	0.098 ± 0.002
<i>M. sinensis</i> , cv. Veleten	Leaves	8.65 ± 0.67	0.54 ± 0.09	0.112 ± 0.005
	Stems	1.50 ± 0.04	0.39 ± 0.02	0.053 ± 0.001
	Panicle	2.24 ± 0.17	0.55 ± 0.07	0.154 ± 0.002
<i>M. sacchariflorus</i> , cv. Snihopad	Leaves	7.25 ± 0.23	0.64 ± 0.02	0.096 ± 0.003
	Stems	1.38 ± 0.06	0.19 ± 0.02	0.034 ± 0.003
	Panicle	2.55 ± 0.12	0.50 ± 0.02	0.132 ± 0.005
<i>M. sacchariflorus</i> , f. ESMBS-3	Leaves	8.02 ± 0.15	0.79 ± 0.03	0.264 ± 0.001
	Stems	2.04 ± 0.13	0.33 ± 0.01	0.111 ± 0.007
	Panicle	2.74 ± 0.21	0.62 ± 0.01	0.412 ± 0.012
<i>M. sinensis</i> , f. ESBMK-1	Leaves	7.51 ± 0.23	0.63 ± 0.01	0.071 ± 0.006
	Stems	2.84 ± 0.05	0.27 ± 0.02	0.066 ± 0.001
	Panicle	5.18 ± 0.34	0.58 ± 0.04	0.108 ± 0.002
<i>M. ×giganteus</i> , f. ESBMG-3	Leaves	5.86 ± 0.32	0.81 ± 0.05	0.109 ± 0.001
	Stems	1.60 ± 0.08	0.35 ± 0.02	0.032 ± 0.001
	Panicle	3.66 ± 0.18	0.60 ± 0.04	0.070 ± 0.002

[15]. *Miscanthus* ash reportedly includes 30–40 % SiO₂, 20–25 % K₂O, and approximately 5 % of P₂O₅ and MgO [1]. Determination of ash content

showed that this parameter was for all samples 1.38–8.65 % (Tabl. 2). In the leaves it was identified from 5.86 % (MGE-3) to 8.65 % (MSV), in

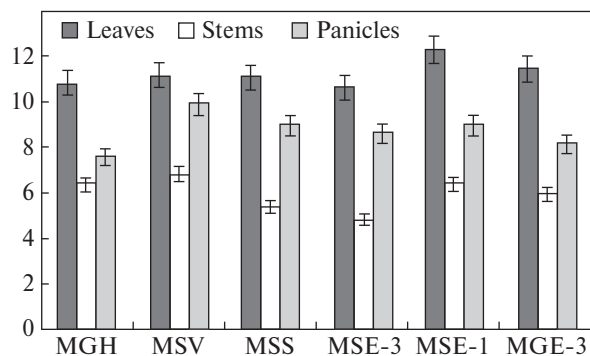


Fig. 1. The content of protein in different organs of plant raw material of *Miscanthus Anderss.* genotypes, %

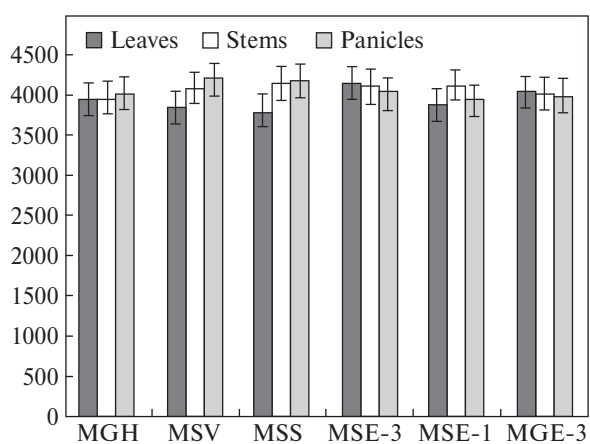


Fig. 2. The calorific value of different organs of plant raw material of *Miscanthus Anderss.* genotypes, cal/g

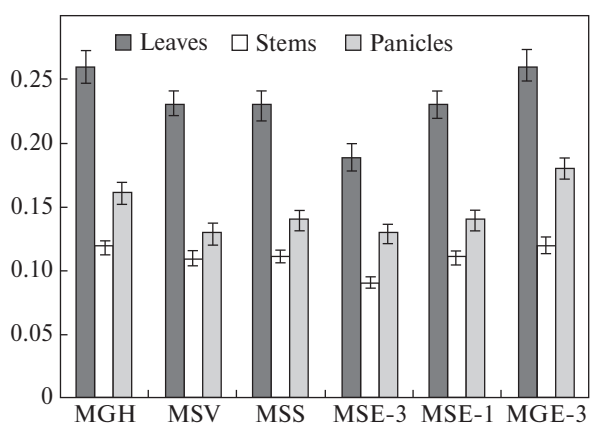


Fig. 3. The content of carotene in different organs of plant raw material of *Miscanthus Anderss.* genotypes, mg%

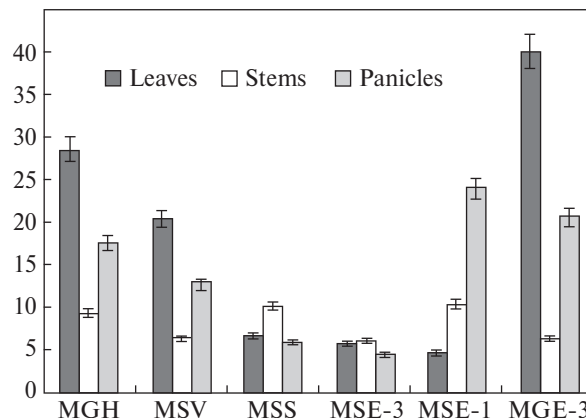


Fig. 4. The content of ascorbic acid in different organs of plant raw material of *Miscanthus Anderss.* genotypes, mg%

stems — from 1.38 % (MSS) to 2.84 % (MSE-1), in panicles — from 2.24 % (MSV) to 5.18 % (MSE-1). Accumulation of calcium in plant raw material of investigated plants was 0.19–0.91 %. In the leaves calcium determined in range from 0.54 % (MSV) to 0.91 % (MGH), in stems — from 0.19 % (MSS) to 0.39 % (MSV), in panicles — from 0.33 % (MGH) to 0.62 % (MSE-3). Content of phosphorus in ash of different organs of investigated plants was 0.032–0.412 %. Leaves accumulated this macroelement in range from 0.071 % (MSE-1) to 0.264 % (MSE-3), stems — in range from 0.032 % (MGE-3) to 0.111 % (MSE-3), panicles — from 0.070 % (MGE-3) to 0.412 % (MSE-3).

According to Lanzerstorfer (2019), miscanthus ash after combustion contains K, P, Ca and heavy metals. It is possible to use ash of miscanthus as soil conditioner [7].

The protein content was minimal in the stems and maximal — in leaves in plant raw material of all investigated plants (Fig. 1). Generally, the content of protein in different organs was 4.82–12.28 %. In the leaves identified content of protein from 10.61 % (MGH) to 12.28 % (MSE-1), in the stems — from 4.82 % (MSE-3) to 6.82 % (MSV), in panicles — from 7.57 % (MGH) to 9.88 % (MSV).

According to Altawell (2014), nitrogen in dried crushed sample form was around 3 % of the total mass [1]. In our experiments, we determined nitrogen in the range of 0.77–1.96 % comparing all organs.

The energetic value of different organs raw was measured in calories per g. As shown in Figure 2, the content of calories was variable depending on the investigated organ. So, we determined that on the whole content of calories per gram was from 3811.87 to 4193.17.

The high content of carotene was determined in leaves, the lowest — in the stems. The content of carotene generally was from 0.09 to 0.26 mg% (Fig. 3). In the leaf's carotene was determined from 0.19 mg% (MSE-3) to 0.26 mg% (MGH, MGE-3), in stems — from 0.09 mg% (MSE-3) to 0.12 mg% (MGH, MGE-3), in panicles — from 0.13 mg% (MSV, MSE-3) to 0.18 mg% (MGE-3).

The content of ascorbic acid was 4.40—40.03 mg% (Fig. 4). Concentration of ascorbic acid in leaves was from 4.59 mg% (MSE-1) to 40.03 mg% (MGE-3), in stems — from 6.03 mg% (MSE-3) to 10.33 mg% (MSE-1), in panicles — from 4.40 mg% (MSE-3) to 23.99 mg% (MSE-1).

Conclusions

Based on obtained data, it can be concluded that in conditions of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine plants of *Miscanthus Anderss.* accumulated nutrients in different organs the stage of full seed ripening. Investigation showed that distribution of biochemical compounds depended on the investigated organ. The highest concentrations of vitamins, protein, and calcium, the content of dry matter found in the leaves. The concentration of sugars was maximal in the stems. Accumulation of phosphorus and calorific value of plant raw material was highest in the panicles. Minimal accumulation of vitamins detected in stems and panicles, ash with macroelements — in the stems, sugars — in the panicles. The calorific value of investigated plant raw material showed the minimal result in the leaves.

REFERENCES

1. *Altawell, N.* (2014), The selection process of biomass materials for the production of bio-fuels and co-firing. New York: John Wiley & Sons, 384 p.
2. *Arnoult, S. and Brancourt-Hulmel, M.* (2015), A review on *Miscanthus* biomass production and composition for bioenergy use: genotypic and environmental variability and implications for breeding. *BioEnergy Resource*, vol. 8, pp. 502—526. <http://dx.doi.org/10.1007/s12155-014-9524-7>.
3. *Hrycajenko, Z.M., Hrycajenko, V.P. and Karpenko, V.P.* (2003), *Metody biologichnyh ta agrohimichnyh doslidzhen roslyn i gruntiv* [Methods of biological and agrochemical investigations of plants and soils]. Kyiv: Nichlava, 320 p.
4. *Kalač, P.* (2011), The required characteristics of ensilage crops used as a feedstock for biogas production: a review. *Journal of Agrobiology*, vol. 28, N 2, pp. 85—96. <http://joa.zf.jcu.cz>; <http://versita.com/science/agriculture/joa>.
5. *Krischenko, V.P.* (1983), *Metody ocenki kachestva rastitel'noy produkci* [Methods for evaluating of quality of plant production]. Moscow: Kolos, 192 p.
6. *Kumar, C.G., Fatima, A., Rao, P.S., Reddy, B.V.S., Rathore, A., Rao, R.N., Khalid, S., Kumar, A.A. and Kamal, A.A.* (2010), Characterization of improved sweet sorghum genotypes for biochemical parameters, sugar yield and its attributes at different phenological stages. *Sugar Tech.*, vol. 12, pp. 322—328. <https://doi.org/10.1007/s12355-010-0045-1>.
7. *Lanzerstorfer, C.* (2019), Combustion of miscanthus: composition of the ash by particle size. *Energies*, vol. 178, N 12, p. 1—12. <https://doi.org/10.3390/en12010178>.
8. *Mehmood, A.M., Ibrahim, A., Rashid, U., Nawaz, M., Ali, Sh., Hussain, A. and Gull, M.* (2016), Biomass production for bioenergy using marginal lands. *Sustainable Production and Consumption*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.spc.2016.08.003>.
9. *Pidlisnyuk, V., Erickson, E.L., Trögl, J., Shapoval, Y.P., Popelka, J., Davis, L., Stefanovska, T.R. and Hettiarachchi, M.G.* (2018), Metals uptake behavior in *Miscanthus × giganteus* plant during growth at the contaminated soil from the military site in Sliac, Slovakia. *Polish Journal of Chemical Technology*, vol. 20, N 2, pp. 1—7. <http://dx.doi.org/10.2478/pjct-2018-0016>.
10. *Pieprzyk-Kokocha, D., Wawro, A. and Batog, J.* (2016), Hydrolysis process of sorghum and miscanthus biomass using cellulolytic enzymes for ethanol production. *Cellulose Chemistry and Technology*, vol. 50, N 3—4, pp. 401—404.
11. *Pleshkov, B.P.* (1985), *Prakticum po biohimii rasteniy* [Plant biochemistry workshop]. Moscow: Kolos, 256 p.
12. *Pochinok, H.M.* (1976), *Metody biohimicheskoho analiza rastenii* [Methods of biochemical analyse of plants]. Kyiv: Naukova dumka, 336 p.
13. *Poberezhnaya, T.M.* (2011), Osobennosti nakopleniya mikroelementov *Miscanthus sinensis* (Poaceae) v usloviyah vulkanicheskoy aktivnosti [Accumulation of microelements by *Miscanthus sinensis* (Poaceae) affected

- by volcanic activity]. Rastitelnye resursy [Plant Resources], vol. 2, pp. 129–135.
14. Rakhmetov, D.B., Vergun, O.M., Revunova, L.G., Shymanska, O.V., Rakhmetova, S.O., Fishchenko, V.V. and Druz, N.G. (2017), Investigation of bentgrass (*Agrostis* L.) in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Introdukciya Roslyn* [Plant Introduction], N 3, pp. 87–95. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2325206>.
 15. Roy, P., Dutta, A. and Gallant, J. (2018), Hydrothermal carbonization of peat moss and herbaceous biomass (*Miscanthus*): a potential route for bioenergy. *Energies*, vol. 11, 2794. <http://dx.doi.org/10.3390/en11102794>.
 16. Tomaškin, J., Tomaškinova, Ju. and Kizekova, M. (2015), Ornamental grasses as part of public green, their ecosystems services and use vegetative arrangements in urban environment. *Thaiszia Journal of Botany*, vol. 25, N 1, p. 1–13. <http://www.bz.upjs.sk/thaiszia>.
 17. Uptmoor, R., Wenzel, W.G., Abu Assar, A.H., Donaldson, G., Ayisi, K.K., Friedt, W. and Ordon, F. (2006), Evaluation of south African Sorghum landraces and breeding of varieties suitable for low-input agriculture. *Acta Agronomica Hungarica*, vol. 54, N 3, pp. 379–388. <http://dx.doi.org/10.1556/AAgr.54.2006.3.13>.
 18. Vergun, O.M., Rakhmetov, D.B., Fishchenko, V.V., Rakhmetova, S.O., Shymanska, O.V. and Druz, N.G. (2017), Biochemical composition of the genus *Miscanthus* Anderss. plant raw material in conditions of introduction. *Introdukciya Roslyn* [Plant Introduction], N 4, pp. 79–87. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2327137>.
 19. Vergun, O., Rakhmetov, D., Fishchenko, V., Rakhmetova, S., Shymanska, O. and Bondarchuk, O. (2017), The biochemical composition of plant raw material of *Panicum virgatum* L. varieties. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, vol. 1, pp. 482–487. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.482-487>.
 20. Vergun, O.M. and Rakhmetov, D.B. (2018), Antioxidant potential of some plants of *Brassicaceae* Burnett and *Poaceae* Barnhart. *Introdukciya Roslyn* [Plant Introduction], N 1, pp. 87–95. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2174808>.
 21. Weijde, T., Kiesel, A., Iqbal, Y., Muille, H., Dolstra, O., Visser, R.F., Lewandowsky, I. and Trinandade, L.M. (2017), Evaluation of *Miscanthus sinensis* biomass quality as feedstock for conversion into different bioenergy products. *GCB Bioenergy*, vol. 9, pp. 176–190. <http://dx.doi.org/10.1111/gcbb.12355>.
 22. Yermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Smirnova-Ikonnikova, M.I. and Yarosh, N.P. (1972), *Metody biohimicheskogo issledovaniya rasteniy* [The methods of biochemical investigations of plants]. Leningrad: Kolos, 456 p.

