

# Рослини

## Інтродукція

2(78)/2018

### Plant introduction

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



#### ЗМІСТ

##### Теорія, методи і практичні аспекти інтродукції рослин

VERGUN O.M., RAKHMETOV D.B., SHYMANSKA O.V., FISHCHENKO V.V. The accumulation of nutrients in under-ground parts of plants of the genus *Crambe* L. spp. . . . . . 3

SHYMANSKA O.V., VERGUN O.M., RAKHMETOV D.B., BRINDZA J. Antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* L. and *G. orientalis* Lam. 12

##### Збереження різноманіття рослин

ШОЛЬ Г.Н. Оцінка успішності інтродукції рідкісних та зникаючих видів рослин у Криворізький ботанічний сад НАН України . . . . . 20

##### Біологічні особливості інтродукованих рослин

SKRYPCHENKO N.V., NUZHINA N.V., DZYUBA O.I., SLYUSAR G.V. Anatomic structure of one-year-old shoots of *Actinidia* species . . . . . 29

ТРОЇЦЬКИЙ М.О., БУЙДІН Ю.В. Паліноморфологічний аналіз рослин сортів *Iris hybrida hort.* (Rodion.) . . . . . 36

#### CONTENTS

##### Theory, Methods and Practical Aspects of Plant Introduction

VERGUN O.M., RAKHMETOV D.B., SHYMANSKA O.V., FISHCHENKO V.V. The accumulation of nutrients in under-ground parts of plants of the genus *Crambe* L. spp. . . . . . 3

SHYMANSKA O.V., VERGUN O.M., RAKHMETOV D.B., BRINDZA J. Antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* L. and *G. orientalis* Lam. 12

##### Conservation of Plant Diversity

SHOLL H.N. Assessment of the success of the introduction of rare and endangered plant species into the Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine . . . . . 20

##### Biological Peculiarities of Introduced Plants

SKRYPCHENKO N.V., NUZHINA N.V., DZYUBA O.I., SLYUSAR G.V. Anatomic structure of one-year-old shoots of *Actinidia* species . . . . . 29

TROITSKII M.O., BUIDIN Yu.V. Palynomorphological analysis of *Iris hybrida hort.* (Rodion.) cultivars plants . . . . . 36

ЛАПТЕВА О.В. Еколого-біологічні показники представників роду *Quercus* L. у зелених насадженнях Кривого Рогу ..... 47

#### Паркознавство та зелене будівництво

ШИНДЕР О.І., ГЛУХОВА С.А., МИХАЙЛИК С.М. Спонтанна флора Сирецького дендрологічного парку загальнодержавного значення (м.Київ)..... 54

РУБЦОВА О.Л., ЧУВІКІНА Н.В. Наукова діяльність Леоніда Івановича Рубцова в радянських субтропіках ..... 65

#### Фізіолого-біохімічні дослідження

GRYGORIEVA O.V., KLYMENKO S.V., TESLYUK M.G., ONYSCHUK L.M. Variability of morphological parameters and determination of volatile organic compounds of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) genotypes fruits ..... 74

КУЗНЕЦОВА М.С., КИТАЄВ О.І. Оцінка морозо- та зимостійкості *Calluna vulgaris* (L.) Hull та його культиварів в умовах Правобережного Лісостепу України. .... 84

ДАНИЛЬЧУК Н.М., ДАНИЛЬЧУК О.В. Особливості сезонної динаміки водообмінних процесів у видів роду *Populus* L. у дендрарії Криворізького ботанічного саду ..... 92

#### Втрати науки

Пам'яті Віталія Дмитровича Федоровського 102

LAPTEVA O.V. Ecological and biological indicators of the genus *Quercus* L. representatives in green plantations of Kryvyi Rih ..... 47

#### Park Science and Park Architecture

SHYNDER O., GLUKHOVA S., MYKHAYLYK S. Spontaneous flora of the Syrets Arboretum (Kyiv) ..... 54

RUBTSOVA O.L., CHUVIKINA N.V. Scientific activity of Leonid Ivanovich Rubtsov in the Soviet subtropics. .... 65

#### Physiological and Biochemical Investigations

GRYGORIEVA O.V., KLYMENKO S.V., TESLYUK M.G., ONYSCHUK L.M. Variability of morphological parameters and determination of volatile organic compounds of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) genotypes fruits..... 74

KUZNETSOVA M.S., KYTAYEV O.I. Estimation of frost and winter resistance of *Calluna vulgaris* (L.) Hull and its cultivares in conditions of Right-Bank of Forest Steppe of Ukraine ..... 84

DANILCHUK N.M., DANILCHUK O.V. Peculiarities of seasonal dynamics of water-exchange processes in species of *Populus* L. in dendrarium of Kryvyi Rih Botanical Garden ..... 92

#### Losses of Science

In memory of Vitaliy Dmytrovych Fedorovskiy 102

UDC 582.683.2: 581.43: 581.192

O.M. VERGUN, D.B. RAKHMETOV, O.V. SHYMANSKA, V.V. FISHCHENKO

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

## THE ACCUMULATION OF NUTRIENTS IN UNDER-GROUND PARTS OF PLANTS OF THE GENUS *CRAMBE* L. SPP.

**Objective** — to study the accumulation of biochemical compounds in the under-ground part of the plants of the genus *Crambe* L. in the period of early spring in the conditions of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

**Material and methods.** Plant material of this investigation — *Crambe* species (*Brassicaceae* Burnett): *C. cordifolia* Steven (CCR), *C. grandiflora* DC. (CGR), *C. juncea* M.Bieb. (CJR), *C. koktebelica* (Junge) N. Busch (CKR), *C. maritima* L. (CMR), *C. steveniana* Rupr. (CSR), *C. tataria* Sebeok (CTR). As control were selected plants of *Armoracia rusticana* P. Gaerth., *B. Mey & Scherb* (ARR). All biochemical analyses were conducted using the under-ground part of plants in the period of early spring.

The determination of absolutely dry matter was done according to A.I. Yermakov, total content of sugars, ascorbic acid, content of organic acids, tannins — according to V.P. Krishchenko, level of total ash — according to Z.M. Hrycajenko et al., concentration of calcium and phosphorus — according to H.N. Pochinok, antiradical activity of ethanol and water extracts — according to W. Brandt-Williams et al.

**Results.** Obtained data showed that content of dry matter ranged from 16.00 % (CMR) to 22.48 % (CCR), total content of sugar ranged from 11.03 % (CJR) to 46.48 % (CSR), content of ascorbic acid ranged from 192.85 mg% (CSR) to 483.45 mg% (CTR), level of tannins in range from 1.64 % (CGR) to 5.12 % (CJR), content of organic acids ranged from 2.28 % (CSR) to 3.64 % (CJR), content of ash in range from 9.24 % (CSR) to 14.67 % (CJR), level of calcium ranged from 0.76 % (CTR) to 1.37 % (CKR), content of phosphorus varied from 0.57 % (CCR) to 1.33 % (CTR). Antioxidant activity of ethanol extracts was in range from 6.84 % (CGR) to 11.65 % (CTR) and water extracts — from 0.76 % (CGR) to 2.52 % (CCR).

**Conclusions.** It can be concluded that under-ground part of plants of the genus *Crambe* is rich source of nutrients in the period of early spring. Some investigated species showed higher biological activity in comparison with ARR plants. Comparative analyze of phytochemical content of raw matter demonstrated that under-ground part of investigated plants can be competed with other food plants such as *Armoracia rusticana* by content of ascorbic acid, total content of sugars, organic acids, ash, macroelements etc. Total antioxidant activity of ethanol extracts of investigated plants demonstrated higher results than water extracts.

**Key words:** *Crambe*, dry matter, ascorbic acid, tannins, ash, macroelements, antioxidant activity.

10,000-year-old traces of cultivation give evidence that plants in the family *Brassicaceae* Burnett are among the oldest cultivated plants known. These plants grow under various climatic conditions and accumulate different bioactive compounds that are important for human health, food and animal feed [10, 19, 25]. Cruciferous vegetables (e.g., Chinese cabbage, broccoli, and mustard) are a major food crop contributing to the diet of millions of people and are of significant importance for agricultural economies worldwide. They have been independently domesticated for consumption, industrial products, and medicine in Europe, the Middle East and Asia [16].

One of the most interesting plants of *Brassicaceae* are the genus *Crambe* L. species, that indicate the need for their widespread introduction and investigation due to promising properties such as food, decorative, medicinal etc. [21]. Nowadays has carried out the study with *Crambe* seeds for biodiesel production, mainly due to the high content of oil in it [24]. As reported Wazilewski et al. (2013) the *Crambe* biodiesel is more stable than the soybean biodiesel [26]. Raw material of these plants has an antioxidant activity due to content of phenolic compounds and flavonoids [15]. Plants of the genus *Crambe*, as other species of *Brassicaceae*, contain glucosinolates [20]. Also, Goncalves et al. (2013) identified that the *Crambe* (*Crambe abyssinica* Hochst) can be effective in the treat-

© O.M. VERGUN, D.B. RAKHMETOV,  
O.V. SHYMANSKA, V.V. FISHCHENKO, 2018

ment of wastewater containing toxic metals by being a low cost option and a byproduct that requires no previous treatment [29]. On the other hand, some species of *Crambe* genus is threatened and they require conservation measures [14, 16].

It was interesting to conduct biochemical comparative analyze of these plants with well-known food and medical plants of *Armoracia rusticana* P. Gaerth., B. Mey & Scherb (Horseradish) due to similar pungent smell of roots. Previous data resulted, that horseradish plants contain compounds that can act as natural antioxidants and anti-cancer component [12, 23]. The main aim of this study was to compare the accumulation of biochemical compounds in the under-ground part of the genus *Crambe* L. species and plants of *A. rusticana* in the period of early spring in the conditions of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

#### Material and methods

Plant material was collected in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. It was used to investigate plants of *Crambe cordifolia* Steven (CCR), *C. grandiflora* DC. (CGR), *C. juncea* M.Bieb. (CJR), *C. koktebelica* (Junge) N. Busch (CKR), *C. maritima* L. (CMR), *C. steveniana* Rupr. (CSR), *C. tataria* Sebeok (CTR) [3], as control — plants of *Armoracia rusticana* P. Gaerth., B. Mey & Scherb (ARR).

All biochemical analyses were conducted using the under-ground part of plants in the period of early spring (the end of March) to screen accumulation of some nutrients.

The determination of absolutely dry matter was done by drying to constant weight at 100–105 °C according to A.I. Yermakov [5]. 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 that based on the reduction properties of AA. Total content of organic acids was identified by titrimetric method with phenolphthalein. Content of tannins was determined by titrimetric method with reaction of indigo carmine discoloration. All these analyses carried out according to V.P. Krischenko

[4]. 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. [2]. The concentration of calcium was determined by titration method of acid extracts with Trilon B. Phosphorus content in plants was identified in acid extracts using molybdenum solution. Both these analyses were done according to H.N. Pochinok [6].

Antioxidant capacity of the ethanolic and aqueous extracts was determined according to W. Brand-Williams et al. (1995) against DPPH radical (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) [13]. This method based on reaction of radical discoloration. The procedure of determination of optical density measured with 2800 UV/VIS Spectrophotometer, UNICO at wavelength 515 nm. Optical density of the solution was measured after adding sample immediately and after 10 min of incubation in the dark. Obtained results were calculated in percentage by using formula:  $((A_0 - A_{10})/A_0) \cdot 100$

( $A_0$  — absorbance of the control solution (containing only DPPH •);  $A_{10}$  — absorbance in the presence of the plant extract in DPPH • solution.

Mean values of three replicates and standard deviations are given in Table 1, 2 and Fig. 1.

Experimental data were evaluated by using Excel 2010.

#### Results and discussions

In the department of Cultural Flora of National Botanical Garden of the NAS of Ukraine the biochemical research of different *Brassicaceae* representatives have conducted [1, 2, 28]. In this work we compare the biochemical properties of *Armoracia rusticana* (horseradish) and *Crambe* species.

Horseradish has been known since ancient times as a folk medicinal herb and as a plant of nutritional value and culinary interest. The traditions to use horseradish plant for medicinal purpose are still applied in many countries. *A. rusticana* is a rich source of a number of bioactive compounds such as glucosinolates, their breakdown products, phenolic compounds [8, 30]. Also, some studies demonstrated antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory and antioxidant activity

of horseradish extracts [8, 9, 31]. Likewise, Cirimbei et al. (2013) reported that horseradish root is rich in vitamin C, B<sub>1</sub>, minerals (iron, potassium, calcium, magnesium) [27]. According to Ciska et al. (2017), glucoraphanin, glucoraphenin and napeleiferin were noted for the first time in the tissues of horseradish [18].

As shown in Table 1 dry matter of investigated plants of the genus *Crambe* was in range from 16.00 % (CMR) to 22.48 % (CCR). Control sample of ARR showed significant difference in the content of dry matter if compare with the genus *Crambe* species by 14.49–20.97 %. Content of dry matter in under-ground part increased in the following order: CMR > CSR > CKR > CJR > CGR > CTR > CCR > ARR. Total content of sugar was in range from 11.03 % (CJR) to 46.48 % (CSR) and plants of ARR showed accumulation of sugars 20.29 %. Under-ground part of ARR has accumulated total content of sugar on 26.19, 24.12, 13.47 and 1.72 % less than samples CSR, CMR, CTR

and CGR respectively. Total content of sugars in under-ground part increased in following order: CJR > CCR > ARR > CKR > CGR > CTR > CMR > CSR.

It should be noted that the content of ascorbic acid was ranged from 192.85 mg% (CSR) to 483.45 mg% (CTR). Obtained result for ARR plants was 316.51 mg%. Level of ascorbic acid in samples CTR, CMR, CCR was more than in control sample and difference was 166.94, 99.83 and 36.47 mg% respectively. Accumulation of ascorbic acid was increased in following order: CSR > CKR > CGR > CJR > ARR > CCR > CMR > CTR.

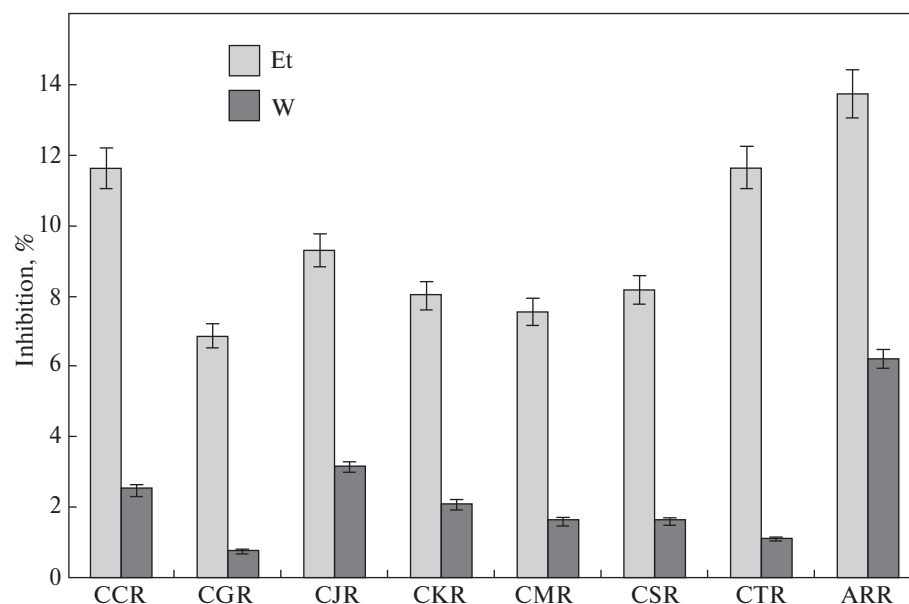
It was observed that level of tannins was in range from 1.64 % (CGR) to 5.12 % (CJR) while under-ground parts of ARR plants accumulated the smallest amount of tannins (0.42 %) among investigated plants. Level of tannins was identified in following order from minimal to maximum: ARR > CGR > CCR > CTR > CKR > > CSR > CMR > CJR.

**Table 1. The content of dry matter, vitamins, tannins and total content of sugar in under-ground parts of plants of the genus *Crambe* L.**

Sample	Dry matter, %	Total content of sugar, %	Ascorbic acid, mg%	Total content of tannins, %
CCR	22.48 ± 1.72	17.92 ± 1.80	352.98 ± 6.93	2.48 ± 0.29
CGR	21.34 ± 1.11	22.01 ± 1.14	220.87 ± 7.61	1.64 ± 0.31
CJR	19.71 ± 0.51	11.03 ± 0.54	305.08 ± 8.25	5.12 ± 0.52
CKR	19.54 ± 0.63	20.50 ± 1.84	207.85 ± 8.32	4.76 ± 0.34
CMR	16.00 ± 0.72	44.41 ± 2.04	416.34 ± 10.16	5.09 ± 0.42
CSR	16.52 ± 0.19	46.48 ± 0.45	192.85 ± 3.94	4.93 ± 0.41
CTR	22.05 ± 0.43	33.76 ± 0.48	483.45 ± 2.95	3.52 ± 0.31
ARR	36.97 ± 0.18	20.29 ± 0.67	316.51 ± 8.79	0.42 ± 0.18

**Table 2. The content of ash, macroelements and total content of organic acids in under-ground parts of plants of the genus *Crambe* L., %**

Sample	Total content of organic acids	Ash	Calcium	Phosphorus
CCR	3.32 ± 0.27	10.53 ± 0.54	1.09 ± 0.11	0.56 ± 0.01
CGR	3.61 ± 0.12	11.52 ± 1.10	0.89 ± 0.04	1.63 ± 0.02
CJR	3.64 ± 0.15	14.67 ± 1.31	1.18 ± 0.07	1.61 ± 0.07
CKR	3.19 ± 0.27	14.44 ± 1.68	1.37 ± 0.08	0.64 ± 0.03
CMR	4.00 ± 0.13	11.47 ± 0.83	1.36 ± 0.06	0.63 ± 0.04
CSR	2.28 ± 0.28	9.24 ± 0.59	0.92 ± 0.07	0.92 ± 0.02
CTR	3.59 ± 0.05	9.64 ± 0.03	0.76 ± 0.04	1.33 ± 0.04
ARR	2.50 ± 0.07	5.86 ± 0.37	0.74 ± 0.05	0.98 ± 0.02



**Fig. 1.** Antioxidant activity of ethanol and water extracts of plants of the genus *Crambe* L. (%): Et – ethanol extracts; W – water extracts

Total content of organic acids was ranged from 2.28 % (CSR) to 3.64 % (CJR) while ARR plants had similar sign to CSR plants (2.50 %) (Table 2). Samples of CTR, CMR, CKR, CJR, CGR, CCR contained more organic acids than control sample. Concentration of total organic acids increased in investigated plants in following order: CSR > ARR > CKR > CCR > CTR > CGR > CJR > > CMR.

Content of ash was in the range from 9.24 % (CSR) to 14.67 % (CJR) and increased in following order: ARR > CSR > CTR > CCR > CMR > CGR > CKR > CJR. Level of calcium was ranged from 0.76 % (CTR) to 1.37 % (CKR) and increased in following order: ARR > CTR > CGR > CSR > > CCR > CJR > CMR > CKR. Content of ash and calcium in control plants was less relatively investigated plants of *Crambe*. Content of phosphorus varied from 0.56 % (CCR) to 1.33 % (CTR). Plants of CGR, CJR and CTR contained more phosphorus than plants of ARR. Concentration of phosphorus in investigated plants increased in following order: CCR > CMR > CKR > CSR > ARR > CTR > > CJR > CGR.

We were interested to measure the antiradical capacity of different extracts of investigated plants

(Fig. 1). It was chosen ethanol and aqueous extracts for experiment only. In classic investigation of antioxidant activity, it is customary to determine inhibition of DPPH radical in the methanol extracts also [13]. We proceeded from the fact that plants *A. rusticana* are used as food plants with numerous properties for human healthy [12]. Previous data on antioxidant capacity of extracts of leaves and under-ground parts of horseradish showed strong activity [22]. The purpose of this study was to compare biochemical capacity of plants of *Crambe* and *A. rusticana* to recommend it for possible use.

Figure 1 demonstrates antioxidant activity of plant extracts of *Crambe* species and ARR. Generally, ethanol extracts of investigated plants showed inhibition of DPPH radical solution more than water extracts. Antioxidant activity of ethanol extracts was ranged of 6.84 % (CGR) to 11.65 % (CTR) whereas ethanol extracts of ARR plants showed inhibition by 13.75 %. Antioxidant capacity of water extracts for plants of the genus *Crambe* was ranged from 0.76 % (CGR) to 2.52 % (CCR). This result was less than for ARR control plants. Minimal results were obtained for CGR plant extracts, and inhibition index of ethanol extract was

9 times more than water extracts. The highest index was marked for CTR plants (ethanol extracts) and CCR plants (water extracts). Difference between maximal indexes of different extracts was in 4.6 times more for ethanol solutions. According to Tomsone et al. (2012) the scavenging activity of DPPH radical of root extracts of *A. rusticana* ranged from 1.16 to 20.56 % depending from variety [23]. Analyzed water extract of AAR showed DPPH free radical scavenging activity of 46.22 % as reported Istrati et al. (2013) [17].

### Conclusions

This is the study providing results on biochemical properties of under-ground parts of plants of the genus *Crambe* L. Study showed that plant raw material of investigated plants are valuable source of nutrients such as dry matter, vitamin C, tannins, macroelements, ash, organic acid in early spring. Comparative analysis between investigated plants and plants of *Armoracia rusticana* demonstrated that in under-ground part of *A. rusticana* content of dry matter was the highest. Plants of *Crambe* prevailed in content of ash and calcium. Summarizing obtained data, it can be noted that investigated plants even after winter period are able to accumulate nutrients such as vitamins, macroelements, soluble sugars, tannins etc.

### LITERATURE

1. Біохімічна характеристика сировини *Camelina sativa* (L.) Crantz / О.М. Вергун, Д.Б. Рахметов, О.В. Шиманська [та ін.] // Інтродукція рослин. — 2017. — № 2 (74). — С. 80—89.
2. Грицаєнко З.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В.П. Карпенко. — К.: НІЧЛАВА, 2003. — 320 с.
3. Каталог рослин відділу нових культур / Відп. ред. Д.Б. Рахметов. — К.: Фітосоціоцентр, 2015. — 112 с.
4. Крищенко В.П. Методы оценки качества растительной продукции / В.П. Крищенко. — М.: Колос, 1983. — 192 с.
5. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, М.И. Смирнова-Иконникова [и др.]. — Л.: Колос, 1972. — 456 с.
6. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок. — К.: Наук. думка, 1976. — 336 с.
7. *Camelina sativa* (L.) Crantz — цінна олійна культура / Д.Б. Рахметов, Я.Б. Блюм, А.І. Ємець [та ін.] // Інтродукція рослин. — 2014. — № 2. — С. 50—58.
8. *Agneta R.* Horseradish (*Armoracia rusticana*), a neglected medical and condiment species with a relevant glucosinolate profile: a review / R. Agneta, C. Mollers, A.R. Rivelli // Genet. Resour. Crop Evol. — 2013. — Vol. 60. — P. 1923—1943. <https://doi.org/10.1007/s10722-013-0010-4>
9. Anti-inflammatory activity of horseradish (*Armoracia rusticana*) root extracts in LPS-stimulated macrophages / S. Marzocco, L. Calabrone, S. Adesso [et al.] // Food and Function. — 2015. — Vol. 6, N 12. — P. 3778—3788. <http://doi.org/10.1039/C5FO00475F>
10. Avato P. Brassicaceae: a rich source of health improving phytochemicals / P. Avato, M.P. Argentieri // Phytochemistry Reviews. — 2015. — Vol. 14, N 6. — P. 1019—1033. <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9414-4>
11. Biotechnological approaches for conservation of the endangered species *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch and effect of aseptic in vitro cultivation on its biochemical properties / N.O. Pushkarova, M.S. Kalista, M.A. Kharhota [et al.] // Biotechnologia Acta. — 2016. — Vol. 9, N 4. — P. 19—27. <https://doi.org/10.15407/biotech9.04.019>
12. Bladh K.W. Introduction and use of horseradish (*Armoracia rusticana*) as food and medicine from antiquity to the present: Emphasis on the nordic countries / K.W. Bladh, K.M. Olsson // Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. — 2011. — Vol. 17, N 3. — P. 197—213. <https://doi.org/10.1080/10496475.2011.595055>
13. Brand-Williams W. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity / W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset // LWT — Food Science and Technology. — 1995. — Vol. 28, N 1. — P. 25—30.
14. *Crambe tataria* Sebeok seeds and plants grown in vitro and in vivo fatty acid composition comparison / N. Pushkarova, M. Kalista, M. Kharhota [et al.] // Potravinarstvo. — 2016. — Vol. 10, N 1. — P. 494—498. <https://doi.org/10.5219/646>
15. Determination of antioxidant activity of *Crambe cordifolia* / S.M. Bukhari, N. Simic, H.L. Siddiqui, V.U. Ahmad // World Applied Sciences Journal. — 2013. — Vol. 22, N 11. — P. 1561—1565.
16. Diversification times among Brassica (*Brassicaceae*) crops suggest hybrid formation after 20 million years of divergence / T. Arias, M.A. Beilstein, M. Tang [et al.] // Am J Botany. — 2014. — Vol. 101, N 1. — P. 86—91. <https://dx.doi.org/10.3732/ajb.1300312>
17. Evaluation of polyphenols and flavonoids in marinades used to tenderize beef muscle / D. Istrati, C. Vizireanu, F. Dima, M. Garnai // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. — 2013. — Vol. 19, N 1. — P. 116—121.