Recommended by R.V. Ivannikov
Received 26.11.2018

O.M. Вергун, Д.Б. Рахметов,
С.О. Рахметова, В.В. Фищенко

Національний ботанічний сад
імені М.М. Гришка НАН України,
Україна, м. Київ

РОЗПОДІЛ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У РІЗНИХ ОРГАНАХ РОСЛИН ГЕНОТИПІВ *MISCANTHUS* ANDERSS.

Мета — дослідити накопичення біохімічних речовин у різних органах сортів та форм *Miscanthus* Anderss. в умовах Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

Матеріал та методи. Досліджені рослини — сорти та форми видів роду *Miscanthus*, зібрані на експериментальних ділянках відділу культурної флори Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України: *M. ×гігантський*, с. Гулівер (MGN), *M. ×гігантський*, ф. ЕСБМГ-3 (MGE-3), *M. цукрокрітковий*, с. Снігопад (MSS), *M. цукрокрітковий*, ф. ЕСБМС-3 (MSE-3), *M. китайський*, с. Велетень (MSV), *M. китайський*, ф. ЕСБМК-1 (MSE-1). Вміст сухої речовини визначали за А.І. Єрмаковим та ін. (1972), загальний вміст цукрів та аскорбінову кислоту — за В.П. Крищенко (1983), вміст каротину — за Б.П. Плешковим (1985), золи — за З.М. Грицаєнком (2003), кальцію та фосфору — за Х.М. Починком (1976). Енергетичну цінність сухої сировини визначали за допомогою калориметра.

Результати. В період повної стиглості насіння в рослині сировині генотипів *Miscanthus* накопичувалося сухої речовини від 38,99 % (MSE-1, листки) до 88,08 % (MSE-3, листки), загальний вміст цукрів становив від 2,72 % (MSE-3, суцвіття) до 10,03 % (MGN, стебла), аскорбінової кислоти — від 4,40 мг% (MSE-3, суцвіття) до 40,03 мг% (MGE-3, листки), каротину — від 0,09 мг% (MSE-3, стебла) до 0,26 мг% (MGN, листки), золи — від 1,38 % (MSS, стебла) до 8,65 % (MSV, листки), кальцію — від 0,19 % (MSS, стебла) до 0,91 % (MGN, листки), фосфору — від 0,032 % (MGE-3, стебла) до 0,412 % (MSE-3, суцвіття), протеїну — від 4,82 % (MSE-3, стебла) до 12,28 % (MSE-1, листки). Енергетична цінність сухої сировини становила від 3811,87 кал/г (MSS, листки) до 4193,17 кал/г (MSV, суцвіття).

Висновки. В умовах Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України сорти та форми *Miscanthus ×гігантеус*, *M. sacchariflorus* та *M. sinensis* — цінне джерело поживних речовин та біопалива в період повної стиглості насіння. Вивчення розподілу біохімічних речовин в різних органах показало, що накопичення їх залежить від генотипу. Вміст цукрів був максимальним, а золи з макроелементами, протеїну та каротину — мінімальним у стеблах досліджуваних рослин.

Ключові слова: *Miscanthus*, рослинна сировина, біохімічні особливості, енергетична цінність.

Е.Н. Вергун, Д.Б. Рахметов,
С.А. Рахметова, В.В. Фищенко

Национальный ботанический сад
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАЗНЫХ ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ ГЕНОТИПОВ *MISCANTHUS ANDERSS.*

Цель — исследовать накопление биохимических веществ в разных органах сортов и форм *Miscanthus Anderss.* в условиях Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины.

Материал и методы. Исследованные растения — сорта и формы видов рода *Miscanthus*, собранные на экспериментальных участках отдела культурной флоры Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины: *M. × гигантский*, с. Гуливер (МГН), *M. × гигантский*, ф. ЕСБМГ-3 (МGE-3), *M. сахароцветковый*, с. Снегопад (MSS), *M. сахароцветковый*, ф. ЕСБМС-3 (MSE-3), *M. китайский*, с. Велетень (MSV), *M. китайский*, ф. ЕСБМК-1 (MSE-1). Содержание сухого вещества определяли по А.И. Ермакову и др. (1972), общее содержание сахаров и аскорбиновой кислоты — по В.П. Крищенко (1983), содержание каротина — по Б.П. Плешкову (1985), золы — по З.М. Грицаенко (2003), кальция и фосфора — по Х.Н. Починку (1976). Энергетическую ценность сухого вещества определяли с помощью калориметра.

Результаты. В период полного созревания семян в растительном сырье генотипов *Miscanthus* накапливалось сухого вещества от 38,99 % (MSE-1, листья) до 88,08 % (MSE-3, листья), общее содержание сахаров составляло от 2,72 % (MSE-3, соцветия) до 10,03 % (МГН, стебли), аскорбиновой кислоты — от 4,40 мг% (MSE-3, соцветия) до 40,03 мг% (MGE-3, листья), каротина — от 0,09 мг% (MSE-3, стебли) до 0,26 мг% (МГН, листья), золы — от 1,38 % (MSS, стебли) до 8,65 % (MSV, листья), кальция — от 0,19 % (MSS, стебли) до 0,91 % (МГН, листья), фосфора — от 0,032 % (MGE-3, стебли) до 0,412 % (MSE-3, соцветия), протеина — от 4,82 % (MSE-3, стебли) до 12,28 % (MSE-1, листья). Энергетическая ценность сухого сырья составляла от 3811,87 кал/г (MSS, листья) до 4193,17 кал/г (MSV, соцветия).

Выводы. В условиях Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины сорта и формы *Miscanthus × giganteus*, *M. sacchariflorus* и *M. sinensis* — ценный источник питательных веществ и биотопливо в период полного созревания семян. Изучение распределения биохимических веществ в разных органах показало, что накопление их зависит от генотипа. Содержание сахаров было максимальным, а золы с макроэлементами, протеина и каротина — минимальным в стеблях исследованных растений.

Ключевые слова: *Miscanthus*, растительное сырье, биохимические особенности, энергетическая ценность.

ЗМІНА ЗАБАРВЛЕННЯ І ВМІСТУ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У РІЗНОВІКОВІЙ ХВОЇ *PICEA PUNGENS* ENGELM. В УМОВАХ МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ

Мета — проаналізувати вміст хлорофілів і каротиноїдів у хвої 1—4-го року життя дерев *Picea pungens* Engelm. із блакитним кольором хвої у вуличних насадженнях м. Кривий Ріг, котрі зазнають впливу викидів великого металургійного комбінату, і тих, які зростають в незабруднених житлових кварталах міста.

Матеріал та методи. Виділено три групи дерев віком понад 30 років залежно від інтенсивності блакитного забарвлення хвої: I — сизо-блакитне, II — блакитно-зелене, III — слабо виражене блакитне забарвлення. Пігменти з хвої рослин екстрагували димексидом. Кількість хлорофілу і каротиноїдів у розчині визначали за допомогою спектрофотометра СФ-2000.

Результати. В усіх групах дерев найбільший вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми виявлено у хвої першого року життя, максимальний — у дерев першої групи, а мінімальний — у 4-річній хвої. В усіх рослин блакитне забарвлення хвої зменшується з її віком, особливо у 3—4-річній хвої дерев другої і третьої груп. Вміст каротиноїдів збільшується з віком хвої, досягаючи максимуму у 4-річній. Викиди металургійного комбінату впливають на блакитне забарвлення 2—4-річної хвої, знижуючи його інтенсивність, однак ця ознака насамперед залежить від генотипових особливостей рослин.

Висновки. *P. pungens* з блакитним забарвленням хвої стійка і високодекоративна в умовах великого промислового міста степової зони і є перспективною для широкого використання в озелененні населених пунктів цієї зони.

Ключові слова: *Picea pungens*, хвоя, блакитне забарвлення, вміст хлорофілів і каротиноїдів, декоративність, Криворіжжя.

Ялина колюча (*Picea pungens* Engelm.), природний ареал якої розташований у Скалистих горах у Північній Америці, поширена в насадженнях на території України. Це пов'язано з її невибагливістю до родючості ґрунтів і ступеня їх зволоженості та високою декоративністю, особливо форм з блакитною хвоєю. В степовій зоні України вона успішно зростає на сухих ґрунтах, відзначається вітростійкістю, а в промислових регіонах — димо- та газостійкістю [2]. На Криворіжжя перші саджанці *P. pungens* були завезені на початку 1970-х років. Нині форма з блакитним забарвленням хвої є однією із найпоширеніших серед хвойних у міських насадженнях. Характерною особливістю форми 'Glausa' є наявність блакитно-зеленої хвої, яка у рослин зберігається впро-

довж року. Однак інтенсивність забарвлення хвої у дерев візуально помітно варіює, навіть у межах одного великого насадження.

У забарвленні листя рослин провідну роль відіграють зелені та жовті пігменти, які використовують для оцінки життєвого стану рослин та пластичності їх фотосинтетичного апарату [1, 3]. На прикладі видів і сортів *Weigela Thunb.* показано, що природний колір листків та його зміни залежать від синтезу хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів упродовж вегетаційного періоду [4]. Дослідження стану пігментного комплексу листків рослин має важливе значення для розуміння механізмів поглинання сонячної енергії, фотосинтезу та адаптаційних процесів в умовах інтродукційного ареалу. Блакитний колір хвої *P. pungens* є результатом підвищеного відбиття синього світла, яке виникає через наявність епікутикулярних відкладень воску [8]. Структура, щільність та місце

розташування воску на хвої визначають її блиск [9]. Структурні воски утворюються в епістональних камерах блакитних голок, у бруньках, які розширюються [14]. Зі збільшенням віку хвої, а також під впливом аерополітантів змінюється структура поверхневих восків хвої, інтенсивність і спектральні характеристики світла, яке відбивається [16].

Мета роботи — проаналізувати вміст хлорофілу і каротиноїдів у хвої 1—4-го року життя дерев *P. pungens* з блакитним її забарвленням у вуличних насадженнях м. Кривий Ріг, котрі зазнають вплив викидів великого металургійного комбінату, і тих, які зростають у незабудрованих житлових кварталах міста.

Матеріал та методи

У двох вуличних насадженнях *P. pungens* у м. Кривий Ріг були відібрані три групи дерев віком понад 30 років, які мали типове сизо-блакитне (група I), блакитно-зелене (група II) і слабко виражене блакитне забарвлення (група III) хвої. Перше вуличне насадження розташоване неподалік від великого металургійного комбінату «АрселорМіталл Кривий Ріг» (на вул. Металургів) і зазнавало впливу його викидів, друге насадження — у житловому кварталі, віддаленому від цього комбінату більше ніж на 50 км (на вул. Черкасова).

З виділених візуально за забарвленням хвої дерев на початку жовтня відбирали хвою окремо першого, другого, третього і четвертого року життя. Вибірki дерев нараховували не менше ніж 5 екз.

Для визначення вмісту пігментів використовували стандартну методику: до 0,1 г подрібненого рослинного матеріалу додавали 2 мл диметилсульфиду (ДМСО), упродовж 3 годин витримували на водяній бані за температури 67 °С. В отриманому екстракті проводили вимірювання за допомогою спектрофотометра СФ-2000 за довжини хвилі 665 і 649 мкм — для хлорофілів *a* і *b* та 480 мкм — для каротиноїдів. Вміст пігментів (*C*) розраховували за формулами [18]

$$C_a = (12,19 \cdot A_{665}) - (3,45 \cdot A_{649}),$$

$$C_b = (21,99 \cdot A_{649}) - (5,32 \cdot A_{665}),$$

$$C_{\text{кар}} = ((1000 \cdot A_{480}) - (2,14 \cdot C_a) - (70,16 \cdot C_b)) : 220.$$

Результати та обговорення

У *P. pungens* у насадженнях м. Кривий Ріг зберігається хвоя 1—4-го року життя, однак її блакитне забарвлення, за візуальними спостереженнями, найбільш виражене в 1-річній (табл. 1). У рослин із сизо-блакитним забарвленням хвої колір зберігається на 90—98 % і у 2-річній хвої, за винятком дерев, які зростають поблизу металургійного комбінату (77 %). У 3-річній хвої блакитне забарвлення становить 47—74 % від забарвлення 1-річної, а у 4-річній — 23—46 %. Варіабельність сизо-блакитного забарвлення хвої збільшується з її віком. Такі зміни кольору хвої залежно від її віку відзначено і в інших групах дерев. Лише у дерев з блакитно-зеленим забарвленням зменшення блакитного кольору більш ніж на 50 % зафіксовано у 3-річній хвої та 2-річній у групі III. Хвоя 3—4-го року розташована на відповідних пагонах, котрі частково затіняються іншими пагонами. Можна припустити, що блакитне забарвлення хвої зменшується не лише з віком, а і зі зменшенням освітленості пагонів.