18. *Evaluation* of seasonal variations in the glucosinolate content in leaves and roots of four European horseradish (*Armoracia rusticana*) Landraces / E. Ciska, M. Horbowicz, M. Rogowska [et al.] // Pol J Food Nutr Sci. — 2017. — Vol. 67, N 4. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0029>
19. *Health-affecting* compounds in *Brassicaceae* / M. Jahangir, H.K. Kim, Y.H. Choi, R. Virpoorte // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. — 2009. — Vol. 8. — P. 31–41.
20. *Isolation* and biochemical characterization of a basic myrosinase from ripe *Crambe abyssinica* seeds, highly specific for epi-progoitrin / R. Bernardi, M.G. Finiguerra, A.A. Rossi, S. Palmieri // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2003. — Vol. 51. — P. 2737–2744.
21. *Kalista M.* Underutilized medicinal species of *Crambe* L. of the flora of Ukraine / M. Kalista // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. — 2017. — N 1. — P. 216–220. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.216-220>
22. *Majewska A.* Antioxidant properties of leaf and root extract and oil from different types of horseradish (*Armoracia rusticana* Gaerth.) / A. Majewska, B. Balasinska, B. Dabrowska // Folia Horticulturae. — 2004. — Vol. 16. — P. 15–22.
23. *Natural* antioxidants of horseradish and lovage extracted by accelerated solvent extraction / L. Tomsone, Z. Kruma, T. Talou, T.M. Zhao // Journal of Hygienic Engineering and Design. — 2015. — Vol. 10. — P. 16–24.
24. *Physiological* quality and enzymatic activity of crambe seeds after the accelerated aging test / M.Z. Toledo, R.N. Teixeira, T.B. Ferrari [et al.] // Acta Scientiarum. Agronomy. — 2011. — Vol. 33, N 4. — P. 687–694. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i4.8248>
25. *Phytochemicals* of *Brassicaceae* in plant protection and human health — influences of climate, environment and agronomic practice / M. Bjorkman, I. Klingen, A.N.E. Birch [et al.] // Phytochemistry. — 2011. — Vol. 72. — P. 538–556. Doi: 10.1016/j.phytochem.2011.01.014
26. *Study* of the methyl crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) and soybean biodiesel oxidative stability / W.T. Wazilewski, R.A. Bariccatti, G.I. Martins [et al.] // Industrial Crops and Products. — 2013. — Vol. 43. — P. 207–212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.046>
27. *Study* on herbal actions of horseradish (*Armoracia rusticana*) / M.R. Cirimbei, R. Dinica, L. Citin, C. Vizireanu // Journal of Agroelementary Processes and Technologies. — 2013. — Vol. 19, N 1. — P. 111–115.
28. *The lipid* content in the seeds of *Brassicaceae* Burnett family / O. Vergun, D. Rakhmetov, V. Fishchenko [et al.] // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. — 2017. — Vol. 1. — P. 493–497. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.493-497>
29. *The use* of *Crambe abyssinica* seeds as adsorbent in the removal of metals from waters / A.C. Gonsalves, F. Rubio, A.P. Meneghel [et al.] // Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. — 2013. — Vol. 17, N 3. — P. 306–311. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000300009>
30. *Tomsone L.* Comparison of different solvents and extraction methods for isolation of phenolic compounds from horseradish roots (*Armoracia rusticana*) / L. Tomsone, Z. Kruma, R. Galoburda // International Journal of Biological, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. — 2012. — Vol. 6, N 4. — P. 236–241.
31. *Total* phenols and flavonoids content, antioxidant capacity and lipase inhibition of root and leaf of horseradish (*Armoracia rusticana*) extracts / L. Calabrone, M. Larocca, S. Marzocco [et al.] // Food and Nutrition Sciences. — 2015. — Vol. 6. — P. 64–74. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.61008>

Recommended by R.V. Ivannikov  
Received 29.01.2018

#### REFERENCES

1. *Vergun, O.M., Rakhmetov, D.B., Shymanska, O.V., Fishchenko, V.V., Druz, N.G. and Rakhmetova, S.O.* (2017), Biohimichna charakterystyka syrovyny *Camelina sativa* (L.) Crantz [Biochemical characteristic of plant raw material of *Camelina sativa* (L.) Crantz]. Introdukciya Roslyn [Plant Introduction], vol. 74, N 2, pp. 80–89.
2. *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.
3. *Kataloh* roslyn viddilu novyh kultur [Catalogue of plants of new culture department] (2015), Kyiv: Fito-sociocentr, 112 p.
4. *Krischenko, V.P.* (1983), Metody ocnki kachestva rastitelnoy produkcii [Methods for evaluating of quality of plant production]. Moscow: Kolos, 192 p.
5. *Yermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Smirnova-Ikonnikova, M.I. and Yarosh, N.P.* (1972), Metody biohimicheskoho issledovaniya rasteniy [The methods of biochemical investigations of plants]. Leningrad: Kolos, 456 p.
6. *Pochynok, H.N.* (1976), Metody biohimicheskoho analiza rasteniy [Methods of biochemical analyse of plants]. Kyiv: Naukova dumka, 336 p.
7. *Rakhmetov, D.B., Blyum, Ya.B., Yemec, A.I., Boychuk Yu.M., Andrushhenko, O.L., Vergun, O.M. and Rakhmetova, S.O.* (2014), *Camelina sativa* (L.) Cranz — cinna olijna kultura [Camelina sativa (L.) Cranz — valuable oil plant].



- Introdukcija Roslyn [Plant Introduction], N 2, pp. 50–58.
8. Agneta, R., Mollers, C. and Rivelli, A.R. (2013), Horseradish (*Armoracia rusticana*), a neglected medical and condiment species with a relevant glucosinolate profile: a review. Genet. Resour. Crop Evol., vol. 60, pp. 1923–1943. <https://doi.org/10.1007/s10722-013-0010-4>
  9. Marzocco, S., Calabrone, L., Adesso, S., Larocca, M., Franceselli, S., Autore, G., Martelli, G. and Rossano, R. (2015), Anti-inflammatory activity of horseradish (*Armoracia rusticana*) root extracts in LPS-stimulated macrophages. Food and Function, vol. 6, N 12, pp. 3778–3788. <http://doi.org/10.1039/C5FO00475F>
  10. Avato, P. and Argentieri, M.P. (2015), Brassicaceae: a rich source of health improving phytochemicals. Phytochemistry Reviews, vol. 14, N 6, pp. 1019–1033. <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9414-4>
  11. Pushkarova, N.O., Kalista, M.S., Kharhota, M.A., Rakhmetov, D.B. and Kuchuk, M.V. (2016), Biotechnological approaches for conservation of the endangered species *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch and effect of aseptic in vitro cultivation on its biochemical properties. Biotechnologia Acta, vol. 9, N 4, pp. 19–27. <https://doi.org/10.15407/biotech9.04.019>
  12. Bladh, K.W. and Olsson, K.M. (2011), Introduction and use of horseradish (*Armoracia rusticana*) as food and medicine from antiquity to the present: Emphasis on the nordic countries. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, vol. 17, N 3, pp. 197–213. <https://doi.org/10.1080/10496475.2011.595055>
  13. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995), Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT — Food Science and Technology, vol. 28, N 1, pp. 25–30.
  14. Pushkarova, N., Kalista, M., Kharhota, M., Rakhmetov, D. and Kuchuk, M. (2016), *Crambe tatarica* Sebeok seeds and plants grown in vitro and in vivo fatty acid composition comparison. Potravinarstvo, vol. 10, N 1, pp. 494–498. <https://doi.org/10.5219/646>
  15. Bukhari, S.M., Simic, N., Siddiqui, H.L. and Ahmad, V.U. (2013), Determination of antioxidant activity of *Crambe cordifolia*. World Applied Sciences Journal, vol. 22, N 11, pp. 1561–1565.
  16. Arias, T., Beilstein, M.A., Tang, M., McKain, M.R. and Pires, J.C. (2014), Diversification times among Brassica (*Brassicaceae*) crops suggest hybrid formation after 20 million years of divergence. Am J Botany, vol. 101, N 1, pp. 86–91. <https://dx.doi.org/10.3732/ajb.1300312>
  17. Istrati, D., Vizireanu, C., Dima, F. and Garnai, M. (2013), Evaluation of polyphenols and flavonoids in marinades used to tenderize beef muscle. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, vol. 19, N 1, pp. 116–121.
  18. Ciska, E., Horbowicz, M., Rogowska, M., Kosson, R., Drabinska, N. and Honke, J. (2017), Evaluation of seasonal variations in the glucosinolate content in leaves and roots of four European horseradish (*Armoracia rusticana*) Landraces. Pol J Food Nutr Sci, vol. 67, N 4. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0029>
  19. Jahangir, M., Kim, H.K., Choi, Y.H. and Virpoorte, R. (2009), Health-affecting compounds in Brassicaceae. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, vol. 8, pp. 31–41.
  20. Bernardi, R., Finiguerra, M.G., Rossi, A.A. and Palmieri, S. (2003), Isolation and biochemical characterization of a basic myrosinase from ripe *Crambe abyssinica* seeds, highly specific for epi-progoitrin. Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 51, pp. 2737–2744.
  21. Kalista, M. (2017), Underutilized medicinal species of *Crambe* L. of the flora of Ukraine. Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality, N 1, pp. 216–220. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.216-220>
  22. Majewska, A., Balasinska, B. and Dabrowska, B. (2004), Antioxidant properties of leaf and root extract and oil from different types of horseradish (*Armoracia rusticana* Gaerth.). Folia Horticulturae, vol. 16, pp. 15–22.
  23. Tomsone, L., Kruma, Z., Talou, T. and Zhao, T.M. (2015), Natural antioxidants of horseradish and lovage extracted by accelerated solvent extraction. Journal of Hygienic Engineering and Design, vol. 10, pp. 16–24.
  24. Toledo, M.Z., Teirxeira, R.N., Ferrari, T.B., Ferreira, C., Cavaviani, C. and Cataneo, A.C. (2011), Physiological quality and enzymatic activity of crambe seeds after the accelerated aging test. Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 33, N 4, pp. 687–694. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i4.8248>
  25. Bjorkman, M., Klingen, I., Birch, A.N.E., Bones, A.M., Bruce, T.J.A., Johansen, T.J., Meadow, R., Molmann, J., Seljasen, R., Smart, L.E. and Stewart, D. (2011), Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health — influences of climate, environment and agronomic practice. Phytochemistry, vol. 72, pp. 538–556. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.014>
  26. Wazilewski, W.T., Bariccatti, R.A., Martins, G.I., Secco, D., de Souza, S.N.M., Rosa, H.A. and Chaves, L.I. (2013), Study of the methyl crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) and soybean biodiesel oxidative stability. Industrial Crops and Products, vol. 43, pp. 207–212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.046>
  27. Cirimbei, M.R., Dinica, R., Citin, L. and Vizireanu, C. (2013), Study on herbal actions of horseradish (*Armoracia rusticana*). Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, vol. 19, N 1, pp. 111–115.
  28. Vergun, O., Rakhmetov, D., Fishchenko, V., Rakhmetova, S., Shymanska, O., Druz, N. and Bogatel, L. (2017), The lipid content in the seeds of Brassicaceae Burnett

- family. Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality, vol. 1, pp. 493–497.
29. Gonsalves, A.C., Rubio, F., Meneghel, A.P., Coelho, G.F., Dragunski, D.C. and Strey, L. (2013), The use of *Crambe abyssinica* seeds as adsorbent in the removal of metals from waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 17, N 3, pp. 306–311. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000300009>
30. Tomson, L., Kruma, Z. and Galoburda, R. (2012), Comparison of different solvents and extraction methods for isolation of phenolic compounds from horseradish roots (*Armoracia rusticana*). *International Journal of Biological, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, vol. 6, N 4, pp. 236–241.
31. Calabrone, L., Larocca, M., Marzocco, S., Martelli, G. and Rossano, R. (2015), Total phenols and flavonoids content, antioxidant capacity and lipase inhibition of root and leaf of horseradish (*Armoracia rusticana*) extracts. *Food and Nutrition Sciences*, vol. 6, pp. 64–74. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.61008>

Recommended by R.V. Ivannikov  
Received 29.01.2018

O.M. Вергун, Д.Б. Рахметов,  
О.В. Шиманська, В.В. Фищенко

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

#### НАКОПИЧЕННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ПІДЗЕМНІЙ ЧАСТИНІ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *CRAMBE* L.

**Мета** — дослідити накопичення біохімічних речовин у підземній частині видів роду *Crambe* L. у ранньовесняний період в умовах Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

**Матеріал та методи.** Рослинний матеріал цього дослідження — види роду *Crambe* L. (*Brassicaceae* Burnett.): *C. cordifolia* Steven (CCR), *C. grandiflora* DC. (CGR), *C. juncea* M.Bieb. (CJR), *C. koktebelica* (Junge) N. Busch (CKR), *C. maritima* L. (CMR), *C. steveniana* Rupr. (CSR), *C. tataria* Sebeok (CTR). Рослини *Armoracia rusticana* P. Gaerth., В. Mey & Scherb (ARR) слугували контролем. Для всіх біохімічних аналізів використовували підземну частину рослин у ранньовесняний період. Абсолютно суху масу визначали за А.І. Єрмаковим, загальний вміст цукрів, рівень аскорбінової кислоти, органічних кислот, дубильних речовин — за В.П. Крищенко, загальний вміст золи — за З.М. Грицаенко, вміст кальцію та фосфору — за Х.Н. Починком, антирадикальну активність етанольних та водних екстрактів — за W. Brandt-Williams et al.

**Результати.** Встановлено, що вміст сухої речовини становив від 16,00 % (CMR) до 22,48 % (CCR), загаль-

ний вміст цукрів — від 11,03 % (CJR) до 46,48 % (CSR), вміст аскорбінової кислоти — від 192,85 мг% (CSR) до 483,45 мг% (CTR), дубильних речовин — від 1,64 % (CGR) до 5,12 % (CJR), органічних кислот — від 2,28 % (CSR) до 3,64 % (CJR), золи — від 9,24 % (CSR) до 14,67 % (CJR), кальцію — від 0,76 % (CTR) до 1,37 % (CKR), фосфору — від 0,57 % (CCR) до 1,33 % (CTR). Антиоксидантна активність етанольних екстрактів становила від 6,84 % (CGR) до 11,65 % (CTR), водних — від 0,76 % (CGR) до 2,52 % (CCR).

**Висновки.** Підземна частина рослин видів роду *Crambe* L. — цінне джерело поживних речовин у ранньовесняний період. Деякі з досліджуваних рослин виявили вищу біологічну активність порівняно з рослинами *Armoracia rusticana*. Порівняльний аналіз фітохімічного складу сировини показав, що досліджувані рослини можуть конкурувати з іншими харчовими рослинами, наприклад, з *Armoracia rusticana*, за загальним вмістом аскорбінової кислоти, цукрів, органічних кислот, золи, мікроелементів тощо. Загальна антиоксидантна активність етанольних екстрактів досліджуваних рослин була вищою, ніж водних.

**Ключові слова:** *Crambe*, суха речовина, аскорбінова кислота, дубильні речовини, зола, макроелементи, антиоксидантна активність.

Е.Н. Вергун, Д.Б. Рахметов,  
О.В. Шиманская, В.В. Фищенко

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

#### НАКОПЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЙ ВИДОВ РОДА *CRAMBE* L.

**Цель** — исследовать накопление биохимических веществ в подземной части видов рода *Crambe* L. в ранневесенний период в условиях Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины.

**Материал и методы.** Растительный материал данного исследования — виды рода *Crambe* (*Brassicaceae* Burnett.): *C. cordifolia* Steven (CCR), *C. grandiflora* DC. (CGR), *C. juncea* M.Bieb. (CJR), *C. koktebelica* (Junge) N. Busch (CKR), *C. maritima* L. (CMR), *C. steveniana* Rupr. (CSR), *C. tataria* Sebeok (CTR). Растения *Armoracia rusticana* P. Gaerth., В. Mey & Scherb (ARR) служили контролем. Для всех биохимических анализов использовали подземную часть растений в ранневесенний период. Абсолютно сухую массу определяли по А.И. Ермакову, общее содержание сахаров, уровень аскорбиновой кислоты, органических кислот, дубильных веществ — по В.П. Крищенко, общее содержание золи — по З.М. Грицаенко, содержание кальция и фосфора — по Х.Н. Починку, антиради-

кальную активность этанольных и водных экстрактов — по W. Brandt-Williams et al.

**Результаты.** Установлено, что содержание сухого вещества составило от 16,00 % (CMR) до 22,48 % (CCR), общее содержание сахаров — от 11,03 % (CJR) до 46,48 % (CSR), содержание аскорбиновой кислоты — от 192,85 мг% (CSR) до 483,45 мг% (CTR), дубильных веществ — от 1,64 % (CGR) до 5,12 % (CJR), органических кислот — от 2,28 % (CSR) до 3,64 % (CJR), золы — от 9,24 % (CSR) до 14,67 % (CJR), кальция — от 0,76 % (CTR) до 1,37 % (CKR), фосфора — от 0,57 % (CCR) до 1,33 % (CTR). Антиоксидантная активность этанольных экстрактов составляла от 6,84 % (CGR) до 11,65 % (CTR), водных — от 0,76 % (CGR) до 2,52 % (CCR).

**Выводы.** Подземная часть растений видов рода *Crambe* — ценный источник питательных веществ в

ранневесенний период. Некоторые из исследованных растений продемонстрировали более высокую биологическую активность по сравнению с растениями *Armoracia rusticana*. Сравнительный анализ фитохимического состава сырья показал, что исследованные растения могут конкурировать с другими пищевыми растениями, например, с *Armoracia rusticana*, по общему содержанию сахара, аскорбиновой кислоты, органических кислот, золы, макроэлементов и т.д. Общая антиоксидантная активность этанольных экстрактов исследуемых растений была выше, чем водных.

**Ключевые слова:** *Crambe*, сухое вещество, аскорбиновая кислота, дубильные вещества, зола, макроэлементы, антиоксидантная активность.

## ANTIRADICAL ACTIVITY OF PLANT EXTRACTS OF *GALEGA OFFICINALIS* L. AND *G. ORIENTALIS* LAM.

**Objective** — to estimate the antiradical scavenging ability of extracts of plants of *Galega officinalis* L. and *G. orientalis* Lam., depending on phase of growing in the conditions of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (NBG).

**Material and methods.** Plant material of this investigation was two species of *Galega* L. (*G. officinalis* and *G. orientalis*) collected from experimental collection of Cultural Flora Department of NBG: GOF-SV (*G. officinalis*, spring vegetation), GOF-B (*G. officinalis*, budding stage), GOF-F (*G. officinalis*, flowering stage), GOF-SR (*G. officinalis*, seed ripening stage), GOR-SV (*G. orientalis*, spring vegetation), GOR-B (*G. orientalis*, budding stage), GOR-F (*G. orientalis*, flowering stage), GOR-SR (*G. orientalis*, seed ripening stage). The antiradical activity of methanol, ethanol and aqueous extracts, based on the discoloration reaction on the solution of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical), was determined by spectrophotometric method according to Brandt-Williams et al. Biochemical preparation and analyze was carried out in the Institute of Biodiversity Conservation and Biosafety, the Slovak University of Agriculture in Nitra (Slovak Republic) and NBG. The total content of tannins was determined by titrimetric method according to Krischenko (water extracts with indigo carmine were titrated by permanganate solution).

**Results.** We determined that methanol extracts of *Galega officinalis* plants had antiradical activity in range from 19.39 % (GOF-B) to 95.18 % (GOF-SR), ethanol extracts — from 11.24 % (GOF-B) to 92.87 % (GOF-F), and water extracts — from 28.64 % (GOF-SR) to 74.63 % (GOF-F). Methanol extracts of *Galega orientalis* plants had antiradical activity from 20.20 % (GOR-SR) to 91.72 % (GOR-B), ethanol extracts — from 11.74 % (GOR-SR) to 84.74 % (GOR-F), and water extracts — from 22.90 % (GOR-SV) to 77.72 % (GOR-F). The total content of tannins for *G. officinalis* was in range of 1.22 to 4.17 % and for *G. orientalis* — from 1.55 to 4.42 % during vegetation.

**Conclusions.** Plant raw material of two *Galega* L. species is potential source of antioxidants. During vegetation antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* exhibited 11.24–95.18 % and *Galega orientalis* — 11.74–91.72 % depending on extract and phase of growing in conditions of NBG. Generative organs such as flowers and fruits had less content of tannins than vegetative.

**Key words:** *Galega*, antioxidant activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), tannins.

Plants have played a major role in the introduction of new antioxidant and therapeutic agents [24]. Species of *Galega* L. now are widely recommended plants administered for production of first-line antidiabetic drugs, which is safe and efficient in the treatment of diabetes and usually does not induce hypoglycemia such as Metformin [1, 8, 10, 15, 27, 28]. As reported Shojaee et al. (2015) *G. officinalis* L. extracts possess compounds with hypoglycemia and weight-reducing potential [12, 18]. Karakas et al. (2012) resulted that this plant has been used for treatment of the

plague, malignant fevers, and parasitic infection [17]. According to Leporatti and Ivancheva (2003), aerial parts of *G. officinalis* use in traditional medicine of Bulgaria and Italy for treatment of hypoglycemia and for increasing milk secretion [19].

Also, *G. officinalis* is used as an ornamental plant and occurs as a weed [29]. These plants contain vasicine and a poisonous alkaloid known as galegin. Plant extracts were tested against gram-positive and gram-negative bacteria and the antibacterial effect was shown [17]. Also, an antimicrobial activity of *G. officinalis* was described and found that extracts against bacteria was more effective than against fungus [21].

Kiselova et al. (2006) reported, that *G. officinalis* plant extracts have strong correlation between content of polyphenols and antioxidant activity [11].

*Galega orientalis* Lam. is very persistent with a high yielding ability that makes focus on study of this plant as plant raw material for energy and fodder production [7, 13].

The antioxidant properties of cultivated plants are usually well recognized. There is, however, little data about antioxidant activity of *Galega* species. Therefore further studies must be carried out.

### Material and methods

Plant material was collected from experimental collection of Cultural Flora Department of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (NBG). It was selected plants of two species of *Galega* — *G. officinalis* and *G. orientalis*. In this report has used abbreviation: GOF-SV (*G. officinalis*, spring vegetation), GOF-B (*G. officinalis*, budding stage), GOF-F (*G. officinalis*, flowering stage), GOF-SR (*G. officinalis*, seed ripening stage), GOR-SV (*G. orientalis*, spring vegetation), GOR-B (*G. orientalis*, budding stage), GOR-F (*G. orientalis*, flowering stage), GOR-SR (*G. orientalis*, seed ripening stage).

Preparation of plant raw material and determination of tannins content was done in the laboratory of Cultural Flora Department of NBG. Determination of antiradical activity of plant extracts were conducted in the Institute of Biodiversity Conservation and Biosafety, the Slovak University of Agriculture in Nitra (Slovak Republic). To determine antioxidant activity of extracts was investigated dried above-ground part of plants. Antiradical activity of the methanolic, ethanolic and aqueous extracts was carried out according to Brand-Williams et al. (1995) against DPPH radical (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) [9]. This method based on the reaction of radical discolouration (colour of the radical solution is purple). The procedure of determination of optical density measured with spectrophotometer Genesis-20 at wavelength 515 nm. Dry mass (1 g) of investigated plants mixed with 25 ml of solvent. Extraction was carried out with methanol and water during 12 hours with constant stir-

ring on a shaker. 0.1 ml of antioxidant solution was added to 3.9 ml of methanol DPPH· solution (25 mg of radical per 100 ml of methanol with further dilution). The optical density of the solution was measured after adding sample immediately and after 10 min of incubation in the dark. Obtained results were calculated in percentage by using the formula

$$(A_0 - A_{10}) : A_0 \cdot 100$$

( $A_0$  — absorbance of the control solution (containing only DPPH·);  $A_{10}$  — absorbance in the presence of the plant extract in DPPH· solution).

The total content of tannins was determined by titrimetric method according to Krischenko (1983) [3]. The samples (5 g of fresh plant raw material) were mixed with distilled water (volume of flask 100 ml) and boiled 2 hours at the 70 °C. The supernatant was analyzed by adding 10 ml of the sample and 25 ml of indigo carmine to a 1 liter flask and then adding 750 ml of water with following titration against the permanganate solution (0.1 N).

Data presented as the mean ± standard deviation for triplicate determinations and given in Table 1—3. Experimental data were evaluated using Excel 2010.

### Results and discussions

Medicinal plants synthesize antioxidant compounds as secondary products [1, 4, 6, 22]. Plant raw material of investigated plants is rich source of biologically active compounds such as ascorbic acid, lipids, carotene, tannins that makes above-ground part of *Galega* species potentially rich plant raw material with high level of antioxidant activity. Our previous biochemical investigations showed high content of ascorbic acid in the above-ground part of *G. officinalis* (595.12 mg%), *G. orientalis* (436.70 mg%). Carotene content was 2.07 mg% and 1.49 mg% respectively [2]. Also, Shymanska et al. (2017) found that content of carotenoids for *G. officinalis* was from 0.57 to 0.88 mg·g<sup>-1</sup> and for *G. orientalis* — from 0.31 to 1.05 mg·g<sup>-1</sup> (per fresh mass) [26].

There is great number of methods for determination of antioxidant capacity of plant raw material based on different principles. One of the most

widely-used procedures for measurements of antioxidant capacity is DPPH. This method is rapid, simple, accurate and inexpensive assay for measuring the ability of different compounds to act as free radical scavengers or hydrogen donor [20].