Найвищий вміст хлорофілів *a* і *b* та суми хлорофілів відзначено у хвої першого року життя в усіх досліджуваних рослин з максимальним показником у групі I (табл. 2). Відмінності за вмістом пігментів особливо помітні щодо хлорофілу *a*, якого в цьогорічній хвої у групах II—III було менше на 8,7—22,9 і 25—35 % відповідно порівняно з групою I. Сума хлорофілів *a* і *b* також була найвищою у дерев групи I, яких у різновіковій хвої було більше, зокрема в 1-річній, відповідно на 7,8—22,8 %, ніж у групі II, та на 27,6—43,0 % порівняно з групою III.

Відмінності за вмістом хлорофілу *b* у хвої дерев з різним її забарвленням були дещо меншими. Хоча вміст хлорофілу в хвої дерев у зоні поширення викидів металургійного комбінату був меншим порівняно з деревами в житловому масиві, однак очевидних пошкоджень хвої не відзначено. Взагалі *P. pungens* є високостійким до екологічних умов великого промислового міста видом. Вміст хлорофілу *a* поступово зменшувався у хвої 2—4-го року життя в усіх дерев. Найменше (на 25—32,9 %) його

було у 4-річної хвої порівняно з 1-річною. Таку саму тенденцію спостерігали щодо хлорофілу *b* і суми зелених пігментів. Установлено, що з віком хвої зростає кількість каротиноїдів. У всіх групах рослин найбільший вміст їх відзначено у хвої 4-го року життя (на 14,8—33,3 % більший, ніж в 1-річній).

Величина співвідношення *a/b*, а також хлорофіли/каротиноїди була найбільшою в 1-річній хвої дерев усіх груп і поступово зменшувалася з віком хвої. Найбільші зміни встановлено для співвідношення хлорофіли/каротиноїди, яке було найвищим в 1-річній хвої дерев усіх

груп, а у 4-річній становило 54,5—63,9 % від показника хвої першого року життя.

Таким чином, спостерігається чітка тенденція у рослин *P. pungens* з блакитним забарвленням хвої: поступове зниження вмісту хлорофілів і зростання рівня каротиноїдів зі збільшенням віку хвої, що супроводжується зменшенням блакитного забарвлення хвої. Підвищений вміст каротиноїдів у більш віковій хвої — це звичайна фізіологічна реакція на її старіння і тривалий вплив несприятливих чинників міського середовища. У хвої *P. pungens* підвищений рівень каротиноїдів напри-

Таблиця 1. Збереженість блакитного кольору в хвої різних років життя у трьох груп дерев *Picea pungens* у різних районах м. Кривий Ріг

Table 1. Keeping of blue colouring in needles of vary life year in three groups of *Picea pungens* trees in different districts of Kryvyi Rih city

Місцезростання	Вік хвої, роки								За 4 роки загалом	
	1		2		3		4			
	M ± m	CV,%	M ± m	CV,%	M ± m	CV,%	M ± m	CV,%	M ± m	CV,%
Сизо-блакитне забарвлення										
На вул. Черкасова (Тернівський р-н)	10,0		9,3 ± 0,2	11,6	6,7 ± 0,3	22,2	4,0 ± 0,3	30,2	7,5 ± 0,3	35,1
На вул. Івана Сірка (Тернівський р-н)	10,0		9,0 ± 0,2	9,2	6,0 ± 0,4	28,6	3,7 ± 0,4	42,9	7,1 ± 0,3	39,1
На вул. Ватутіна (Покровський р-н)	10,0		9,7 ± 0,1	5,1	7,4 ± 0,2	10,1	4,6 ± 0,3	24,8	7,9 ± 0,3	28,9
Проспект Металургів (Металургійний р-н)	10,0		9,8 ± 0,1	4,2	6,9 ± 0,2	14,8	3,9 ± 0,2	24,2	7,6 ± 0,3	34,3
ПАО «АрселорМіттал Кривий Ріг» (Металургійний р-н)	9,9 ± 0,1	3,1	7,7 ± 0,2	12,9	4,7 ± 0,3	25,9	2,3 ± 0,1	28,6	6,1 ± 0,3	49,2
Блакитно-зелене забарвлення										
На вул. Мусоргського (Покровський р-н)	9,9 ± 0,05	2,3	7,4 ± 0,2	11,9	4,2 ± 0,3	29,5	2,3 ± 0,2	43,0	5,9 ± 0,3	52,1
Проспект Металургів (Металургійний р-н)	9,8 ± 0,1	4,2	6,9 ± 0,2	10,9	4,6 ± 0,3	25,8	2,4 ± 0,2	34,2	5,9 ± 0,3	48,7
ПАО «АрселорМіттал Кривий Ріг» (Металургійний р-н)	9,4 ± 0,1	5,2	5,5 ± 0,2	16,3	3,5 ± 0,2	28,6	1,8 ± 0,2	42,7	5,0 ± 0,3	58,5
Слабко виражене блакитне забарвлення										
Житловий масив Даманський (Тернівський р-н)	10,0		3,5 ± 0,2	23,9	2,1 ± 0,1	21,3	0,9 ± 0,2	87,6	4,1 ± 0,4	87,3
На вул. Ватутіна (Покровський р-н)	10,0		4,7 ± 0,1	14,0	3,1 ± 0,2	22,5	1,5 ± 0,2	47,3	4,8 ± 0,4	68,2

кінці вегетаційного сезону відзначено у міських насадженнях в інших регіонах [1].

Каротиноїди в клітинах рослин виконують антиоксидантні функції, є радіопротекторами, антимутагенами та імуномодуляторами [12]. Високий рівень каротиноїдів у хвої рослин в осінньо-зимовий період, а також при дії стресових чинників розглядають як адаптивну ре-

акцію, спрямовану на підвищення стійкості фотосинтетичного апарату та запобігання деструкції зелених пігментів [6, 12]. При порівнянні вмісту фотосинтетичних пігментів, лігніну і фенолів у хвої *P. pungens* з Колорадо і *P. abies* (L.) H. Karst. з Норвегії, які зростали в Чехії, не встановлено суттєвих відмінностей, так само, як і за показником стійкості у відповідь

Таблиця 2. Вміст фотосинтетичних пігментів у різновіковій хвої *Picea pungens* у насадженнях у м. Кривий Ріг, мг/г сирої речовини (M0 ± m)

Table 2. The content of photosynthetic pigments in vary-aged needles of *Picea pungens* in plantations of Kryvyi Rih city, mg/g of row matter (M0 ± m)

Вік хвої, роки	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	<i>a</i> + <i>b</i> , мг/г сирої речовини	<i>a/b</i>	Каротиноїди	Хлорофіли/ каротиноїди
Сизо-блакитне забарвлення хвої (на вул. Черкасова)						
1	0,830 ± 0,007	0,320 ± 0,013	1,130 ± 0,015	2,6	0,340 ± 0,007	3,3
2	0,740 ± 0,004	0,300 ± 0,005	1,050 ± 0,006	2,5	0,380 ± 0,009	2,8
3	0,670 ± 0,006	0,280 ± 0,014	0,950 ± 0,009	2,5	0,400 ± 0,006	2,4
4	0,580 ± 0,023	0,270 ± 0,017	0,860 ± 0,010	2,3	0,440 ± 0,010	2,0
Сизо-блакитне забарвлення хвої (на вул. Металургів)						
1	0,800 ± 0,011	0,320 ± 0,013	1,110 ± 0,013	2,5	0,320 ± 0,006	3,5
2	0,720 ± 0,012	0,300 ± 0,005	1,030 ± 0,015	2,4	0,360 ± 0,008	2,9
3	0,610 ± 0,027	0,280 ± 0,014	0,900 ± 0,017	2,3	0,370 ± 0,011	2,5
4	0,540 ± 0,023	0,250 ± 0,017	0,790 ± 0,010	2,2	0,380 ± 0,013	2,1
Блакитно-зелене забарвлення хвої (на вул. Черкасова)						
1	0,730 ± 0,011	0,310 ± 0,006	1,030 ± 0,015	2,4	0,300 ± 0,009	3,4
2	0,670 ± 0,027	0,290 ± 0,016	0,980 ± 0,016	2,3	0,320 ± 0,007	3,0
3	0,560 ± 0,022	0,260 ± 0,009	0,830 ± 0,013	2,2	0,340 ± 0,011	2,5
4	0,490 ± 0,017	0,240 ± 0,011	0,730 ± 0,010	2,1	0,350 ± 0,014	2,1
Блакитно-зелене забарвлення хвої (на вул. Металургів)						
1	0,640 ± 0,006	0,300 ± 0,006	0,920 ± 0,015	2,3	0,270 ± 0,008	3,6
2	0,590 ± 0,025	0,290 ± 0,016	0,880 ± 0,016	2,2	0,300 ± 0,010	3,0
3	0,540 ± 0,022	0,250 ± 0,009	0,790 ± 0,013	2,2	0,310 ± 0,012	2,6
4	0,450 ± 0,013	0,230 ± 0,011	0,680 ± 0,010	2,1	0,310 ± 0,014	2,3
Слабко виражене блакитне забарвлення хвої (на вул. Черкасова)						
1	0,600 ± 0,006	0,270 ± 0,006	0,870 ± 0,011	2,3	0,240 ± 0,008	3,7
2	0,540 ± 0,005	0,250 ± 0,005	0,790 ± 0,006	2,2	0,260 ± 0,005	3,1
3	0,480 ± 0,020	0,250 ± 0,013	0,730 ± 0,009	2,1	0,260 ± 0,011	2,7
4	0,450 ± 0,013	0,230 ± 0,009	0,690 ± 0,007	2	0,320 ± 0,009	2,2
Слабко виражене блакитне забарвлення хвої (на вул. Металургів)						
1	0,540 ± 0,005	0,250 ± 0,009	0,790 ± 0,016	2,2	0,210 ± 0,007	3,8
2	0,480 ± 0,020	0,250 ± 0,015	0,730 ± 0,012	2,1	0,230 ± 0,006	3,2
3	0,440 ± 0,012	0,230 ± 0,013	0,670 ± 0,017	2	0,250 ± 0,009	2,8
4	0,370 ± 0,013	0,180 ± 0,009	0,580 ± 0,022	2	0,250 ± 0,014	2,3

на дію техногенно забрудненого повітря. Різницю в накопиченні лігніну і фенолів у цих видів виявлено лише в найбільш віковій хвої [16]. З віком хвої змінюється структура восків на ній, а отже, спектри оптичного відображення та «координати забарвлення», що призводить до появи різних відтінків. Саме їх пропонують використовувати для експертної оцінки фізіологічного стану хвої [13]. Відзначено, що ефективність блакитного світла при фотосинтезі менша, а листки з меншим забарвленням мали більший відсоток світловідбиття при довжині хвиль від 350 до 800 нм [15].

Зелене забарвлення хвої насамперед зумовлене хлорофілом, а в поліхроїзмі квіток покритонасінних рослин провідну роль відіграють каротиноїди та фенольні сполуки, зокрема, антоціани і флавоноїди [7]. Зменшення вмісту хлорофілу в 2—4-річній хвої порівняно з 1-річною може бути спричинене активізацією процесів деструкції та зниженням його синтезу в старшій хвої. Очевидно, що з віком хвої знижується загальна інтенсивність синтетичних процесів у її клітинах. Під час старіння хвої її пігментний комплекс і насамперед хлорофіл зазнають деградаційних змін, які призводять до зміни вмісту та співвідношення фотосинтетичних пігментів і зниження фотосинтетичної активності. Хлорофіл тілактоїдних мембранних хлоропластів зв'язаний з білками. Стресовий вплив на асиміляційні органи активізує хлоропластні протеїни, що призводить до відділення хлорофілу і продуктів його деградації (хлорофіліду і феофітину) від білкової мембрани. Цей процес спричиняє видалення центрального атома магнію із молекули хлорофілу. Механізми катаболізму хлорофілу складні та остаточно не з'ясовані [5, 10, 11].

Нестійкість блакитного забарвлення 2—4-річної хвої у *P. pungens* пов'язана насамперед з генотиповими особливостями рослин, а не з негативним впливом техногенно забрудненого міського середовища. Про це свідчать дослідження молекулярної біології синтезу і функціонування кутикули [17]. Підтвердженням цього є дані візуальної оцінки забарвлен-

ня хвої (див. табл. 1) і порівняльного аналізу вмісту пігментів у дерев з різних насаджень. У цілому *P. pungens* з блакитним забарвленням належить до найстійкіших і найдекоративніших порід у насадженнях м. Кривий Ріг, у якої навіть у найбільш несприятливих умовах не розвивається активно хлороз хвої.

Висновки

У штучних насадженнях *P. pungens* у м. Кривий Ріг виділено три групи дерев з різним ступенем блакитного забарвлення хвої: сизо-блакитне, блакитно-зелене та слабо виражене блакитне забарвлення. Найбільш інтенсивно блакитне забарвлення в усіх групах дерев виявляється в хвої першого року життя і знижується в 2—4-річній, особливо у дерев, які належать до груп II—III. Найвищий вміст хлорофілу в дерев кожної групи виявлено у хвої першого року життя, при цьому в 1—4-річній хвої дерев із сизо-блакитним забарвленням його було завжди більше порівняно з деревами інших груп. З віком хвої вміст хлорофілу зменшувався, а каротиноїдів — збільшувався в усіх рослин, які досліджували. Це пов'язано з процесами старіння хвої.