Antiradical activity of extracts exhibit the accumulation of a group of compounds that react with DPPH radical and change the color of radical solution (from purple to yellow or green depending on investigated extracts). Results of the antiradical

**Table 1. Antiradical activity of plant extracts of *Galega officinalis* L. depending on phase of growing and parts of plants, %**

Sample	Part of plant	Methanol extract	Ethanol extract	Water extract
GOF-SV	All above-ground part	52.04 ± 2.19	23.62 ± 1.44	38.57 ± 1.65
GOF-B	Buds	85.50 ± 0.52	40.05 ± 1.18	71.06 ± 3.46
GOF-B	Leaves	70.43 ± 3.36	42.55 ± 0.98	66.79 ± 0.72
GOF-B	Stems	19.39 ± 1.13	11.24 ± 0.80	29.31 ± 2.94
GOF-F	Flowers	92.26 ± 0.68	92.87 ± 1.03	74.63 ± 0.83
GOF-F	Leaves	88.25 ± 2.83	77.29 ± 1.36	55.33 ± 3.48
GOF-F	Stems	19.54 ± 1.12	20.83 ± 0.50	30.76 ± 0.73
GOF-SR	Fruits	95.18 ± 1.54	53.08 ± 2.82	43.80 ± 2.26
GOF-SR	Leaves	79.72 ± 3.59	62.03 ± 3.01	54.63 ± 0.67
GOF-SR	Stems	26.03 ± 1.05	18.80 ± 1.33	28.61 ± 1.30

**Table 2. Antiradical activity of plant extracts of *Galega orientalis* Lam. depending on phase of growing and parts of plants, %**

Sample	Part of plant	Methanol extract	Ethanol extract	Water extract
GOR-SV	All above-ground part	53.96 ± 1.66	19.07 ± 2.14	22.90 ± 2.44
GOR-B	Buds	91.72 ± 0.21	58.44 ± 7.26	50.38 ± 1.37
GOR-B	Leaves	85.41 ± 2.06	43.33 ± 1.55	50.22 ± 2.87
GOR-B	Stems	23.69 ± 1.92	12.59 ± 1.25	31.00 ± 1.52
GOR-F	Flowers	90.88 ± 0.56	84.78 ± 2.66	77.72 ± 4.58
GOR-F	Leaves	87.72 ± 2.08	37.74 ± 3.15	48.33 ± 3.06
GOR-F	Stems	23.77 ± 1.81	15.59 ± 0.82	28.40 ± 1.81
GOR-SR	Fruits	90.60 ± 2.63	20.66 ± 1.43	59.72 ± 2.43
GOR-SR	Leaves	41.78 ± 2.95	22.93 ± 2.42	44.65 ± 0.86
GOR-SR	Stems	20.20 ± 0.90	11.74 ± 0.62	24.33 ± 1.56

**Table 3. Total content of tannins in water extracts of *Galega* L. species depending on phase of growing and parts of plants, %**

Sample	Part of plant	Tannins	Sample	Part of plant	Tannins
GOF-SV	All above-ground part	2.56 ± 0.29	GOR-SV	All above-ground part	1.77 ± 0.21
GOF-B	Buds	2.89 ± 0.04	GOR-B	Buds	2.44 ± 0.13
GOF-B	Leaves	3.23 ± 0.15	GOR-B	Leaves	3.94 ± 0.22
GOF-B	Stems	1.54 ± 0.14	GOR-B	Stems	1.87 ± 0.11
GOF-F	Flowers	2.06 ± 0.11	GOR-F	Flowers	1.55 ± 0.06
GOF-F	Leaves	4.17 ± 0.23	GOR-F	Leaves	3.56 ± 0.18
GOF-F	Stems	1.78 ± 0.13	GOR-F	Stems	2.23 ± 0.16
GOF-SR	Fruits	1.22 ± 0.09	GOR-SR	Fruits	1.94 ± 0.07
GOF-SR	Leaves	4.89 ± 0.32	GOR-SR	Leaves	4.42 ± 0.15
GOF-SR	Stems	2.23 ± 0.11	GOR-SR	Stems	1.73 ± 0.05

activity of plant extracts of two species of *Galega* are reported in Table 1 and 2.

Previous data, obtained by Tusevski et al. (2014), showed a high antioxidant potential of *G. officinale* plant extracts due to content of phenolic compounds [22].

Methanol extracts of *G. officinale* plants exhibited antiradical scavenging from 19.39 % (GOF-B, stems) to 95.18 % (GOF-SR, fruits) during vegetation (Table 1). Ethanol extracts showed antiradical activity from 11.24 % (GOF-B, stems) to 92.87 % (GOF-F, flowers). Antiradical activity of water extracts was of 28.61 % (GOF-SR, stems) to 74.63 % (GOF-F, flowers).

Methanol extracts of *G. orientalis* plants exhibited antiradical scavenging from 20.20 % (GOR-SR, stems) to 91.72 % (GOR-B, buds) during vegetation (Table 2). Ethanol extracts showed antiradical activity from 11.74 % (GOR-SR, stems) to 84.78 % (GOR-F, flowers). Antiradical activity of water extracts was from 22.90 % (GOR-SV, all plant) to 77.72 % (GOR-F, flowers).

Also, we determined the content of total tannins in the water extracts of investigated plants (Table 3). Tannins are naturally occurring polyphenols produced by plants via secondary metabolic processes. Their ability to bind proteins, pigments, and complex metallic ions, together with their flavouring effect are the basis for their extensive use as additives in the food industry [25]. Tannins don't function solely as primary antioxidants but as secondary antioxidants [5]. According to last study in this branch, it was found correlation between antioxidant activity and compounds of phenolic nature [23].

As presented in Table 3, the total content of tannins noticed in the leaves depending on phase of plant growing. Generative organs such as flowers and fruits had less content of tannins than vegetative: *G. officinalis* — from 1.22 to 2.89 % (generative), from 1.54 to 4.89 (vegetative); *G. orientalis* — from 1.55 to 2.44 % (generative), from 1.73 to 4.42 (vegetative).

### Conclusions

Thus, this study was shown that plant raw material of the genus *Galega* is potential source of antioxi-

dants. The antiradical activity of plant extracts of *G. officinalis* was minimal in stems in the period of budding (11.24 %) and maximal — in fruits in the fruitage period (95.18 %) depending on extract. The same sign for *G. orientalis* plants was minimal in stem in the seed ripening period (11.74 %) and maximal — in buds in the budding period (91.72 %) depending on extract. The high antiradical activity identified in methanol and ethanol extracts (up to 90 %). The content of tannins for *G. officinalis* was in range of 1.22 to 4.17 % and for *G. orientalis* — from 1.55 to 4.42 % during vegetation.

### LITERATURE

1. Безалкалоїдна фракція екстракту козлятника лікарського (*Galega officinalis* L.) попереджає оксидативний стрес в умовах експериментального цукрового діабету / М.І. Лупак, М.Р. Хохла, Г.Я. Гачкова [та ін.] // Укр. біохім. журн. — 2015. — Т. 87, № 4. — С. 78—86. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.15407/ubj87.04.078>
2. Вергун О.М. Біохімічна характеристика рослин роду *Galega* L. в Правобережному Лісостепу України / О.М. Вергун, О.В. Шиманська, Д.Б. Рахметов // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Біол. — 2012. — Т. 17, вип. 3, № 28. — С. 43—50.
3. Крищенко В.П. Методы оценки качества растительной продукции / В.П. Крищенко. — М.: Колос, 1983. — 192 с.
4. Хохла М. Порівняння гіпоглікемічної дії водних екстрактів, суспензій якона та безалкалоїдної фракції екстракту галегі лікарської / М. Хохла, Г. Гачкова, Н. Сибірня // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біологічна. — 2016. — Вип. 73. — С. 421—428.
5. Amarowicz R. Tannins: the new natural antioxidants? / R. Amarowicz // European Journal of Lipid Science Technology. — 2007. — Vol. 109. — P. 549—551. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.200700145>
6. Balazentiene L. Chemical composition of galega mixtures silages / L. Balazentiene, S. Mikulioniene // Agronomy Research. — 2006 — Vol. 4, N 2. — P. 483—492.
7. Balazentiene L. Experience of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) and traditional fodder grasses use for forage production in organic farm / L. Balazentiene, V. Spruogis // Veterinary Medicine and Zootechnic. — 2011. — Vol. 56, N 78. — P. 19—26.
8. Baradaran A. A short look to the nephroprotective impacts of metformin / A. Baradaran // Toxicologia Persa. — 2016. — Vol. 1, N 1. — P. e01. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://toxicolpersa.com>

9. Brand-Williams W. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity / W. Brand-Williams, M.E. Cuvelier, C. Berset // *LWT – Food Science and Technology*. — 1995. — Vol. 28, N 1. — P. 25–30.
10. Casi K. Metformin: a review of its metabolic effect / K. Casi, R.A. Defronzo // *Diabetes Review*. — 1998. — Vol. 6. — P. 89–131.
11. Correlation between the in vitro antioxidant activity and polyphenol content of aqueous extracts from Bulgarian herbs / Y. Kiselova, D. Ivanova, T. Chervenkov [et al.] // *Phytotherapy Research*. — 2006. — Vol. 20. — P. 961–965. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.1985>
12. Effect of *Galega officinalis* leaf powder and *Trigonella foenum-graecum* seed powder on blood glucose levels and weight gain in diabetes mellitus rat model / S.S. Shojaee, A. Vahdati, R. Assaei, M. Sapehrimanesh // *Comparative Clinical Pathology*. — 2015. — Vol. 24. — P. 145–148. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1007/s00580-013-1873-7>
13. Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) grass potential as a forage and bioenergy crop / H. Meripold, U. Tamm, S. Tamm [et al.] // *Agronomy Research*. — 2017. — Vol. 15, N 4. — P. 1693–1699. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1515/AR.17.021>
14. Herbal medicine and diabetic kidney disease / S. Mardani, N. Nasri, M. Rafieian-Kopaei [et al.] // *Journal of Nephroparmacology*. — 2013. — Vol. 2, N 1. — P. 1–2.
15. Hypoglycaemic activity of four plants used in Chilean popular medicine / I. Lemus, R. Garcia, E. Delvillar, G. Knop // *Phytotherapy Research*. — 1999. — Vol. 13. — P. 91–94.
16. Indian herbs and herbal drugs used for the treatment of diabetes / M. Modak, P. Dixit, J. Londhe [et al.] // *Journal of Clinical Biochemical Nutrition*. — Vol. 40. — P. 163–173.
17. Karakas P.F. Biological screening of various medicinal plant extracts for antibacterial and antitumor activities / P.F. Karakas, A. Yildirim, A. Turker // *Turkey Journal of Biology*. — 2012. — Vol. 36. — P. 641–652. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.3906/biy-1203-16>
18. Khodadadi S. Administration of *Galega officinalis* L. in experimental and clinical investigations; a narrative review / S. Khodadadi // *Annals of Research of Antioxidants*. — 2016. — Vol. 1, N 1. — P. e03.
19. Leporatti M.L. Preliminary comparative analysis of medicinal plants used in the traditional medicine of Bulgarian and Italy / M.L. Leporatti, S. Ivancheva // *Journal of Ethnopharmacology*. — 2003. — Vol. 87. — P. 123–142.
20. Marinova G. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH / G. Marinova, V. Batchvarov // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. — 2011. — N 1. — P. 11–24.
21. Ozbucak T.B. An ecological, anatomical and microbiological investigation on species *Galega officinalis* L. (Leguminosae) in some localities of Turkey / T.B. Ozbucak, O. Erturk, O.E. Akcin // *Pakistan Journal of Biological Sciences*. — 2005. — Vol. 8, N 9. — P. 1215–1220.
22. Phenolic production and antioxidant properties of some Macedonian medicinal plants / O. Tusevski, A. Kostovska, A. Ploska [et al.] // *Central European Journal of Biology*. — 2014. — Vol. 9, N 9. — P. 888–900. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.2478/s11535-014-0322-1>
23. Piluzza G. Correlations between phenolic content and antioxidant properties in twenty-four plant species of traditional ethnoveterinary use in the Mediterranean area / G. Piluzza, S. Bullitta // *Pharmaceutical Biology*. — 2001. — Vol. 49 (3). — P. 240–247. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://doi.org/10.3109/13880209.2010.201083>
24. Rafieian-Kopaei M. Plants antioxidants: from laboratory to clinic / M. Rafieian-Kopaei, A. Baradaran, M. Rafieian // *Journal of Nephropathology*. — 2013. — Vol. 2, N 2. — P. 152–153. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.12860/JNP.2013.26>
25. Rapid screening method to assess tannin antioxidant activity in food-grade botanical extract / A. Schwertner Palma, A. Ricci, G.P. Parpinello, A. Versari // *Italian Journal of Food Sciences*. — 2017. — Vol. 29. — P. 559–564.
26. The content of photosynthetic pigments in the leaves of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. cultivars / O. Shymanska, O. Vergun, D. Rakhmetov, V. Fishchenko // *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. — 2017. — Vol. 1. — P. 398–403. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.398-403>
27. Traditional medicinal plants curing diabetes: a promise for today and tomorrow / S. Kumar, M. Saini, V. Kumar [et al.] // *Asian Journal of Traditional Medicines*. — 2012. — Vol. 7, N 4. — P. 178–188.
28. Umashanker M. Traditional Indian herbal medicine used as antipyretic, antiulcer, anti-diabetic and anti-cancer: a review / M. Umashanker, S. Shruti // *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*. — 2011. — Vol. 1 (4). — P. 1152–1159.
29. Varis E. Goat's rue (*Galega orientalis* Lam.) a potential pasture legume for temperate conditions / E. Varis // *Journal of Agricultural Sciences of Finland*. — 1986. — Vol. 58. — P. 83–101.

Recommended by N.A. Pavliuchenko  
Received 01.02.2018



## REFERENCES

- Lupak, M.I., Khohla, M.R., Hachkova, G. Ya., Kanyuka, A.P., Klymyshyn, N.I., Chajka, Ya.P., Skibitska, M.I. and Sybirna, N.O. (2015), Bezalkoloidna frakciya ekstraktu kozlyatnyka likarskoho (*Galega officinalis* L.) poperedgaje oksydatyvnyi stress v umovah eksperymentalnoho dibetu [The alkaloid-free fraction from *Galega officinalis* L. extract prevents oxidative stress under experimental diabetes mellitus]. Ukrainian Biochemical Journal, vol. 87, N 4, pp. 78–86. Moda access: <http://dx.doi.org/10.15407/ubj87.04.078>
- Vergun, O.M., Shymanska, O.V. and Rakhmetov, D.B. (2012), Biohimichna harakterystyka roslyn rodu *Galega* L. v Pravoberegnomu Lisostepu Ukrainy [Biochemical characteristic of *Galega* L. species in Right-Bank of Forest-Steppe of Ukraine]. Visnyk Odesskoho nacionalnoho universytetu. Seriya Biologiya [Odessa National University Gerald. Biology], vol. 17, vyp.3, N 28, pp. 43–50.
- Krischenko, V.P. (1983), Metody ocenki kachestva rastitelnoy produkci [Methods for evaluating of quality of plant production]. Moscow: Kolos, 192 p.
- Khohla, M., Hachkova, G. and Sybirna, N. (2016), Porivnyanna hypoglykemichnoi dii vodnyh ekstraktiv, suspenziy yakona ta bezalkoloidnoi frakcii ekstraktu galegi likarskoi [A comparison of hypoglycemic action of yacons water extracts, suspensions and alkaloid-free fraction from *Galega officinalis* L. extract]. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seria biologichna [Herald of Lviv University. Ser. Biologian], vol. 73, pp. 421–428.
- Amarowicz, R. (2007), Tannins: the new natural antioxidants? European Journal of Lipid Science Technology, vol. 109, pp. 549–551. Moda access: <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.200700145>
- Balazentiene, L. and Mikulioniene, S. (2006), Chemical composition of galega mixtures silages. Agronomy Research, vol. 4, N 2, pp. 483–492.
- Balazentiene, L. and Spruogis, V. (2011), Experience of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) and traditional fodder grasses use for forage production in organic farm. Veterinary Medicine and Zootechnic, vol. 56, N 78, pp. 19–26.
- Baradaran, A. (2016), A short look to the nephroprotective impacts of metformin. Toxicologia Persa, vol. 1, N 1, pp. e01. Moda access: <http://toxicolpersa.com>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995), Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT — Food Science and Technology, vol. 28, N 1, pp. 25–30.
- Casi, K. and Defronzo, R.A. (1998), Metformin: a review of its metabolic effect. Diabetes Review, vol. 6, pp. 89–131.
- Kiselova, Y., Ivanova, D., Chervenkov, T., Gerova, D., Galunska, B. and Yankova, T. (2006), Correlation between the in vitro antioxidant activity and polyphenol content of aqueous extracts from Bulgarian herbs. Phytotherapy Research, vol. 20, pp. 961–965. Moda access: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.1985>
- Shojaee, S.S., Vahdati, A., Assaei, R. and Sapehrimaneh, M. (2015), Effect of *Galega officinalis* leaf powder and *Trigonella foenum-graecum* seed powder on blood glucose levels and weight gain in diabetes mellitus rat model. Comparative Clinical Pathology, vol. 24, pp. 145–148. Moda access: <http://dx.doi.org/10.1007/s00580-013-1873-7>
- Meripold, H., Tamm, U., Tamm, S., Vosa, T. and Edesi, L. (2017), Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) grass potential as a forage and bioenergy crop. Agronomy Research, vol. 15, N 4, pp. 1693–1699. Moda access: <https://doi.org/10.15159/AR.17.021>
- Mardani, S., Nasri, N., Rafieian-Kopaei, M. and Hajian, S. (2013), Herbal medicine and diabetic kidney disease. Journal of Nephro pharmacology, vol. 2, N 1, pp. 1–2.
- Lemus, I., Garcia, R., Delvillar, E. and Knop, G. (1999), Hypoglycaemic activity of four plants used in Chilean popular medicine. Phytotherapy Research, vol. 13, pp. 91–94.
- Modak, M., Dixit, P., Londhe, J., Ghaskadbi, S. and Devasagayam, T.P.A. (2007), Indian herbs and herbal drugs used for the treatment of diabetes. Journal of Clinical Biochemical Nutrition, vol. 40, pp. 163–173.
- Karakas, P.F., Yildirim, A. and Turker, A. (2012), Biological screening of various medicinal plant extracts for antibacterial and antitumor activities. Turkey Journal of Biology, vol. 36, pp. 641–652. Moda access: <http://dx.doi.org/10.3906/biy-1203-16>
- Khodadadi, S. (2016), Administration of *Galega officinalis* L. in experimental and clinical investigations; a narrative review. Annals of Research of Antioxidants, vol. 1, N 1, pp. e03.
- Leporatti, M.L. and Ivancheva, S. (2003), Preliminary comparative analysis of medicinal plants used in the traditional medicine of Bulgarian and Italy. Journal of Ethnopharmacology, vol. 87, pp. 123–142.
- Marinova, G. and Batchvarov, V. (2011), Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Bulgarian Journal of Agricultural Science, N 1, pp. 11–24.
- Ozbucak, T.B., Erturk, O. and Akin, O.E. (2005), An ecological, anatomical and microbiological investigation on species *Galega officinalis* L. (Leguminosae) in some localities of Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, vol. 8, N 9, pp. 1215–1220.
- Tusevski, O., Kostovska, A., Iloska, A., Trajkovska, L. and Simic Gadzovska, S. (2014), Phenolic production and antioxidant properties of some Macedonian medicinal plants. Central European Journal of Biology, vol. 9, N 9, pp. 888–900. Moda access: <http://dx.doi.org/10.2478/s11535-014-0322-1>
- Piluzza, G. and Bullitta, S. (2011), Correlations between phenolic content and antioxidant properties in twenty-four plant species of traditional ethnoveterinary use in the Mediterranean area. Pharmaceutical

- Biology, vol. 49 (3), pp. 240–247. Moda access: <https://doi.org/10.3109/13880209.2010.201083>
24. Rafieian-Kopaei, M., Baradaran, A. and Rafieian, M. (2013), Plants antioxidants: from laboratory to clinic. *Journal of Nephropathology*, vol. 2, N 2, pp. 152–153. Moda access: <http://dx.doi.org/10.12860/JNP.2013.26>
25. Palma Schwertner, A., Ricci, A., Parpinello, G.P. and Versari, A. (2017), Rapid screening method to assess tannin antioxidant activity in food-grade botanical extract. *Italian Journal of Food Sciences*, vol. 29, pp. 559–564.
26. Shymanska, O., Vergun, O., Rakhmetov, D. and Fishchenko, V. (2017), The content of photosynthetic pigments in the leaves of *Galega officinalis* L. and *Galega orientalis* Lam. cultivars. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*, vol. 1, pp. 398–403. Moda access: <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.398-403>
27. Kumar, S., Saini, M., Kumar, V., Prakash, O., Arya, R., Rana, M. and Kumar, D. (2012), Traditional medicinal plants curing diabetes: a promise for today and tomorrow. *Asian Journal of Traditional Medicines*, vol. 7, N 4, pp. 178–188.
28. Umashanker, M. and Shruti, S. (2011), Traditional Indian herbal medicine used as antipyretic, antiulcer, anti-diabetic and anticancer: a review. *International Journal of research in pharmacy and chemistry*, vol. 1 (4), pp. 1152–1159.
29. Varis, E. (1986), Goat's rue (*Galega orientalis* Lam.) a potential pasture legume for temperate conditions. *Journal of Agricultural Sciences of Finland*, vol. 58, pp. 83–101.

Recommended by N.A. Pavliuchenko  
Received 01.02.2018

O.V. Шиманська<sup>1</sup>, Д.Б. Рахметов<sup>1</sup>,  
О.М. Вергун<sup>1</sup>, Я. Бриндза<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка  
НАН України, Україна, м. Київ

<sup>2</sup> Словацький аграрний університет в Нітрі,  
факультет Агробіології та харчових ресурсів,  
Інститут збереження біорізноманіття  
та біологічної безпеки, Словацька Республіка, Нітра

#### АНТИРАДИКАЛЬНА АКТИВНІСТЬ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ *GALEGA OFFICINALIS* L. ТА *G. ORIENTALIS* LAM.

**Мета** — дослідити антирадикальну дію екстрактів рослин *Galega officinalis* L. та *G. orientalis* Lam. залежно від фази розвитку в умовах Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС).

**Матеріал та методи.** Рослинний матеріал дослідження — два види роду *Galega* L. (*G. officinalis* та *G. orientalis*), зібрані з експериментальної колекції відділу культурної флори НБС: GOF-SV (*G. officinalis*, весняне відростання), GOF-B (*G. officinalis*, бутонізація), GOF-F (*G. officinalis*,

цвітіння), GOF-SR (*G. officinalis*, дозрівання насіння), GOR-SV (*G. orientalis*, весняне відростання), GOR-B (*G. orientalis*, бутонізація), GOR-F (*G. orientalis*, цвітіння), GOR-SR (*G. orientalis*, дозрівання насіння). Антирадикальну активність метанольних, етанольних та водних екстрактів, яка ґрунтується на реакції знебарвлення розчину ДФПГ (2,2-дифеніл-1-пікрілгідразил вільний радикал), визначали спектрофотометричним методом за W. Brandt-Williams et al. Біохімічний аналіз проведено в Інституті збереження біорізноманіття та біологічної безпеки Словацького аграрного університету в Нітрі (Словацька Республіка) та НБС. Загальний вміст дубильних речовин визначено методом титрування за В.П. Крищенком (водні екстракти з індигокарміном титрували розчином перманганату).

**Результати.** Визначено, що метанольні екстракти рослин *Galega officinalis* виявляли антирадикальну активність від 19,39 % (GOF-B) до 95,18 % (GOF-SR), етанольні екстракти — від 11,24 % (GOF-B) до 92,87 % (GOF-F), водні екстракти — від 28,64 % (GOF-SR) до 74,63 % (GOF-F), метанольні екстракти рослин *Galega orientalis* — від 20,20 % (GOR-SR) до 91,72 % (GOR-B), етанольні екстракти — від 11,74 % (GOR-SR) до 84,74 % (GOR-F), водні екстракти — від 22,90 % (GOR-SV) до 77,72 % (GOR-F). Загальний вміст дубильних речовин для *G. officinalis* становив від 1,22 до 4,17 %, для *G. orientalis* — від 1,55 до 4,42 % протягом вегетації.

**Висновки.** Рослинна сировина двох видів роду *Galega* — потенційне джерело антиоксидантів. Протягом вегетації рослинні екстракти *Galega officinalis* виявляли антирадикальну активність від 11,24 до 95,18 %, *Galega orientalis* — від 11,74 до 91,72 % залежно від екстракту та фази розвитку в умовах НБС. Генеративні органи характеризувалися нижчим вмістом дубильних речовин, ніж вегетативні.

**Ключові слова:** *Galega*, антиоксидантна активність, 2,2-дифеніл-1-пікрілгідразил (ДФПГ), дубильні речовини.

O.V. Шиманская<sup>1</sup>, Д.Б. Рахметов<sup>1</sup>,  
Е.Н. Вергун<sup>1</sup>, Я. Бриндза<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный ботанический сад имени Н.Н. Гришко  
НАН Украины, Украина, г. Киев

<sup>2</sup> Словацкий аграрный университет в Нитре,  
факультет Агробиологии и пищевых ресурсов,  
Институт сохранения биоразнообразия  
и биологической безопасности,  
Словацкая Республика, Нитра

#### АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ *GALEGA OFFICINALIS* L. И *G. ORIENTALIS* LAM.

**Цель** — исследовать антирадикальное действие экстрактов растений *Galega officinalis* L. и *G. orientalis* Lam. в зависимости от фазы развития в условиях Нацио-

нального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины (НБС).

**Материал и методы.** Растительный материал исследования — два вида рода *Galega* L. (*G. officinalis* и *G. orientalis*), собранные из экспериментальной коллекции отдела культурной флоры НБС: GOF-SV (*G. officinalis*, весеннее отрастание), GOF-B (*G. officinalis*, бутонизация), GOF-F (*G. officinalis*, цветение), GOF-SR (*G. officinalis*, созревание семян), GOR-SV (*G. orientalis*, весеннее отрастание), GOR-B (*G. orientalis*, бутонизация), GOR-F (*G. orientalis*, цветение), GOR-SR (*G. orientalis*, созревание семян). Антирадикальную активность метанольных, этанольных и водных экстрактов, основанную на реакции обесцвечивания раствора ДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил свободный радикал), определяли спектрофотометрическим методом по W. Brandt-Williams et al. Биохимический анализ проведен в Институте сохранения биоразнообразия и биологической безопасности Словацкого аграрного университета в Нитре (Словацкая Республика) и НБС. Общее содержание дубильных веществ определяли методом титрования по В.П. Крищенко (водные экстракты с индигокармином титровали раствором перманганата).