P. pungens — стійкий вид в умовах Криворіжжя. Її найбільш декоративну форму із сизо-блакитним кольором хвої слід ширше використовувати в озелененні населених пунктів степової зони України.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бухарина І.Л. Особенности фотосинтетического аппарата ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) и ели европейской (*Picea abies* L.) в условиях городской среды / И.Л. Бухарина, А.С. Пашкова // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 3. — С. 582—587.
2. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР: Голосеменные: справ. пособие / [С.И. Кузнецов, П.Я. Чуприна, Ю.К. Подгорный и др.] отв. ред. Е.Н. Кондратюк. — К.: Наук. думка, 1985. — 199 с.
3. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды / И.И. Коршиков. — К.: Наук. думка, 1996. — 240 с.
4. Савенко А.В. Особенности адаптации сортов вейгелы (*Weigela Thunb.*, *Caprifoliaceae*) в условиях

- города Краснодара / А.В. Савенко, С.С. Чукуриди, А.Я. Барчукова // Науч. журн. КубГАУ. — 2015. — № 105 (01). — С. 1—13.
5. Сиваш А.А. Катаболизм хлорофилла в растениях / А.А. Сиваш, Е.К. Золотарева // Вісн. ХНАУ. — 2013. — Вип. 3 (30). — С. 6—17.
 6. Титова М.С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое *Picea abies* и *Picea koraiensis* / М.С. Титова // Вестн. ОГУ. — 2010. — № 13 (118). — С. 9—12.
 7. Феденко В.С. Взаимосвязь каротиноидных и фенольных пигментов в формировании полихроизма цветков покрытосеменных растений / В.С. Феденко // Физиология и биохимия культурных растений. — 2002. — Т. 34, № 3. — С. 199—212.
 8. Clark J.B. Photosynthetic action spectra of trees. I. The relationship of cuticle structure to the visible and ultraviolet spectral properties of needles from four coniferous species / J.B. Clark, G.R. Lister // Plant Physiol. — 1975. — Vol. 55. — P. 407—413.
 9. Hanover J.W. Surface wax deposits on foliage of *Picea pungens* and other conifers / J.W. Hanover, D.A. Reicosky // Am. J. Bot. — 1971. — Vol. 58. — P. 681—687.
 10. Hörtensteiner S. Chlorophyll degradation during se 2006. — Vol. 57. — P. 55—77.
 11. Hörtensteiner S. Chlorophyll breakdown in higher plants / S. Hörtensteiner, B. Kräutler // Biochim Biophys Acta. — 2011. — N 1807 (8). — P. 977—988.
 12. Johnson E.J. The role of carotenoids in human health / E.J. Johnson // Nutr Clin Care. — 2002/ — N 5 (2). — P. 56—65.
 13. Ptushenko V.V. Chlorophyll fluorescence induction, chlorophyll content, and chromaticity characteristics of leaves as indicators of photosynthetic apparatus senescence in arboreous plants / V.V. Ptushenko, O.S. Ptushenko, A.N. Tikhonov // Biochemistry (Moscow). — 2014. — Vol. 79, N 3. — P. 260—272.
 14. Reicosky D.A. Seasonal changes in leaf surface waxes of *Picea pungens* / D.A. Reicosky, J.W. Hanover // Am. J. Bot. — 1976. — Vol. 63. — P. 449—456.
 15. Reicosky D.A. Physiological effects of surface waxes. I. light reflectance for glaucous and nonglaucous *Picea pungens* / D.A. Reicosky, J.W. Hanover // Plant Physiol. — 1978. — Vol. 62. — P. 101—104.
 16. Soukupová J. Comparative study of two spruce species in a polluted mountainous region / J. Soukupová, B.N. Rock, J. Albrechtová // New Phytologist. — 2001. — Vol. 150. — P. 133—145.
 17. Trevor H.Y. The formation and function of plant cuticles / H.Y. Trevor, K.C. Rose Jocelyn // Plant Physiology. — 2013. — Vol. 163, N 1. — P. 5—20.
 18. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophyll *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution / A.R. Wellburn // J. Plant Physiol. — 1994. — Vol. 144. — P. 307—313.
- Рекомендувала О.П. Похильченко
Надійшла 06.08.2018

REFERENCES

1. Buharina, I.L. and Pashkova, A.S. (2015), Osobnosti fotosinteticheskogo apparata eli koljuchej (*Picea pungens* Engelm.) i eli evropejskoj (*Picea abies* L.) v uslovijah gorodskoj sredy [The peculiarities of the photosynthetic apparatus of Norway spruce (*Picea pungens* Engelm.) and Colorado spruce (*Picea abies* L.) in urban environments]. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern problems of science and education], N 3, pp. 582—587.
2. Kuznecov, S.I., Chuprina, P.Ja. and Podgornij, Ju.K. (1985), Derevja i kustarniki, kultiviruemye v Ukrainskoj SSR: Golosemnyye: sprav. posobie [Trees and shrubs cultivated in the Ukrainian SSR: Gymnosperms: reference book]. Kyiv: Nauk. dumka, 199 p.
3. Korshykov, I.I. (1996), Adaptacija rastenij k uslovijam tehnogenno zagrijaznennoj sredy [The adaptation of plants to the conditions of technogenically polluted environment]. Kyiv: Nauk. dumka, 240 p.
4. Savenko, A.V., Chukuridi, S.S. and Barchukova, A.Ja. (2015), Osobnosti adaptacii sortov vejgely (*Weigela Thunb.*, *Caprifoliaceae*) v uslovijah goroda Krasnodara [The adapting peculiarities of varieties of weigelas (*Weigela Thunb.*, *Caprifoliaceae*) in the conditions of Krasnodar city]. Nauchnyj zhurnal KubGAU [Scientific journal KubSAU], N 105 (01), pp. 1—13.
5. Sivash, A.A. and Zolotareva, E.K. (2013), Katabolizm hlorofilla v rastenijah [Catabolism of chlorophyll in plants]. Visnik HNAU [News of the KhNAU], vol. 3 (30), pp. 6—17.
6. Titova, M.S. (2010), Soderzhanie fotosinteticheskikh pigmentov v hvoe *Picea abies* i *Picea koraiensis* [The content of photosynthetic pigments in needles of *Picea abies* and *Picea koraiensis*]. Vestnik OGU [Bulletin of the OSU], N 13 (118), pp. 9—12.
7. Fedenko, V.S. (2002), Vzamosvjaz karotinoidnyh i fenolnyh pigmentov v formirovanii polihroizma cvetkov pokrytosemennyh rastenij [Interconnection of carotenoid and phenolic pigments in the formation of polychroism of flowers of angiosperms]. Fiziologija i biohimija kulturnyh rastenij [Physiology and biochemistry of cultivated plants], vol. 34, N 3, pp. 199—212.
8. Clark, J.B. and Lister, G.R. (1975), Photosynthetic action spectra of trees. I. The relationship of cuticle structure to the visible and ultraviolet spectral properties of needles from four coniferous species. Plant Physiol, vol. 55, pp. 407—413.

9. Hanover, J.W. and Reicosky, D.A. (1971), Surface wax deposits on foliage of *Picea pungens* and other conifers. *Am. J. Bot.*, vol. 58, pp. 681—687.
10. Hörtensteiner, S. and Kräutler, B. (2011), Chlorophyll breakdown in higher plants. *Biochim Biophys Acta.*, 1807(8), pp. 977—988.
11. Hörtensteiner, S. (2006), Chlorophyll degradation during senescence. *Annu Rev Plant Biol.*, vol. 57, pp. 55—77.
12. Johnson, E.J. (2002), The role of carotenoids in human health. *Nutr Clin Care*, N 5 (2), pp. 56—65.
13. Ptushenko, V.V., Ptushenko, O.S., and Tikhonov, A.N. (2014), Chlorophyll fluorescence induction, chlorophyll content, and chromaticity characteristics of leaves as indicators of photosynthetic apparatus senescence in arboreal plants. *Biochemistry (Moscow)*, vol. 79, N 3, pp. 260—272.
14. Reicosky, D.A. and Hanover, J.W. (1976), Seasonal changes in leaf surface waxes of *Picea pungens*. *Am. J. Bot.*, vol. 63, pp. 449—456.
15. Reicosky, D.A. and Hanover, J.W. (1978), Physiological effects of surface waxes. I. light reflectance for glaucous and nonglucous *Picea pungens*. *Plant Physiol*, vol. 62, pp. 101—104.
16. Soukupová, J., Rock, B.N. and Albrechtová, J. (2001), Comparative study of two spruce species in a polluted mountainous region. *New Phytologist*, vol. 150, pp. 133—145.
17. Trevor, H.Y. and Jocelyn, K.C. Rose (2013), The formation and function of plant cuticles. *Plant Physiology*, vol. 163, N 1, pp. 5—20.
18. Wellburn, A.R. (1994), The spectral determination of chlorophyll *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *J. Plant Physiol*, vol. 144, pp. 307—313.

Recommended by O.P. Pokhylchenko
Received 06.08.2018

І.І. Коршиков^{1,2}, Н.Ю. Шевчук^{1,2}, Э.Р. Гусейнова²

¹ Донецкий ботанический сад НАН Украины,
Украина, г. Кривой Рог

² Криворожский ботанический сад НАН Украины,
Украина, г. Кривой Рог

ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ И СОДЕРЖАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В РАЗНОВОЗРАСТНОЙ ХВОЕ *PICEA PUNGENS* ENGELM. В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ

Цель — проанализировать содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое 1—4-го года жизни у деревьев *Picea pungens* Engelm. с голубым цветом хвои в уличных насаждениях г. Кривой Рог, подверженных влиянию выбросов крупного металлургического комбината, и

тех, которые растут в незагрязненных жилых кварталах города.

Материал и методы. Выделены три группы деревьев в возрасте более 30 лет в зависимости от интенсивности голубой окраски хвои: I — сизо-голубая, II — голубовато-зеленая, III — слабо выраженная голубая окраска. Пигменты из хвои растений экстрагировали димексидом. Количество хлорофилла и каротиноидов в растворе определяли с помощью спектрофотометра СФ-2000.

Результаты. Во всех группах деревьев наибольшее содержание хлорофиллов *a* и *b* и их суммы обнаружено в хвое первого года жизни, максимальное — у деревьев первой группы, а минимальное — у 4-летней хвои. У всех растений голубая окраска хвои уменьшается с возрастом, особенно у 3—4-летней хвои деревьев второй и третьей групп. Содержание каротиноидов увеличивается с возрастом хвои, достигая максимума у 4-летней. Выбросы металлургического комбината влияют на голубую окраску 2—4-летней хвои, снижая ее интенсивность, однако этот признак прежде всего зависит от генотипических особенностей растений.

Выводы. *P. pungens* с голубой окраской хвои устойчива и высокодекоративна в условиях большого промышленного города степной зоны и является перспективной для широкого использования в озеленении населенных пунктов этой зоны.

Ключевые слова: *Picea pungens*, хвоя, голубая окраска, содержание хлорофиллов и каротиноидов, декоративность, Криворожье.

І.І. Korshykov^{1,2}, N.Yu. Shevchuk^{1,2}, E.R. Guseynova²

¹ Donetsk Botanical Garden, National Academy
of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kryvyi Rih

² Kryvyi Rih Botanical Garden,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kryvyi Rih

THE CHANGES OF COLOURING AND CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN UNEVEN-AGED NEEDLES OF *PICEA PUNGENS* ENGELM. IN CONDITIONS OF URBAN PLANTINGS

Objective — is to analyze the content of chlorophylls and carotenoids in the 1—4-year-old blue-coloured needles of *Picea pungens* Engelm. trees in street plantings of Kryvyi Rih city exposed to emissions of large metallurgical combine as well growing in non-polluted dwelling blocks of the city.

Material and methods. We divided the trees into three groups at the age of less than 30 years, depending on the needle colouring: I — grey-blue, II — blue-green, III — weakly blue. The pigments of the needles were extracted by dimethyl sulfoxide, and the quantity of chlorophyll

and carotenoids was defined using the spectrophotometer SF-2000.

Results. In all three groups, the highest content of chlorophylls *a* and *b* as well their sum was revealed in one-year-old needles (the maximum value was in the trees of the first group), the lowest one was in four-year-old needles. Blue colouring of the needles decreases with age, especially in 3–4-year-old needles of the trees from the second and the third groups. The content of carotenoids increases with the age of the needles, the maximum is in four-year-old ones. Emissions of the metallurgical combine influence blue

colouring of 2–4-year-old needles, decreasing its intensity; but this characteristics, firstly, depends on genotype peculiarities of the plants.

Conclusions. *P. pungens* with blue-coloured needles is stable and highly decorative in conditions of a large industrial city of the steppe zone, therefore it has good perspectives to be used widely for greening of settlements in this zone.

Key words: *Picea pungens*, needles, blue colouring, content of chlorophylls and carotenoids, decorativeness, Kryvyi Rih area.

УДК 635.952.2:631.524:502.7

Л.І. БУЮН, Л.А. КОВАЛЬСЬКА, Р.В. ІВАННИКОВ, І.І. ХАРЧЕНКО, В.С. ВАХРУШКІН

Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014 м. Київ, вул. Тимірязєвська, 1

ПРОФЕСОР ТЕТЯНА МИХАЙЛІВНА ЧЕРЕВЧЕНКО (1929—2017): СВІТЛО ДАЛЕКОЇ ЗІРКИ (до 90-річчя від дня народження)



11 січня — особливий день у житті ботсадівської спільноти: день народження Тетяни Михайлівни Черевченко, доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента Національної академії наук України, заслуженого діяча науки і техніки України.

Із року в рік у цей холодний січневий день до Національного ботанічного саду з ботсадів та дендропарків України приїздили друзі та колеги Тетяни Михайлівни, щоб привітати іменинницю, засвідчити їй глибоку повагу, порадитися, розповісти про проблеми, поділитися останніми подіями, поспілкуватися. Ця традиція не змінилася, але останніх два роки цей день для кожного з нас оповитий тихим смутком, тому що Тетяни Михайлівни вже немає серед нас. Іменинниця присутня лише у наших спогадах та на всіма улюбленій світлинці із дендробіумами на палубі науково-дослідного

судна «Академик Вернадский» під час чергової подорожі.

Народилася Тетяна Михайлівна 11 січня 1929 р. на Черкащині. Вона завжди дуже пишалася своїми батьками — інтелігентами з діда-прадіда.

Біологічну освіту Т.М. Черевченко отримала на біолого-грунтознавчому факультеті Київського державного університету імені Тараса Шевченка. Свій творчий шлях розпочала у 1954 р. у Білій Церкві, в дендропарку «Олександрія», де працювала спочатку старшим лаборантом, а потім — старшим квітникарем.

Понад 50 років життя Тетяни Михайлівни було нерозривно пов'язане з Національним ботанічним садом імені М.М. Гришка НАН України. Тут вона пройшла шлях від молодшого наукового співробітника до директора установи.

Комплексний підхід до справи, стратегічне мислення, організаторські здібності змолоду відрізняли цю енергійну симпатичну жінку. Вона була здатна захопитися якоюсь ідеєю та переконати, надихнути оточуючих на її втілення. Так, за її ініціативи у 1974 р. було створено відділ тропічних та субтропічних рослин і лабораторію біотехнології. Основним завданням останньої були підтримка та розвиток унікальної колекції тропічних орхідей.

З 1974 до 1992 рр. Т.М. Черевченко очолювала відділ тропічних та субтропічних рослин. Це був період інтенсивного накопичення колекційних фондів та проведення досліджень з порівняльної морфології, репродуктивної біології, онтоморфогенезу, біоморфології, фізіології, біохімії та біотехнології інтродуцентів.

Тетяна Михайлівна — учасник численних експедицій у тропічні регіони Землі. З 1977 до

© Л.І. БУЮН, Л.А. КОВАЛЬСЬКА, Р.В. ІВАННИКОВ,
І.І. ХАРЧЕНКО, В.С. ВАХРУШКІН, 2019

1986 рр. вона взяла участь у чотирьох експедиціях на науково-дослідному судні «Академик Вернадский», в 1988 р. — в експедиції на Кубу, а з 1989 до 2009 рр. — у 5 польових дослідженнях у В'єтнамі.

Під керівництвом Т.М. Черевченко та за її безпосередньої участі створено одну з найбільших в Україні колекцій рослин флори тропіків і субтропіків, яка нині налічує понад 4100 таксономічних одиниць, котрі належать до 868 родів, 160 родин та 6 відділів. Про унікальність цієї колекції свідчить надання їй у 1999 р. статусу Національного надбання України.

Притаманні Тетяні Михайлівні широкий кругозір, бачення перспективи і наукова інтуїція сприяли розвитку нових напрямів досліджень відділу тропічних та субтропічних рослин.

Наукова громадськість України добре знає Т.М. Черевченко за її роботи в галузі орхідології, фітодизайну, біотехнології та космобіології.

У нашій країні та поза її межами ім'я Тетяни Михайлівни нерозривно пов'язане зі створенням в Україні унікальних колекцій багатьох груп квіткових тропічних і субтропічних рослин, насамперед орхідних, опрацюванням теоретичних засад їх інтродукції в умови захищеного ґрунту та збереження *ex situ*, втіленням у життя проекту створення експозицій у новому оранжерейному комплексі. Завдяки їй інтродукція тропічних рослин та орхідей зокрема почала набувати статус комплексної фундаментальної науки, пов'язаної з дослідженням різних аспектів збереження біорізноманіття *ex situ*: репродуктивної біології, біоморфології, біохімії та фізіології, особливостей структурної адаптації, застосуванням біотехнологічних і молекулярно-генетичних методів.

Методичними рекомендаціями з розмноження рослин *in vivo* та *in vitro*, технологіями культивування інтродуцентів в умовах захищеного ґрунту, практичними рекомендаціями з фітодизайну, розробленими під керівництвом Тетяни Михайлівни, досі користуються фахівці ботанічних садів України та інших країн на пострадянському просторі. Зазначені напрями досліджень залишаються актуальними, а дослідження Т.М. Черевченко активно продовжують її учні.



У 1988 р. Тетяну Михайлівну було призначено директором Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Різноманітність наукових інтересів, висока ерудиція та організаторський талант давали їй змогу успішно керувати колективом Ботанічного саду, до складу якого входять підрозділи не лише інтродукційного, а й експериментальних напрямів.

Діяльність Т.М. Черевченко протягом 1990-х років можна назвати найбільшим науковим здобутком і найвищим громадянським подвигом. Лише завдяки її титанічним зусиллям та невичерпній енергії, почуттю великої відповідальності як громадянки та патріотки були збережені безцінні колекції, кадровий потенціал і територіальна цілісність Саду, започатковано нові напрями досліджень.

Важливим етапом діяльності Тетяни Михайлівни щодо розвитку Національного ботанічного саду було завершення будівництва та введення в дію експозицій оранжерейного комплексу. Саме завдяки її оптимізму, високому науковому авторитету, надзвичайному

організаторському таланту і силі волі було завершено цей багаторічний грандіозний проєкт, аналога якому в Україні немає.

Плідна наукова, організаторська і громадська діяльність Т.М. Черевченко відмічена високими державними нагородами: медалями «За доблестный труд» (1970), «За трудовое отличие» (1979), орденами «Знак почета» (1986), княгині Ольги III (1998) та II (2009) ступеня, премією імені В.Я. Юр'єва (1982), імені М.Г. Холодного (1994), імені В.І. Вернадського (2001). У 2014 р. Тетяну Михайлівну було нагороджено пам'ятною медаллю Академії наук і технологій В'єтнаму за визначний внесок у розвиток творчого співробітництва між Національним ботанічним садом імені М.М. Гришка НАН України та Інститутом тропічної біології В'єтнаму.

У науковому доробку Тетяни Михайлівни понад 350 публікацій, відомих широкому колу дослідників у галузі інтродукції рослин та багатьох розділів експериментальної біології. Вона є автором і співавтором 14 монографій.

Майже 20 років Т.М. Черевченко очолювала спеціалізовану Вчену раду при Національному ботанічному саді імені М.М. Гришка, тривалий час була головою Ради ботанічних садів та дендропарків України, відповідальним редактором міжнародного наукового журналу «Інтродукція рослин», членом Українського ботанічного товариства та Американського товариства орхідеєводів. Багато співробітників у системі Ради ботанічних садів та дендропарків стали науковцями саме завдяки підтримці Тетяни Михайлівни, її вмінню підказати правильний напрям досліджень, здатності розкрити творчий потенціал кожного, хто хотів йти звивистими науковими стежинами.

Уся діяльність Т.М. Черевченко в Національному ботанічному саду, незалежно від посади, яку вона обіймала, — вірець самовідданого служіння справі, Ботанічному саду, його розвитку та процвітанню.

Усі, хто знав Тетяну Михайлівну, поважали її за високий професіоналізм, невичерпний

інтерес до науки, величезну працездатність та мудре керівництво, любили за глибоку повагу і чуйне ставлення до колег, велику душевну щедрість та оптимізм.

До 85-річчя Тетяни Михайлівни опубліковано збірник «Фундаментальні та прикладні аспекти сучасної орхідології», який містить статті, які охоплюють широке коло питань, — від макросистематики розширеного порядку *Asparagales* (до складу якого входить порядок *Orchidales*) як ключової групи однодольних до опрацювання біотехнологічних методів розмноження та постасептичної адаптації ювенільних рослин рідкісних видів бореальних орхідей і тих, котрі мають тропікогенне походження. У цьому збірнику було розміщено також велику статтю проф., д.б.н. Т.Б. Батигіної (1927—2015), одного з лідерів світової ембріології рослин. Вона також надіслала фрагмент тексту, присвячений Тетяні Михайлівні, який через невідповідність формату збірника залишився неопублікованим. Сьогодні, коли немає в живих ні Тетяни Михайлівни Черевченко, ні Тетяни Борисівни Батигіної, двох титанів, на яких багато років рівнялися орхідологи тоді ще дружніх країн, вважаємо за потрібне опублікувати ці проникливі рядки.

«Дорогая наша Танечка! Хочу тебе сказать несколько добрых и хороших слов, которых ты достойна, и, я думаю, что ты в первую очередь Человек, и всегда исповедуешь основные моральные заповеди и традиции. Твоими добродетелями всегда являлись мудрость, искренность, внимательность, воля и твоя большая взаимная любовь к орхидеям. Основным принципом твоей творческой научной деятельности с молодости ты всегда считала примат глубокого исследования твоих любимых орхидей в природе...».

Усе, що зробила в науці Т.М. Черевченко, свідчить про її багатий інтелектуальний потенціал та стратегічну далекоглядність.

Коли йде з життя Людина такого масштабу, ще на багато-багато років за нею залишається світло. А ми, учні та послідовники Тетяни Михайлівни, докладемо всіх зусиль, щоб це світло не згасало.

У РАДІ БОТАНІЧНИХ САДІВ ТА ДЕНДРОПАРКІВ УКРАЇНИ

У 2018 р. відзначено надзвичайно плідну співпрацю установ Ради ботанічних садів та дендропарків України (РБСДУ).

29 травня—1 червня в м. Запоріжжя відбулася сесія РБСДУ та міжнародна наукова конференція на тему «Ботанічні сади та дендропарки — центри формування екологічної культури у сучасному інноваційно-освітньому просторі», присвячена 60-річчю позашкільного навчального закладу «Дитячий парк “Запорізький міський ботанічний сад”» Запорізької міської ради Запорізької області. Під час відкриття конференції у залі виставкового центру «Козак-палац» ювілярів привітали представники ботанічних садів і дендропарків України. Відзнаки та нагороди від міської та районної влади було вручено директору Тамарі Іванівні Єрьоміній та співробітникам Ботанічного саду.

У роботі сесії та конференції взяли участь представники ботанічних установ і вищих навчальних закладів України та інших країн, а саме: Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, Національного дендрологічного парку «Софіївка», Ботанічного саду Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, Дніпропетровського обласного еколого-натуралістичного центру, Маріупольської лісової науково-дослідної станції, Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Дослідно-селекційного дендрологічного лісового центру «Веселі Боковеньки», Ботанічного саду Національного лісотехнічного університету, Закарпатського обласного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді, Полтавського обласного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді, Фастівської станції юних натуралістів, Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, регіонального ландшафтного парку «Фельдман-Екопарк», Ботанічного саду Хар-

ківського національного університету імені В.Н. Каразіна, Ботанічного саду Національного фармацевтичного університету (Харків), Сирецького дендрологічного парку, Ботанічного саду Хмельницького національного університету, Корсунь-Шевченківського державного історико-культурного заповідника, Дитячого парку «Запорізький міський ботанічний сад», Запорізького державного медичного університету, Запорізького національного університету, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Українського державного хіміко-технологічного університету, виховного комплексу № 111, ліцеїв і шкіл м. Запоріжжя, вчені із Польщі, Словаччини та Китаю.

На конференції було заслухано доповіді та обговорено теоретичні й прикладні питання співпраці освітян та науковців. Тези виступів опубліковано у книзі «Ботанічні сади та дендропарки — центри формування екологічної культури у сучасному інноваційно-освітньому просторі: матеріали сесії Ради ботанічних садів України та Міжнар. наук. конф., присвяченої 60-річчю позашкільного навчального закладу «Дитячий парк “Запорізький міський ботанічний сад”» Запорізької міської ради Запорізької області (29 травня—1 червня 2018 р.) / редкол.: Н.В. Заїменко та ін. — Запоріжжя: [ЗНУ], 2018. — 296 с.».

На сесії РБСДУ обговорено нагальні питання і проблеми озеленення міст, зокрема щодо відсутності фахового супроводу при підборі асортименту рослин та адаптованого садивного матеріалу, використання інвазійно активних рослин у посадках, захисту рослин від шкідників і хвороб на урбанізованих територіях. Наголошено на важливості відновлення полекзахисних лісових смуг, знищення яких є неприпустимим, особливо у степовій зоні України, а також освітньої та виховної ролі ботанічних установ для майбутнього України. Оголошено про бажання ботанічного саду

Національного фармацевтичного університету (м. Харків) приєднатися до РБСДУ.

У рамках сесії та конференції проведено екскурсії по території Запорізького міського ботанічного саду та в історико-культурний комплекс «Запорозька Січ» Національного заповідника «Хортиця».

Учасники сесії РБСДУ та Міжнародної наукової конференції ухвалили:

1. Відзначити високий науковий та організаційний рівень проведення конференції.

2. Продовжити наукову і практичну співпрацю між освітніми закладами та ботанічними садами і дендропарками.

3. Поширювати наукові знання та популяризувати результати досліджень вітчизняних учених щодо інтродукції рослин, збереження і збагачення фіторізноманіття, генетики і селекції декоративних, плодових та інших рослин.

4. Звернутися до керівництва країни щодо негативних наслідків знищення пожезахисних лісових смуг у Степовій зоні України та загрози від інвазійно активних рослин у насадженнях.

5. Налагодити співпрацю з місцевими органами влади щодо проблем озеленення міст, фахового супроводу при підборі асортименту та адаптованого садивного матеріалу, захисту рослин від шкідників і хвороб та догляду за ними на урбанізованих територіях.

6. Активно сприяти розширенню мережі природно-заповідного фонду України.

7. Прийняти ботанічний сад Національного фармацевтичного університету (м. Харків) до РБСДУ.