**Результаты.** Установлено, что метанольные экстракты растений *Galega officinalis* проявляли антирадикальную активность от 19,39 % (GOF-B) до 95,18 % (GOF-SR), этанольные экстракты — от 11,24 % (GOF-B) до 92,87 % (GOF-F), водные экстракты — от 28,64 % (GOF-SR) до 74,63 % (GOF-F), метанольные экстракты растений *Galega orientalis* — от 20,20 % (GOR-SR) до 91,72 % (GOR-B), этанольные экстракты — от 11,74 % (GOR-SR) до 84,74 % (GOR-F), водные экстракты — от 22,90 % (GOR-SV) до 77,72 % (GOR-F). Общее содержание дубильных веществ для *G. officinalis* составляло от 1,22 до 4,17 %, для *G. orientalis* — от 1,55 до 4,42 % в течение вегетации.

**Выводы.** Растительное сырье двух видов рода *Galega* — потенциальный источник антиоксидантов. В период вегетации растительные экстракты *Galega officinalis* проявляли антирадикальную активность от 11,24 до 95,18 %, *Galega orientalis* — от 11,74 до 91,72 % в зависимости от экстракта и фазы развития в условиях НБС. Генеративные органы характеризовались более низким содержанием дубильных веществ, чем вегетативные.

**Ключевые слова:** *Galega*, антиоксидантная активность, 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ), дубильные вещества.

УДК 502.75:581.522.4(477.63)

**Г.Н. ШОЛЬ**

Криворізький ботанічний сад НАН України  
Україна, 50089 м. Кривий Ріг, вул. Маршака, 50

## **ОЦІНКА УСПІШНОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ РІДКІСНИХ ТА ЗНИКАЮЧИХ ВИДІВ РОСЛИН У КРИВОРІЗЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ САД НАН УКРАЇНИ**

***Мета** — оцінити результати успішності інтродукції та визначити перспективи збереження в культурі в умовах Правобережного степового Придніпров'я рідкісних і зникаючих видів рослин.*

***Матеріал та методи.** Об'єктами дослідження були 239 рослин з колекції «Рідкісні та зникаючі види рослин» Криворізького ботанічного саду НАН України. При оцінці успішності інтродукції враховували приживлюваність рослин при перенесенні в культуру, габітус і розміри рослин у культурі, інтенсивність плодоношення, насінневу продуктивність, характер та інтенсивність самовідновлення, динаміку чисельності, проходження фаз індивідуального розвитку, стійкість до хвороб і шкідників, тривалість життя в колекції.*

***Результати.** Вдосконалено шкалу оцінки інтродукційної стійкості рідкісних і зникаючих видів рослин. Шкала містить 8 критеріїв, кожен з яких оцінюють 1—3 балами. За інтродукційною стійкістю виділено чотири групи видів: високостійкі (131 вид, або 54,8 %), середньостійкі (55 видів, або 23,0 %), слабостійкі (43 види, або 18,0 %) і нестійкі (10 видів, або 4,2 %).*

***Висновки.** Більшість рідкісних і зникаючих видів колекції (186 (77,8 %)) мають високу та середню інтродукційну стійкість, тому їх інтродукція з метою охорони і збереження в культурі в ботанічних садах в умовах Правобережного степового Придніпров'я є перспективною. Для видів з низькою інтродукційною стійкістю при перенесенні у культуру слід створювати наближені до природних умови зростання.*

**Ключові слова:** успішність інтродукції, рідкісні та зникаючі види, Правобережне степове Придніпров'я.

В умовах посиленого антропогенного впливу на довкілля актуальною є проблема збереження рослинного світу, насамперед степових екосистем, які на території України є найуразливішими. Невеликі за площею заповідні ділянки та залишки степів з унікальною флорою і рослинністю не можуть забезпечити збереження багатьох рідкісних, зникаючих, ендемічних та реліктових видів [11]. Одним із ефективних шляхів збереження фіторізноманіття загалом і степового зокрема є культивування раритетних видів у ботанічних садах, які мають великий практичний досвід вирощування рідкісних та зникаючих рослин [7, 14, 18]. Культивування раритетних видів дає змогу поглиблено вивчати їх еколого-біологічні особливості та створює резервний фонд насінневого матеріалу для реінтродукції і ре-

патріації або для використання їх при рекультивації порушених земель.

У Криворізькому ботанічному саду НАН України (КБС) у відділі природної флори під керівництвом канд. біол. наук В.В. Кучеревського протягом понад 30 років створювали колекцію раритетних видів, насамперед видів регіональної флори — Правобережного степового Придніпров'я (ПСП).

Результати інтродукції рідкісних і зникаючих видів висвітлено нами лише для певних груп рослин [10, 19—22]. З огляду на тривалий час формування та існування колекції необхідно підбити підсумки інтродукції рідкісних і зникаючих рослин у КБС.

Мета роботи — оцінити результати успішності інтродукції та визначити перспективи збереження в культурі в умовах Правобережного степового Придніпров'я рідкісних і зникаючих видів рослин.

© Г.Н. ШОЛЬ, 2018

## Матеріал та методи

Дослідження проведено на рослинах з колекції «Рідкісні та зникаючі види рослин» КБС, до складу якої входять також експозиції «Ковила України» і «Рідкісні та зникаючі види рослин лісових екосистем степової зони України». Основна частина колекції розташована на похилому схилі південної експозиції на площі 0,9 га. Ґрунти — чорноземи звичайні малогумусні, середньозмітні, важкосуглинисті. Частина видів, зокрема представники неморального ценоелементу, ростуть під покривом штучно створених деревних насаджень з участю *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. negundo* L. тощо.

Збір первинного інтродукційного матеріалу здійснювали під час експедиційних обстежень флори в різних регіонах України, здебільшого на ПСП, у вигляді насіння, живих рослин чи їх частин, а також за обміном з іншими ботанічними установами країни. Збереження рідкісних і зникаючих видів здійснено у моно- та багатовидових культурах. Зволоження атмосферне, полив відсутній. На ділянці, де рослини вирощують у монокультурі, за потреби проводять стандартні агротехнічні заходи.

Оскільки при створенні колекції враховували регіональний принцип, то більшість видів — це місцеві, тобто ті, які ростуть на ПСП (191 (79,9 %)). У колекції представлено 72 види Червоної книги України (зокрема 16 видів роду *Stipa* L.). Рідкісними для території ПСП є 92 види. Решта видів або занесені до списку запропонованих до охорони, або рідко трапляються в межах ПСП, або є представниками родових комплексів, які інтродукуються в КБС [9, 20].

Спостереження за ростом та розвитком рослин проводили від початку створення колекції, детальніше — у період із 2010 до 2016 рр., коли до інтродукційного експерименту було залучено 239 видів із 126 родів та 49 родин. При оцінці успішності інтродукції враховували приживлюваність рослин або схожість насіння при перенесенні в культуру, габітус та розміри рослин у культурі, інтенсивність пло-

доношення, насінневу продуктивність, характер та інтенсивність самовідновлення, динаміку чисельності, проходження фаз індивідуального розвитку, стійкість до хвороб і шкідників, тривалість життя в колекції.

Назви видів наведено за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [23].

## Результати та обговорення

При перенесенні рослин із природних умов існування в культуру рослини зазнають стрес. У них прискорюється загальний темп росту і розвитку, зменшується тривалість деяких вікових стадій або вони зовсім випадають із життєвого циклу, підсилюється цвітіння або виникає повторне, збільшуються розміри, змінюється форма та структура суцвіть, переважно у бік збільшення кількості їх елементів, раніше настає стадія розмноження, підвищується репродуктивна активність тощо [1, 4, 5, 8, 16]. Проте такі зміни є видоспецифічними. Кожен вид має свою норму реакції на зміни умов існування. Тому, як відзначають більшість дослідників, неможливо розробити універсальну шкалу оцінки успішності інтродукції.

При аналізі результатів інтродукції використовують або візуальну, порівняльну оцінку, або розробляють шкали з урахуванням різних критеріїв. Так, шкала В.Н. Билова та Р.А. Карпісонової ґрунтується на 5 ознаках (насінневе розмноження, вегетативне розмноження, габітус у культурі, пошкодження хворобами та шкідниками, переживання несприятливих сезонів), які оцінюють за 3-бальною системою (1 бал — найгірший стан, 3 бали — найкращий) [3]. В.Г. Собко та М.Б. Гапоненко для оцінки результатів інтродукції рідкісних і зникаючих рослин флори України використали методику цих дослідників із деякими змінами та доповненнями [15]. Успішність інтродукції рідкісних та зникаючих видів також оцінюють за 5-бальною шкалою К.А. Соболевської [16], яка враховує інтенсивність плодоношення та здатність рослин давати самосів.

Для оцінки успішності інтродукції Н.В. Трулевич увів поняття «інтродукційна стійкість» [17], яке охоплює основні критерії стійкості

рослин у нових агрокліматичних умовах: особливості пагоноутворення, ритм сезонного розвитку, темп онтогенезу, здатність до розмноження. На основі цих критеріїв розроблено шкалу інтродукційної стійкості та виділено 4 групи рослин: нестійкі, слабостійкі, стійкі та високостійкі. Цю шкалу з деякими змінами використала Н.С. Данілова для аналізу результатів інтродукції рослин Центральної Якутії, які перебувають під охороною [5]. В.М. Остапком запропонована 8-бальна лінійна шкала, в основу якої покладено ступінь збереження рос-

лин у культурі та їх життєвість. Саме здатність рослин до самовідновлення і легкого розмноження в культурі є головними критеріями при оцінці успішності інтродукції [13]. Т.В. Єлісафенко для оцінки успішності інтродукції рідкісних видів Сибірської флори розробила схему критеріїв, які можна об'єднати в три групи: характеристика фено ритму, розмноження та життєздатність у культурі. Кожен з критеріїв оцінюють за 3-бальною шкалою. В процесі інтродукції вона виділяє акліматизацію та адаптацію [6]. П.Є. Булах зі співавт. [2] визначили

Таблиця 1. Шкала для оцінки інтродукційної стійкості рідкісних та зникаючих видів рослин флори України

Table 1. Assessing scale of the introduction resistance of rare and endangered species of Ukrainian flora

Критерії оцінки інтродукційної стійкості	Кількість балів		
	3	2	1
1. Приживлюваність при перенесенні в культуру	Висока, приживаються понад 80 % інтродукованих особин; або схожість насіння висока (>80 %)	Середня, приживаються 30—80 % особин; або схожість насіння середня (30—80 %)	Низька, приживаються менше ніж 30% особин; або схожість насіння низька (<30 %)
2. Габітус і розміри рослини	Перевищують природні	Не відрізняються від природних	Не досягають розмірів у природних умовах
3. Інтенсивність плодоношення	Плодоношення регулярне, ясне	Плодоношення регулярне або нерегулярне, слабе	Плодоношення відсутнє
4. Насіннева продуктивність	Висока, перевищує природну	Середня, не відрізняється від природної	Низька, не досягає показника в природних умовах
5. Характер та інтенсивність самовідновлення (насінове та / або вегетативне), динаміка чисельності	Насіннєве самовідновлення ясне, вегетативне — активне; чисельність особин збільшується	Насіннєве самовідновлення слабе, вегетативне — пасивне; чисельність особин стабільна	Самовідновлення відсутнє або дуже слабе; чисельність особин зменшується
6. Проходження фаз індивідуального розвитку	Щорічно проходить усі етапи розвитку	В окремі роки випадають деякі фази розвитку (цвіте, але не плодоносить)	Постійно відсутні окремі фази розвитку (не цвіте і не плодоносить, вегетує)
7. Стійкість до хвороб і шкідників	Рослини не пошкоджуються хворобами та шкідниками	Пошкодження поодинокі або лише в окремі роки	Пошкодження масові
8. Тривалість життя в колекції	Понад 20 років	Від 7 до 19 років	Не більше ніж 7 років

відмінності між термінами «акліматизація» та «інтродукційна адаптація». Основні критерії для оцінки ступеня успішності інтродукції з позицій системного підходу та адаптивної стратегії рослин запропонували В.А. Медведєв та О.О. Ільєнко [12].

Ми удосконалили шкалу оцінки інтродукційної стійкості рідкісних і зникаючих видів рослин, оскільки, на нашу думку, отримані результати можуть бути використані при прогнозуванні успішності збереження в культурі таких видів у певному регіоні.

Оцінку інтродукційної стійкості проводили за 8 критеріями, кожен з яких оцінювали за 3-бальною шкалою (табл. 1).

На підставі суми балів за всіма критеріями було виділено чотири групи рослин щодо інтродукційної стійкості: високостійкі (24—20 балів), стійкі (19—16 балів), слабостійкі (15—12 балів) і нестійкі (11—8 балів) види. Вони відповідають категоріям успішності інтродукції: висока, середня, низька та дуже низька.