12—15 червня відбулася чергова зустріч та X Міжнародна наукова конференція на тему «Ландшафтна архітектура в ботанічних садах та дендропарках». Заявки на участь у конференції надійшли від учасників з чотирьох країн (України, Республіки Білорусь, Російської Федерації та Азербайджану), які представляли 50 установ, організацій і навчальних закладів. Організаторами конференції були Рада ботанічних садів країн СНГ при Міжнародній асоціації академій наук, РБСДУ, Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України,

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України, Державний дендрологічний парк «Тростянець» НАН України.

Відкрила конференцію у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України голова РБСДУ, чл.-кор. НАН України, директор Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, д.б.н., проф. Наталія Василівна Заїменко, яка наголосила на важливості зібрання та обговорення у професійному колі проблем озеленення міст. З привітальним словом виступив директор департаменту екомережі та природно-заповідного фонду Міністерства екології та природних ресурсів України Віктор Васильович Клід. Він наголосив, що чисте довкілля є основою здоров'я людей, від якого залежить комфорт і тривалість життя, особливо у містах. У розвинених країнах озеленення є одним із пріоритетних напрямів розвитку міст. З привітанням від НАН України та побажанням плідної роботи виступив чл.-кор. НАН України, директор Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного, д.б.н., проф. Сергій Леонідович Мосякін. Він відзначив велику роль ботанічних садів і дендропарків у розвитку ботанічної науки. Голова засідання — заступник директора НБС імені М.М. Гришка НАН України Микола Іванович Шумик запросив до вітального слова також співорганізаторів: Івана Семеновича Косенка — д.б.н., заступника голови РБСДУ, чл.-кор. НАН України, директора Національного дендрологічного парку «Софіївка», Олексія Олексійовича Ільєнка — директора Державного дендрологічного парку «Тростянець» та в.о. директора Державного дендрологічного парку «Олександрія» Наталію Сергіївну Бойко.

Учасники конференції відвідали з екскурсіями Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України та Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України.

Тези доповідей опубліковано у збірнику «X Міжнародна наукова конференція «Ландшафтна архітектура в ботанічних садах і дендропарках»: матеріали конференції, 12—15 червня

2018 року. — Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2018. — 472 с.».

Учасники конференції наголосили, що необхідно звернути увагу місцевих адміністрацій на негативні тенденції в міському озелененні: масштабні інвазії адвентивних рослин (*Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle та ін.), надмірне захоплення формами і сортами декоративних рослин, які зменшують екологічну ефективність та середовищеві функції міських зелених насаджень, збільшують витрати на їх створення і догляд, що суперечить концепції сталого розвитку. Місцевим держадміністраціям запропоновано ширше залучати ботанічні сади та дендропарки, їх фахівців до розробки програм озеленення міст, створення зелених насаджень та моніторингу їх стану. Використовувати досвід провідних спеціалістів у галузі ландшафтного будівництва та інтродукції рослин для підбору асортименту для міських зелених насаджень.

Звернутися до тендерних органів України з пропозицією включати у склад тендерних комісій провідних спеціалістів у відповідних галузях. Рекомендувати обов'язкове підтвердження кваліфікації спеціалістів, котрі претендують на виконання проектів, у тих галузях, щодо яких відбувається тендер.

Підкреслено, що перспективними напрямками роботи ботанічних садів і дендропарків з ландшафтного будівництва є розробки та оригінальні дослідження щодо створення етноботанічних експозицій, екологічних принципів формування антропогенно-трансформованих ландшафтів, реконструкції ботанічних експозицій при збереженні природної та культурної спадщини, шляхів відновлення, збагачення і збереження ландшафтів у ботанічних садах та дендропарках — унікальних штучно створених екосистемах, сучасних напрямів використання інтродукованих рослин у ландшафтному будівництві, збереження і відновлення історичних об'єктів ландшафтно-архітектури, інноваційних рішень щодо озеленення в міському історичному середовищі, історії ботанічних досліджень, видатних осо-

бистостей ботанічної науки і садово-паркового мистецтва, стану меморіальних та вікових дерев, їх догляду, ботанічних садів і дендропарків як центрів туризму та екологічної освіти.

Учасники відзначили високий рівень організації роботи конференції та наукових доповідей.

Заслухавши та обговоривши доповіді, учасники конференції прийняли таку резолюцію:

1. X Міжнародну наукову конференцію «Ландшафтна архітектура в ботанічних садах і дендропарках» вважати актуальною, такою, яка має важливе практичне значення. Її проведено на високому науковому рівні.

2. Рекомендувати всім профільним установам і організаціям продовжити наукову та науково-методичну роботу з розробки принципів і методів формування ландшафтних експозицій, сучасних напрямів використання інтродукованих рослин у ландшафтному будівництві, дослідження стійкості автохтонних та інтродукованих рослин, способів збереження і відновлення біорізноманіття в ботанічних садах та дендропарках, природної і культурної спадщини в умовах міста.

3. Відзначити, що Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України, Державний дендрологічний парк «Тростянець» НАН України є важливими історичними об'єктами ландшафтно-архітектури, осередками культивованої та природної флори і можуть використовуватися як база для проведення навчальної, науково-дослідницької, еколого-просвітницької та соціальної роботи навчального закладу.

4. Зазначено необхідність окреслення стратегій розвитку ботанічних садів і дендропарків на майбутнє, а також збереження та відновлення важливих ландшафтних об'єктів.

5. Наголошено на особливій ролі старовинних парків як осередків інтродукції і важливість їх дослідження для реконструкції та відновлення.

6. Звернути увагу науковців та практиків на добір рослин, стійких до культивування.

7. Схвалити позитивний досвід проведення науково-практичної конференції з відзначенням постатей у ботанічній науці.

8. XI міжнародну наукову конференцію на тему «Ландшафтна архітектура в ботанічних садах і дендропарках» провести в Єреванському ботанічному саду (Вірменія).

19—21 вересня відбулася міжнародна наукова конференція на тему «Збереження різноманіття рослинного світу у ботсадах та дендропарках: традиції, сучасність, перспективи». Організаторами конференції були Відділення загальної біології НАН України, РБСДУ, Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України та Білоцерківський національний аграрний університет.

У рамках конференції відбулося чергове засідання РБСДУ, присвячене 230-річчю дендропарку «Олександрія». З ювілеєм колектив дендропарку «Олександрія» привітали мер м. Біла Церква Геннадій Анатолійович Дикий та депутати міськради. Теплі слова прозвучали від народного депутата Верховної Ради України Олександра Олександровича Марченка та депутата міськради Андрія Петровича Короля, Голови РБСДУ, директора НБС імені М.М. Гришка НАН України Наталії Василівни Заїменко, директора Національного дендропарку «Софіївка» Івана Семеновича Косенка, директора Сирецького дендрологічного парку Світлани Анатоліївни Глухової, директора Ботанічного саду Хмельницького національного університету Людмили Павлівни Казімірової та інших. Учений секретар Відділення загальної біології Сергій Миколайович Приваліхін привітав колектив дендропарку від імені Президії НАН України. Грамотами і нагородами від міської влади та НАН України за збереження, розвиток і успішне функціонування установи були нагороджені співробітники дендропарку «Олександрія».

У роботі конференції (очно і заочно) взяли участь 158 вчених з 5 країн: з України — 131, з Республіки Білорусь — 4, з Республіки Казахстан — 4, з Республіки Молдова — 1, з Росій-

ської Федерації — 12. Усні доповіді та публікації представили співробітники із 46 ботанічних садів, дендропарків, вищих навчальних закладів, науково-дослідних станцій та інших наукових організацій, установ та громадських об'єднань.

У рамках конференції відбулися пленарна сесія та робота тематичних секцій «Сучасні напрями та методи досліджень у галузі інтродукції», «Збереження біорізноманіття в умовах зміни клімату та загрози біоінвазій. Захист рослин. Моніторинг та оцінка стану біоти у ботанічних установах», «Раритетні рослини в умовах *in situ* та *ex situ*», «Реставрація, реконструкція та розвиток ботсадів і дендропарків. Тематичні експозиції», «Екологічні аспекти взаємодії природи і суспільства». Всього було заслухано 33 доповіді.

Учасники ознайомилися з історією створення парку, експозиціями паркового музею та рослинними колекціями дендропарку «Олександрія», одного із найстаріших дендропарків України.

Учасники конференції висадили на території дендропарку три пам'ятних дерева сосни Веймутової на честь 230-річчя дендропарку «Олександрія» та дерево ліщини ведмежої в пам'ять про Сергія Івановича Галкіна (дарунок від колективу Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України).

Тези опубліковано у збірнику «Збереження різноманіття рослинного світу у ботсадах та дендропарках: традиції, сучасність, перспективи»: Матеріали міжнародної наукової конференції до 230-річчя дендропарку «Олександрія» НАН України, 19—20 вересня 2018 р. — Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2018. — 436 с.». Роботу конференції висвітлювали місцеві засоби масової інформації.

Учасники конференції та сесії після виступу доповідачів та обговорення прийняли таку резолюцію:

1. Міжнародну конференцію «Збереження різноманіття рослинного світу в ботсадах та дендропарках: традиції, сучасність, перспективи» визнати актуальною, а доповіді та обговорення такими, які мають важливе наукове і практичне значення.

2. Рекомендувати всім профільним установам продовжити наукову та науково-прикладну роботу з розробки напрямів і методів досліджень у галузі інтродукції, збереження біорізноманіття в умовах зміни клімату та загрози біоінвазій, захисту рослин, моніторингу стану біоти у ботанічних установах, реставрації, реконструкції та розвитку ботанічних садів і дендропарків.

3. Продовжити роботи у ботанічних садах і дендропарках зі створення колекцій раритетних видів рослин з подальшим їх вивченням в умовах *in situ* та *ex situ*.

4. Відзначити, що старовинні дендропарки та ботанічні сади є об'єктами ландшафтної архітектури, осередками культивованої та природної флори, і можуть використовуватися як база для проведення навчальної, науково-дослідницької та еколого-просвітницької роботи.

5. Підкреслити особливу роль старовинних парків як осередків інтродукції та важливості їх дослідження з метою подальшої реконструкції та відновлення.

6. Звернути увагу науковців на добір рослин, стійких до культивування в умовах зміни клімату.

7. Рекомендувати провідним ботанічним установам за результатами інтродукційної роботи з декоративними та плодовими рослинами переглянути ановані списки видів і сортів, рекомендованих для озеленення та сільського господарства.

8. Відзначити участь міської влади у вирішенні проблем дендропарку та подякувати депутатам та особисто меру Г.А. Дикому за підтримку і сприяння у розвитку дендропарку «Олександрія», яка є не лише дендрологічним парком і науковою установою, а й цінним історико-культурним об'єктом м. Біла Церква.

4 жовтня на базі Хорольського агропромислового коледжу Полтавської державної аграрної академії відбулася Всеукраїнська науково-практична конференція з нагоди п'ятиріччя від дня створення Хорольського ботанічного саду на тему «Теоретичні та прикладні аспекти вивчення, збереження і збагачення фіторізноманіття у науково-дослідних установах і на-

вчальних закладах України». У роботі конференції взяли участь керівники району та міста, науковці з Києва, Полтави, Дніпра, Кременця, завідувачі природничих кафедр університетів та аграрної академії, представники ботанічних садів та дендропарків України.

Виконуючий обов'язки директора Хорольського ботанічного саду, к.б.н., старший науковий співробітник Володимир Васильович Красовський ознайомив учасників конференції з історією створення Ботанічного саду, науковими доробками співробітників та подякував усім, хто допомагав і допомагає створювати наукову установу, підтримує її сьогодні. Слова подяки прозвучали також керівникам районної та міської влади, яка всіляко допомагає Хорольському ботанічному саду. За вагомий внесок у розбудову та збереження об'єктів природо-заповідного фонду України та з нагоди 5-річчя Хорольського ботанічного саду група учасників конференції була відзначена грамотами голови РБСДУ, районної і міської державної адміністрації.

Після пленарного засідання учасники конференції здійснили екскурсію по території Ботанічного саду і взяли участь у посадці саджанців дуба черепитчастого та д. Гартвіса на честь 5-річчя офіційного відкриття Хорольського ботанічного саду. В. Красовський розповів про багатолітні дуби, які є окрасою Ботанічного саду, а також презентував наукову зону установи, де закладено сад субтропічних плодівих культур. Конференція пройшла в дружній, теплій атмосфері та залишила у гостей приємні враження.

9–11 жовтня у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України було проведено міжнародну науково-практичну конференцію на тему «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції», присвячену 100-річчю НАН України.

Організаторами конференції були РБСДУ і Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України.

Конференцію відкрила голова РБСДУ, директор НБС імені М.М. Гришка НАН України Наталія Василівна Заїменко. З пленарними

доповідями виступили заступник директора з наукової роботи Національного дендропарку «Софіївка» Володимир Миколайович Грабовий, завідувач відділу акліматизації плодкових рослин НБС імені М.М. Гришка НАН України Світлана Валентинівна Клименко, завідувач відділу природної флори НБС імені М.М. Гришка НАН України Віктор Іванович Мельник, заступник директора з наукової роботи (інноваційний розвиток) Джамал Бахлулович Рахметов, заступник директора з наукової роботи Микола Борисович Гапоненко, завідувач відділу тропічних і субтропічних рослин Людмила Іванівна Буюн, п.н.с. відділу ландшафтного будівництва НБС імені М.М. Гришка НАН України Петро Євгенович Булах та с.н.с. відділу ландшафтного будівництва НБС імені М.М. Гришка НАН України Наталія Валеріївна Чувікіна.

У роботі конференції (очно і заочно) взяли участь 173 учених із 4 країн (України, Республіки Словаччина, Республіки Молдова та Азербайджану).

Усні доповіді та публікації представили учасники із 38 ботанічних садів, дендропарків, науково-дослідних установ, вищих навчальних закладів та інших наукових організацій. У рамках конференції відбулася пленарна сесія та робота тематичних секцій «Фундаментальні та прикладні засади інтродукції, збереження і використання рослинного різноманіття», «Інноваційні підходи до розвитку методологічних основ інтродукції рослин та ведення колекційних фондів у ботанічних садах і дендропарках», «Селекційно-біотехнологічні та фізіолого-біохімічні механізми оптимізації інтродукційного процесу за змін кліматичних умов», «Інформаційно-ресурсні основи структурно-функціональної організації біогеоценозів на ауто- та синекологічних засадах». Усього було заслухано близько 20 доповідей.

Учасники конференції ознайомилися з колекціями та експозиційно-демонстраційними ділянками НБС імені М.М. Гришка.

Збірник матеріалів доповідей учасників конференції «Фундаментальні та прикладні аспек-

ти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю Національної академії наук України» було видано до початку конференції.

У рамках конференції відбулося засідання РБСДУ, присвячене 100-річчю НАН України. З доповіддю про результати роботи виступили голова РБСДУ, директор НБС ім. М.М. Гришка НАН України Наталія Василівна Заїменко та учений секретар РБСДУ Алла Миколаївна Гнатюк. Було підбито підсумки роботи РБСДУ в поточному році, окреслено перспективи розвитку та проблеми ботанічних садів і дендропарків України.

Учасники конференції після виступу доповідачів та обговорень прийняли таку резолюцію:

1. Міжнародну конференцію «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції» визнати актуальною, а доповіді та обговорення такими, які мають важливе фундаментальне і прикладне значення.

2. Рекомендувати всім профільним установам продовжити наукову та науково-практичну роботу з розробки фундаментальних і прикладних засад інтродукції, збереження та використання рослинного різноманіття, інноваційних підходів до розвитку методологічних основ інтродукції рослин і ведення колекційних фондів у ботанічних садах та дендропарках, селекційно-біотехнологічних і фізіолого-біохімічних механізмів оптимізації інтродукційного процесу за змін кліматичних умов, інформаційно-ресурсних основ структурно-функціональної організації біогеоценозів на ауто- і синекологічних засадах.

3. Розробити єдині критерії інвентаризації колекційних та експозиційних фондів ботанічних установ. Запропонувати проведення інвентаризації ботанічних колекцій та опрацювати питання щодо підготовки каталогу рослин ботанічних садів і дендропарків України.

4. Розробити уніфіковану методику вартісної оцінки колекційних та експозиційних фондів ботанічних установ.

5. Звернутися до урядових структур з проханням щодо унеможливлення відключення опалення ботанічним садам та дендропаркам, в яких функціонують оранжерейні комплекси.

6. Продовжити роботу з питання щодо встановлення охоронних зон навколо об'єктів природно-заповідного фонду — ботанічних садів та дендропарків України з метою їх захисту від знищення та забудови територій.

7. Продовжити роботу з вирішення питань про поновлення наукових посад у ботанічних садах вищих навчальних закладів.

18—19 жовтня у Ніжинському державному університеті імені Миколи Гоголя на природничо-географічному факультеті відбулася III Міжнародна науково-практична конференція на тему «Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації», присвячена 85-річчю природничо-географічного факультету та 90-річчю агробіостанції Ніжинського державного університету. Кількість статей (145) та учасників конференції (близько 400) свідчить про важливість і значущість цієї події.

Проведено дискусії, присвячені актуальним питанням окремих галузей природничих наук. На пленарному засіданні після вступного та вітальних слів були прослухані доповіді щодо тенденцій, досягнень, викликів та пріоритетів у сталому розвитку довкілля міст України, сучасних проблем і перспектив соціально-економічного розвитку м. Ніжин, а також доповідь, присвячену 90-річчю агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Доповіді викликали великий інтерес в учасників конференції та були обговорені під час пленарного засідання. Цікавими виявились і секційні засідання. Крім того, у рамках конференції відбулися засідання двох «круглих» столів. Один із них був присвячений 90-річчю навчально-дослідної агробіостанції («Сучасні перспективи інтродукції та реінтродукції рослин у ботанічних садах півночі України»). З доповіддю, присвяченою сучасним проблемам і тенденціям розвитку дендропарків виступив директор дендропарку «Тростянець» Олексій Олексійович Ільєнко. Було висвітлено історію становлення та су-

часний стан агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя (доповідач — С.В. Пасічник).

Проведення конференцій, присвячених сучасним проблемам природничих наук, має бути приурочене не лише до ювілейних дат. Активні дискусії у кулуарах між науковцями свідчать про необхідність проведення таких заходів.

Тези доповідей опубліковано в збірнику «III Міжнародна науково-практична конференція “Сучасні проблеми природничих наук: теорія, практика, освітні новації” (до 85-річчя природничо-географічного факультету): Матеріали доповідей. За заг. ред. Г.Г. Сенченко. — Ніжин, НДУ імені Миколи Гоголя, 2018. — 476 с.».

Учасники конференції мали змогу ознайомитися із музеями Ніжинського державного університету: старовинної книги, Миколи Гоголя та картинною галереєю.

24—26 жовтня відбулася сесія РБСДУ і конференція на тему «Проблеми збереження та збагачення рослинного різноманіття в ботанічних садах і дендропарках», присвячена 95-м роковинам видатного вченого, ботаніка, засновника української школи дендрологів, дійсного члена Міжнародного дендрологічного товариства у Великій Британії, д. б. н., проф. Миколи Арсеновича Кохна (28.11.1923—03.11.2007) та 100-річчю заснування НАН України. Вона відбулась у Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України. Конференцію відкрив директор дендропарку «Софіївка» заступник голови РБСДУ, чл.-кор. НАН України, д. б. н., проф. Іван Семенович Косенко. Він розповів про життєвий і творчий шлях М. А. Кохна, його наукові праці та роботи його учнів. У своїй доповіді д. с.-г. наук, проф. Джамал Бахлулович Рахметов розповів про значний внесок в інтродукцію та селекцію рослин українських учених та наголосив на важливості втілення і розвитку їх ідей.

Робота тематичних секцій відбулась за такими напрямками: роль українських учених у розвитку теорії інтродукції та акліматизації рослин, дендрофлора ботанічних садів і парків, шляхи її збереження та збагачення, сучасні

напрями збереження рідкісних і зникаючих рослин *in situ* та *ex situ*, ландшафтна архітектура та фітодизайн, біотехнологія рослин. У доповідях були висвітлені актуальні проблеми та перспективи розвитку дендрології, аспекти догляду і секрети вирощування рослин, наголошено на важливості рослин для комфортного довкілля.

Матеріали конференції опубліковано у збірнику «Проблеми збереження та збагачення рослинного різноманіття в ботанічних садах і дендропарках: Матеріали всеукраїнської наукової конференції. — Умань: Сочінський М.М., 2018. — 220 с.».

Учасники конференції здійснили екскурсію по території дендропарку та відкрили пам'ятний знак професору М.А. Кохну на колекційній ділянці «Сад кленів».

У рамках конференції і сесії РБСДУ було прийнято таку резолюцію:

1. Конференцію «Проблеми збереження та збагачення рослинного різноманіття в ботанічних садах і дендропарках» визнати актуальною, а доповіді та обговорення такими, які мають важливе фундаментальне і прикладне значення.

2. Розпочати підготовку видання «Внесок українських вчених у розвиток інтродукції, акліматизації та селекції рослин», у якому висвітлити життєвий шлях і досягнення видатних учених України.

3. Установам РБСДУ створити ініціативну групу щодо заснування «Українського дендрологічного товариства імені проф. М.А. Кохна».

4. Установам РБСДУ здійснювати моніторинг та приділяти увагу змінам у законодавстві України, які стосуються стабільної та успішної діяльності ботанічних садів і дендропарків, щоб спільними зусиллями забезпечити збереження та функціонування установ.

5. Акцентувати увагу на питанні про перегляд дискримінаційної поправки до податкового кодексу, яка стосується податку на землю для національних дендрологічних парків.

Поточного року згідно з положенням було проведено конкурс на здобуття премії імені академіка М.М. Гришка серед науковців НАН України, кошти на яку було люб'язно надано засновником премії — онуком академіка М.М. Гришка Миколою Юрійовичем Гришком. На бюро РБСДУ було розглянуто роботи, подані на конкурс та затверджено рішення комісії з розгляду поданих робіт. Згідно з цим рішенням лауреатом премії стала Ірина Леонідівна Дениско (Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України) за роботи з інтродукції, результати яких викладено у 78 публікаціях і монографії «Троянди патіо. Біолого-екологічні особливості, інтродукція, перспективи використання у Правобережному Лісостепу України».

Рада ботанічних садів та дендропарків України висловлює особливу подяку адміністраціям ботанічного саду ДП «Запорізький міський ботанічний сад» Запорізької міської ради Запорізької області, Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України, Державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України, Хорольського ботанічного саду та агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя за організацію конференцій та сесій РБСДУ на високому рівні.

Голова Ради ботанічних садів
та дендропарків України,
чл.-кор. НАН України, д-р біол. наук, проф.
Н.В. ЗАЙМЕНКО
Учений секретар РБСДУ, канд. біол. наук
А.М. ГНАТЮК

ДО 60-річчя

ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ПРОФЕСОРА Ю.В. ЛИХОЛАТА



Юрій Васильович Лихолат — відомий український учений-біолог, доктор біологічних наук, професор, академік Академії наук Вищої школи України, дійсний член Міжнародної академії біоенерготехнологій, завідувач кафедри фізіології та інтродукції

рослин Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. З його ім'ям тісно пов'язаний розвиток екології та фізіології рослин як в Україні, так і за її межами.

Народився 29.01.1959 р. у с. Мішурин Ріг Верхньодніпровського району Дніпропетровської області в сім'ї вчителя.

Згадуючи дитинство, Юрій Васильович говорив, що не мав жодного сумніву, що буде біологом як батько. Це насамперед було пов'язано з тим, що на початку 1960-х років степи на Дніпропетровщині були максимально розорані, лише подекуди збереглися залишки степових природних комплексів, які стали місцем збереження генофонду всього степового біологічного різноманіття. З тих часів він усвідомив, яку шкоду завдають пилові бурі, запобігти котрим може лише створення штучних лісонасаджень. Теоретичною основою для проведення цих заходів стала монографія О.Л. Бельгарда «Степное лесоведение» (1971). Юрій записався до гуртка юних лісоводів, а 1973 р. представляв біологів-лісоводів Дніпропетровської області на III Республіканському зборі юних біологів.

Закінчив Дніпропетровський державний університет (ДДУ) і отримав кваліфікацію «Біолог. Викладач біології і хімії». Однокурсники Юрія Васильовича добре пам'ятають його як наполегливого талановитого студента, вірного товариша, котрий завжди був готовий прийти

на допомогу тим, хто цього потребував. Таким він залишився і досі.

Трудову діяльність Ю.В. Лихолат розпочав у 1981 р. як агроном у радгоспі «Декоративні культури» м. Дніпропетровська. Під його керівництвом вирощено посадковий матеріал для озеленення масивів, які будували («Тополя-2», «Тополя-3», «Сокіл», «Сонячний», «Перемога»), та реконструкції низки парків, скверів, проспектів та вулиць міста.

З 1983 р. до 1986 р. — аспірант кафедри фізіології рослин та екології ДДУ. Кандидатську дисертацію за спеціальністю «екологія» захистив у 1986 р. З 1986 р. — асистент, а з 1990 р. — доцент кафедри фізіології рослин ДДУ. З 1992 р. до 1994 р. — заступник відповідального секретаря приймальної комісії ДДУ. У 1992—2000 рр. виконував обов'язки заступника декана заочного факультету та заступника директора інституту біології заочної форми навчання. Доктор біологічних наук за спеціальністю «екологія» — з 2003 р., професор — з 2005 р. Із січня 2004 р. — завідувач кафедри фізіології рослин та екології, а з грудня 2009 р. — завідувач кафедри фізіології та інтродукції рослин Дніпровського національного університету (ДНУ).

Наукові інтереси полягають у сфері практичної екології. Дослідження присвячені розробці фізіолого-біохімічних теоретичних та практичних основ моделювання і формування стійких оптимізуючих середовище культурфітоценозів, основною складовою яких є дерниноутворюючі трав'яні рослини. Ю.В. Лихолат є засновником нового наукового напрямку в біології — техногазоноведення. За роки роботи в ДНУ був науковим керівником, відповідальним виконавцем і розробником моніторингових досліджень впливу на рослини токсичних речовин через атмосферу та ґрунт і підвищення стійкості до них в умовах дії промислових виробництв та викидів автотранспорту,

популяційно-генетичного аналізу впливу змін клімату на інвазійність адвентивних рослин, технології введення в культуру малопоширених інтродукованих плодово-ягідних культур, інтродукції червонокнижних видів та виробництва біопалива в м. Дніпропетровськ (Дніпро). Наукові дослідження проведено спільно з видатними вченими України — чл.-кор. НАН України д.б.н., професором І.П. Григорюком, д.б.н., професором Л.Г. Долговою, д.б.н., професором О.М. Вінниченком, д.б.н., професором І.І. Коршиковим, д.б.н., професором Л.П. Мициком.

Юрій Васильович бере активну участь у реалізації «Програми з локалізації та ліквідації амброзії полинолистої та інших карантинних організмів на території м. Дніпро», яка зокрема передбачає реалізацію комплексу заходів з біологічних методів контролю та ліквідації вогнищ карантинних рослин та чисельності їх насіння на території міста. Піонерним є спосіб очищення забруднених токсикантами ґрунтів, який ґрунтується на використанні метаболічних властивостей амброзії полинолистої як сировини для біопалива.

Як науковий консультант Ботанічного саду ДНУ імені Олесея Гончара, Ю.В. Лихолат дбає про його розвиток. Ураховуючи, що ботанічний сад — це місце збереження фіторізноманіття регіону, його колекція з ініціативи Юрія Васильовича постійно поповнюється новими видами рослин. Так, за останні 20 років на території Ботанічного саду пройшли інтродукційне випробування рослини 1385 таксонів відкритого ґрунту, частину з яких передано для озеленення міста.

Ботанічний сад, зоомузей та Акваріум ДНУ імені Олесея Гончара є центром проведення просвітницької роботи з екологізації свідомості населення міста, тут регулярно проводяться біоквести для молоді, співорганізатором яких є Ю.В. Лихолат.

Величезна працездатність дала змогу Юрію Васильовичу зробити значний внесок у розвиток міждисциплінарних досліджень загальних і теоретичних проблем фізіології та інтродукції рослин, екології, охорони довкілля, а

також у просвітницьку роботу в м. Дніпро та Україні. Він є автором і співавтором понад 570 науково-методичних праць, зокрема 6 монографій (одну видано за кордоном), 11 публікацій у виданнях Scopus, 20 — у виданнях Web of Science, 2 підручників, 11 навчально-методичних посібників, з яких 3 з грифом МОН України, 16 навчально-методичних розробок, 5 методичних рекомендацій для виробництва.

Ю.В. Лихолат постійно впроваджує в навчальний процес новітні методи досліджень і на належному науково-методичному рівні викладає нормативні курси «Фізіологія адаптацій рослин», «Екофізіологія», «Екологія», «Газонознавство», «Методологія та організація наукових досліджень». Здійснює керівництво науковою роботою магістрів, аспірантів і здобувачів.

Серед наукової громади широкою популярністю користуються монографії професора Лихолата: *Дерновий покрив техногенних територій*. — Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1997. — 92 с. (співавт.); *Еколого-фізіологічні особливості багаторічних дерноутворюючих злаків техногенних територій*. — Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетров. ун-ту, 1998. — 188 с. (самостійно); *Технології вирощування і біорегуляція стійкості газонних рослин у міському урбанізованому середовищі*. — К.: НУБІП України, 2014. — 223 с. (співавт.); *Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, охороні та збереженні рослинного світу*. — К.: Ліра-К, 2018. — 500 с. (співавт.); *Закономірності адаптації аборигенних та інтродукованих видів деревних рослин до мінливих умов степового Придніпров'я*. — Суми: ФОРП Цьома С.П., 2018. — 186 с. (співавт.); *Actual aspects of organic agricultural development in Ukraine*. — Vienna, 2018. — 291 p. (співавт.); *підручники: Адаптація рослин до антропогенних чинників*. — Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017. — 98 с. (співавт.); *Популяційна антропологія*. — Д.: РВВ ДНУ, 2018. — 296 с. (співавт.) та посібники: *Землеробство з основами агрохімії декоративних рослин*. — Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетров. ун-ту,

1999. — 72 с. (самостійно); Ландшафтний фітодизайн. — Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетров. ун-ту, 2012. — 201 с. (співавт.); Анатомія рослин. — Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2013. — 115 с. (співавт.); Спецпрактикум з фізіології та біохімії рослин. — ФОП Середняк Т.К., 2014. — 224 с. (співавт.) та ін.

Ю.В. Лихолат вміло поєднує науково-педагогічну працю з громадською діяльністю. Він є заступником голови спеціалізованої вченої ради Д 08.051.04 із захисту докторських (кандидатських) дисертацій ДНУ, членом спецради Д 26.004.15 із захисту докторських (кандидатських) дисертацій Національного університету біоресурсів і природокористування України за спеціальностями «біотехнологія» та «екологія», експертної ради МОН України секції «Лісове та садово-паркове господарство», редколегії 5 наукових журналів. Брав участь у розробці галузевого стандарту Вищої освіти України за ОКР магістр з фізіології рос-

лин: «Фізіологія адаптацій рослин», «Фізіологія та екологія фотосинтезу», «Генетична інженерія та біотехнологія рослин», «Екофізіологія рослин». Нагороджений грамотами та подяками МОН України, Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, Донецького національного університету імені Василя Стуса, області, міста, «Почесним знаком ЦК ДОСААФ» (1986), медалями «За вірну службу ДНУ» (2013) та «25 років АН ВШ України» (2017).

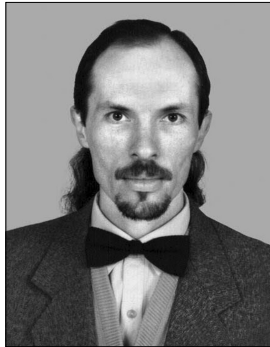
Дійсний член Міжнародної академії біоенерготехнологій (2007). З 2017 року — академік Академії наук Вищої школи України за аграрним відділенням.

Сердечно вітаємо Юрія Васильовича Лихолата зі славним ювілеєм і зичимо йому міцного здоров'я, довгих років життя та нових успіхів у справі підготовки висококваліфікованих фахівців.

І.П. Григорюк, Б.Є. Якубенко, М.Б. Гапоненко

ДО 60-РІЧЧЯ

ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ПРОФЕСОРА А.В. ЄНИ



У грудні 2018 року виповнилося 60 років від дня народження відомому українському вченому-ботаніку, педагогу та популяризатору науки, доктору біологічних наук, професору Андрію Васильовичу Єні. Все його життя пов'язане з Кримом, при-

роду якого він досліджує, а набутими знаннями щедро ділиться, виховуючи молодих фахівців.

А.В. Єна народився 10 грудня 1958 р. у м. Сімферополь. Батько, Василь Георгійович Єна, видатний учений-географ, професор Таврійського національного університету, прищепив своїм синам любов до пізнання малої батьківщини, розкриття таємниць природи. Старший син став геологом, а молодший — біологом, присвятив своє життя вивченню багатого, різноманітного, надзвичайно цікавого для науки рослинного світу Криму. Прагнення до пізнання флори виявилось у нього ще у дитинстві. Під час навчання на біологічному факультеті Сімферопольського державного університету брав активну участь у науковій роботі, під керівництвом д. біол. н., проф. В.Г. Мішньова досліджував релікти дендрофлори Криму, опублікував в «Українському ботанічному журналі» першу наукову працю. По закінченні з відзнакою університету Андрій Васильович навчався в аспірантурі в Нікітському ботанічному саду УААН під керівництвом д. біол. н., проф. В.М. Голубєва. У 1986 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему «Популяционно-количественный состав и экологические особенности вечнозеленых реликтов дендрофлоры Крыма и проблемы их охраны». У роботі вперше було визначено межі та структуру кримської частини ареалів видів дослідженої групи, ландшафтно-екологічний діапазон, в якому вони

представлені, вікові спектри популяцій та оцінено їх життєвість; обґрунтовано роль *Arbutus andrachne* L. як цінного ландшафтно-екологічного індикатора.

Андрій Васильович Єна працює у Кримському сільськогосподарському інституті (з 2004 р. — Кримський агротехнологічний університет): з 1986 р. — асистентом, з 1989 р. — доцентом кафедри ботаніки, фізіології рослин та генетики, з 2009 р. — завідувачем кафедри фітодизайну та ботаніки.

Основна робота Андрія Васильовича — педагогічна. До студентів він ставиться з великою повагою та намагається долучити їх до творчої співпраці. Його лекції побудовані таким чином, щоб навчити студентів аналізувати та осмислювати викладений матеріал. Ми мали нагоду відвідати його лекції та переконалися в їх оригінальності. Успіхи А.В. Єни у науково-педагогічній праці двічі були відзначені дипломом «Соросівський доцент» (1995, 1997).

Надзвичайна вимогливість до себе як до науковця і людини, об'єктивність в аналітичних судженнях поєднуються в Андрія Васильовича із доброзичливістю, бажанням допомогти, коректними зауваженнями.

З часом молодий учений розпочав тривале та планомірне вивчення всієї флори Криму, особливу зацікавленість виявив до проблеми ендемізму. У 2009 р. А.В. Єна успішно захистив докторську дисертацію на тему «Феномен флористического эндемизма и его проявления в Крыму». Комплексне дослідження цього явища здійснено вперше для регіону, з нових позицій і з урахуванням нових матеріалів проаналізовано загальну історію географії рослин взагалі та зокрема в Україні, запропоновано та обґрунтовано поняття фітоніші як об'єкта географії рослин, на основі якого розроблено алгоритм системного фітогеографічного дослідження. Автором розглянуто різні аспекти

концепції ендемізму, здійснено нове флористичне районування Кримського півострову та вперше — ландшафтний розподіл регіонального ендемізму. Визначено фундаментальні закономірності виявів вузького ендемізму, встановлено роль ендемічних таксонів у розвитку рослинного покриву. Теоретичні висновки автора ґрунтуються на глибокому знанні флори, зокрема на оригінальних флористичних матеріалах, узагальнених ним у монографії «Природная флора Крымского полуострова» (2012). Це критичне зведення про таксономічне різноманіття дикорослих судинних рослин регіону підготовлене із урахуванням сучасних номенклатурно-таксономічних і ботаніко-географічних даних. Наведено відомості про 2536 видів та підвидів з 760 родів і 270 родин та критичні коментарі до багатьох із них.

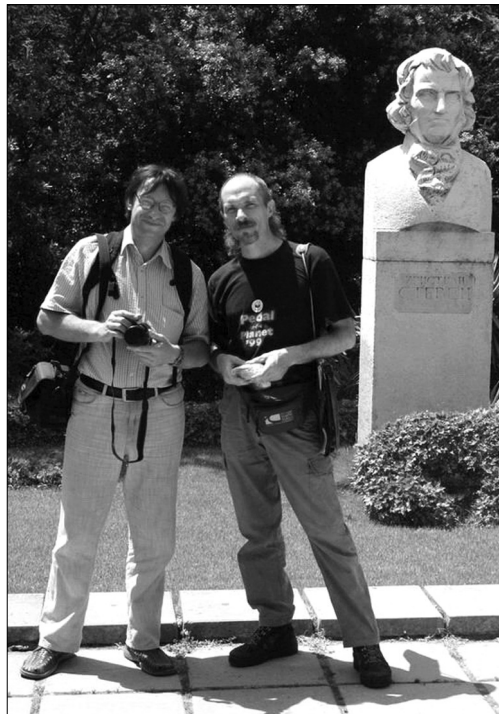
У наукових колах Андрія Васильовича добре знають як експерта з флори Криму. Його інтереси пов'язані із систематикою, флористикою, фітогеографією, охороною природи, історією науки. Він автор та співавтор понад 700 наукових та науково-популярних праць, зокрема 27 колективних монографій, має авторське свідоцтво за розробку концепції створення національного природного парку «Таврида» тощо.

Велика заслуга А.В. Єни в упорядкуванні та систематизації гербарію його рідного університету (CSAU). Це великі колекції, котрі презентують як історичні, так і сучасні, часто серійні матеріали, які протягом тривалого часу збирав куратор, його колеги та студенти. Нині їх обсяг перевищив 70 тис. гербарних аркушів. Гербарій використовують, зокрема, при підготовці таких видань, як Atlas Florae Europaeae, Червона книга України, Екофлора України та інших флористичних зведень, а також у навчальному процесі.

Перлинами літератури стали науково-популярні праці, написані у співавторстві з батьком та братом, в яких Андрій Васильович бере найактивнішу участь. Природа Криму, його історія, етнографія, географія, рослинний покрив та багато іншого для ювіляра — відкрита книга. Про це свідчать назви книг, наприклад,



А.В. Єна, В.В. Протопопова, А.П. Ільїнська.
Сімферополь, 2003



Р.Я. Кіш та А.В. Єна біля пам'ятника
Х. Стевену. Нікітський ботанічний сад, 2007

«Открыватели земли крымской» (2007), «Перевалами Горного Крыма» (2007), «Люция Крыма» (2009), «Краткий географический словарь Крыма» (2009, 2011), «Куэсты Крымского предгорья» (2010), «Заповедные ландшафты Тавриды» (2013), «На равнинах Крыма» (2015) тощо. Актуальні цікаві науково-популярні видання супроводжуються творчо-поетичним натхненням, бажанням донести до читача не лише ґрунтовні наукові знання, а й необхідність бережного ставлення до природи та її охорони.

Андрій Васильович не лише із захопленням розповідає про багатство та красу природи Крима, а і всіляко сприяє збереженню її фіто-різноманіття. Він співавтор Червоної книги України (2009), низки наукових статей про рідкісні види, їх стан та охорону. Одночасно, усвідомлюючи посилення процесу адвентивізації флори, він зацікавився чужорідними видами рослин, здійснює моніторинг їх поширення в Криму. Підтримує тісні зв'язки з аматорами-ботаніками, які захоплюються фотографуванням рослин і залучає їх до цілеспрямованих пошуків цікавих видів.

Багато сил учений віддає громадській роботі: є активним членом Українського ботанічного товариства, міжнародного Комітету з картування флори Європи, старшим координатором Кримського регіонального центру «Euro+Med Plant Base», Асоціації з підтримки біологічної та ландшафтної різноманітності Криму, редколегій декількох видань.

А ще у нашого колеги є милий для душі об'єкт — *Hedera helix* L., 270 сортів якого він вирощує на невеликій прибудинковій ділянці. Як у творчої особистості це хобі давно переросло у наукові дослідження: А.В. Єна є автором декількох статей, а також «Методики проведення експертизи сортів плюща звичайного (*Hedera helix*) на відмінність, однорідність і стабільність». Один із виведених ним сортів, зареєстрований у International Register of Ornamental Plant Cultivars, він назвав на честь батька (Papa Yena).

У свої 60 років професор А.В. Єна сповнений творчих сил і планів. Гречно вітаємо вельмишановного Андрія Васильовича, колегу та широкого друга, з ювілеєм та зичимо йому творчої наснаги на многая і благая літа!

М.В. Шевера, В.В. Протопопова, С.В. Клименко