Велика кількість рідкісних і зникаючих видів колекції за більшістю критеріїв отримали найвищий бал (табл. 2). Так, понад половини видів при перенесенні в культуру (живими рослинами чи їх частинами) мають приживлюваність >80 %. При цьому їх габітус і розміри, насіннева продуктивність здебільшого

не відрізняються від показників у природних умовах або перевищують їх. Дві третини інтродукованих видів у культурі не пошкоджуються хворобами та шкідниками і щорічно проходять усі етапи розвитку. Лише у 13 (5,5%) видів колекції випадають окремі фази розвитку: бутонізація, цвітіння та плодоношення. Майже половина видів (48,5 %) завдяки насінневому чи вегетативному самовідновленню збільшують свою чисельність, формуючи інтродукційні популяції та розширюючи площу, яку вони займають. Ще близько 30 % видів слабо самовідновлюються в культурі, але підтримують стабільну чисельність, а понад 50 (22,2%) видів для підтримання своєї чисельності в колекції потребують втручання людини. Майже 88 % інтродукованих видів зберігаються в культурі понад 7 років, більше половини з них — понад 20 років.

Установлено, що майже 55 % видів належать до групи з високою інтродукційною стійкістю, 23 % — до групи із середньою інтродукційною стійкістю (табл. 3), тобто більшість рідкісних і зникаючих видів колекції (186 (77,8 %)) можуть успішно зберігатися в культурі в КБС. Так, із видів, занесених до Червоної книги, високу інтродукційну стійкість виявляють 32 види колекції: *Astragalus ponticus* Pall., *A. dasyanthus* Pall., *A. odessanus* Besser, *Chamaecytisus graniticus* (Rehman) Rothm. (*Ch. skrobiszew-*

Таблиця 2. Розподіл інтродукованих рідкісних і зникаючих видів рослин за критеріями інтродукційної стійкості

Table 2. Distribution of introduced rare and endangered plant species according to criteria of introduction resistance

Критерій	Кількість балів					
	1		2		3	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
1. Приживлюваність	25	10,5	92	38,5	122	51,0
2. Габітус, розміри	41	17,2	95	39,7	103	43,1
3. Інтенсивність плодоношення	16	6,7	112	46,9	111	46,4
4. Насіннева продуктивність	57	23,8	95	39,8	87	36,4
5. Характер самовідновлення, динаміка чисельності	53	22,2	70	29,3	116	48,5
6. Проходження фаз індивідуального розвитку	13	5,5	62	25,9	164	68,6
7. Стійкість до хвороб і шкідників	13	5,5	67	28,0	159	66,5
8. Тривалість життя в колекції	29	12,1	76	31,8	134	56,1

*skii* (Pacz.) Klaskova), *Caragana scythica* (Kom.) Pojark., *Crambe maritima* L. (*C. pontica* Steven ex Rupr.), *Glycyrrhiza glabra* L., *Scutellaria cretica* Juz., *Galanthus nivalis* L., *Cerastium biebersteinii* DC., *Ornithogalum refractum* Schlecht., *Paeonia daurica* Andrews, *P. tenuifolia* L., *Elytrigia stipifolia* (Czern. ex Nevski) Nevski, більшість видів роду *Stipa*, *Chrysocyathus vernalis* (L.) Holub (*Adonis vernalis* L.), *Pulsatilla grandis* Wender тощо. Середньостійкими в умовах культури є *Allium ursinum* L., *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht., *Bulbocodium versicolor* (Ker Gawl.) Spreng. (*Colchicum versicolor* Ker Gawl.), *Hya-cinthella pallasiana* (Steven) Losinsk., *Crocus reticulatus* Steven ex Adams, *Scutellaria verna* Besser, *Salvia scabiosifolia* Lam., *Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz, *Pulsatilla bohémica* (Skalicky) Tzvelev (*P. nigricans* Storck., *P. pratensis* (L.) Mill.) та деякі інші.

Слабку інтродукційну стійкість при перенесенні в умови ботанічного саду продемон-

стрували 43 види, низьку — 10. Так, найгірше при перенесенні в умови культури почували себе деякі іншорайонні види: *Atraphaxis frutescens* (L.) K. Koch., *Trachomitum venetum* (L.) Woodson s.l. (*T. sarmatiense* Woodson), *Astragalus testiculatus* Pall., *Petasites hybridus* (L.) P. Gaertn., В. Mey. et Scherb., *Stipa oreades* Klokov, *S. heterophylla* Klokov, *Asphodeline lutea* (L.) Rchb., *Scopolia carniolica* Jacq. та ін. Із місцевих видів найбільш чутливими до перенесення в інші умови зростання є *Paronychia cephalotes* (M. Bieb.) Besser, *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Genista scythica* Pacz., *Allium lineare* L., *Vincetoxicum intermedium* Taliev, *Klasea lycopi-folia* ((Vill.) A. Kern.) Holub, *Platantera bifolia* (L.) Rich., *Ornithogalum bouscheanum* (Kunth) Asch., *Acorus calamus* L. та ін. Це переважно кальце- чи силікопетрофіти, узлісні ксеро-мезофіти, прибережно-водні види тощо, для культивування яких слід створювати відповідні умови.

Таблиця 3. Розподіл рідкісних і зникаючих видів колекції Криворізького ботанічного саду за інтродукційною стійкістю  
Table 3. Distribution of rare and endangered species from the Kryvyi Rih Botanical Garden collection according to introduction resistance

Інтродукційна стійкість	Сума балів	Кількість видів	% від загальної кількості
Низька	8—11	10	4,2
	8	—	—
	9	1	0,4
	10	5	2,1
	11	4	1,7
Слабка	12—15	43	18,0
	12	11	4,6
	13	16	6,7
	14	11	4,6
	15	5	2,1
Середня	16—19	55	23,0
	16	12	5,0
	17	17	7,1
	18	16	6,7
	19	10	4,2
Висока	20—24	131	54,8
	20	23	9,6
	21	20	8,4
	22	14	5,9
	23	23	9,6
	24	51	21,3



## Висновки

Підбито підсумки інтродукції у КБС 239 видів колекції «Рідкісні і зникаючі види рослин», які представляють 126 родів та 49 родин, із них 72 види занесено до Червоної книги України, а 92 є регіонально рідкісними.

Удосконалено шкалу оцінки інтродукційної стійкості рідкісних і зникаючих видів рослин, яка містить 8 критеріїв, кожен з яких оцінюють 1–3 балами.

За результатами оцінки 131 (54,8 %) вид віднесено до групи з високою інтродукційною стійкістю, 55 (23,0 %) — до групи із середньою стійкістю, що дає підставу вважати успішною їх інтродукцію з метою охорони та збереження в культурі в умовах Правобережного степового Придніпров'я. Слабку стійкість в умовах культури виявили 43 види, низьку — 10.

При перенесенні видів із природних специфічних місцезростань в умови культури важливо підібрати відповідні екотопи для вирощування. Насамперед це стосується видів — представників кальцепетрофітону, силікопетрофітону, псамофітону тощо.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аврорин Н.А. Переселение растений на Полярный Север. Эколого-географический анализ / Н.А. Аврорин. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. — 286 с.
2. Булах П.Є. Про неоднозначне розуміння термінів «адаптація» і «акліматизація» в інтродукції рослин / П.Є. Булах, Є.М. Єльпітіфоров, Н.І. Попіль // Інтродукція рослин. — 2017. — № 1. — С. 3—10.
3. Былов В.Н. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных растений / В.Н. Былов, Р.А. Карпионов // Бюл. ГБС. — 1978. — Вып 107. — С. 77—82.
4. Головкин Б.Н. Переселение травянистых многолетников на Полярный Север. Эколого-морфологический анализ / Б.Н. Головкин. — Л.: Наука, 1973. — 266 с.
5. Данилова Н.С. Биология охраняемых растений Центральной Якутии / Н.С. Данилова, С.З. Борисова, Н.С. Иванова. — Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2005. — 112 с.
6. Елисафенко Т.В. Оценка результатов интродукционной работы на примере редких видов сибирской флоры / Т.В. Елисафенко // Растительный мир Азиатской флоры. — 2009. — № 2 (4). — С. 89—95.
7. Конвенция о биологическом разнообразии. — К., 1992. — 52 с.
8. Кондратюк Е.Н. Редкие, эндемичные и реликтовые растения юго-востока Украины в природе и культуре / Е.Н. Кондратюк, В.М. Остапко. — К.: Наук. думка, 1990. — 152 с.
9. Концепція створення колекції рідкісних, зникаючих, реликтових, ендемічних видів рослин України у Криворізькому ботанічному саду / В.В. Кучеревський, Г.Н. Шоль, М.О. Баранець, Т.В. Сіренко. — Кривий Ріг: Б.в., 2014. — 24 с.
10. Кучеревский В.В. Интродукция региональных видов рода *Allium* L. в Криворожский ботанический сад / В.В. Кучеревский, Г.Н. Шоль // Интродукция растений. — 2007. — № 2. — С. 30—33.
11. Кучеревський В.В. Сучасний стан, тенденції змін та шляхи збереження біорізноманіття флори Правобережного степового Придніпров'я / В.В. Кучеревський // Інтродукція рослин. — 2002. — № 2. — С. 3—8.
12. Медведев В.А. Выбор критериев для оценки степени успешности интродукции с позиций системного подхода и адаптивной стратегии растений / В.А. Медведев, А.А. Ильенко // Интродукция растений. — 2014. — № 4. — С. 3—11.
13. Остапко В.М. Интродукция раритетных видов флоры юго-востока Украины / В.М. Остапко, Т.В. Зубцова. — Севастополь: Вебер, 2006. — 296 с.
14. Сікура Й.Й. Інтродукція рослин (її значення для розвитку цивілізацій, ботанічної науки та збереження різноманіття рослинного світу) / Й.Й. Сікура, В.В. Капустян. — К.: Фітосоціоцентр, 2003. — 280 с.
15. Собко В.Г. Інтродукція рідкісних і зникаючих рослин флори України / В.Г. Собко, М.Б. Гапоненко. — К.: Наук. думка, 1996. — 285 с.
16. Соболевская К.А. Исчезающие растения Сибири в интродукции / К.А. Соболевская. — Новосибирск: Наука, 1984. — 221 с.
17. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений / Н.В. Трулевич. — М.: Наука, 1991. — 200 с.
18. Черевченко Т.М. Роль ботанічних садів та дендропарків України у збереженні та вивченні біорізноманіття рослин / Т.М. Черевченко, Д.Б. Рахметов // Відновлення порушених природних екосистем: матеріали першої міжнарод. наук. конф. (м. Донецьк, 24—27 вересня 2002 р.). — Донецьк: Лебідь, 2002. — С. 420—431.
19. Шоль Г.Н. Охрана видов родины *Hyacinthaceae* Batsch. флоры Украины в коллекциях Криворізького ботанічного саду / Г.Н. Шоль // Актуальні проблеми дослідження довкілля: зб. наук. пр. VI міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Суми, 20—23 травня 2015 р.). — Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2015. — Т. 1. — С. 124—128.

20. Шоль Г.Н. Успішність інтродукції рідкісних і зникаючих видів рослин різних типів ареалів у Криворізький ботанічний сад / Г.Н. Шоль // Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: матеріали другої міжнарод. наук.-практ. конф. (24—25 квітня 2015 р., смт Путила, Чернівецька обл.). — Чернівці: Друк-Арт, 2015. — С. 478—481.
21. Шоль Г.Н. Оцінка успішності інтродукції і культивування рідкісних і зникаючих рослин у Криворізькому ботанічному саду / Г.Н. Шоль, В.В. Кучеревський // Биол. вестн. — 2004. — Т. 8, № 2. — С. 55—58.
22. Шоль Г.Н. Охорона видів родини *Fabaceae* Lindl. флори України у колекціях Криворізького ботанічного саду / Г.Н. Шоль, В.В. Кучеревський // Флорологія та фітосозологія. — К.: Фітон, 2014. — Т. 3—4. — С. 282—287.
23. *Mosyakin S.L.* Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — Kyiv, 1999. — xxiv + 346 pp.

Рекомендував В.І. Мельник  
Надійшла 01.02.2018

#### REFERENCES

1. *Avrorin, N.A.* (1956), *Pereselenie rastenii na Poliarnyi Sever. Ekologo-geograficheskii analiz* [Resettlement of plants at the Polar North. Ecological and geographical analysis]. Moscow; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 286 p.
2. *Bulakh, P.E., Elpitiforov, E.N. and Popil, N.I.* (2017), *Pro neodnoznachne rozuminnia terminiv "adaptatsiia" i "aklimatyzatsiia" v introduktsii roslyn* [On the ambiguous use of the concept of "adaptation" and "acclimatization" in plant introduction]. *Introduktsiia roslyn* [Plant Introduction], N 1, pp. 3—10.
3. *Bylov, V.N. and Karpisonova, R.A.* (1978), *Printsipy sozdaniia i izucheniia kolleksiit malorasprostranennykh dekorativnykh rastenii* [Principles of creation and study of a collection of less common ornamental plants]. *Biul. GBS*. [Bulletin of the Main Botanical Garden]. Moscow: Nauka, vyp. 107, pp. 77—82.
4. *Golovkin, B.N.* (1973), *Pereselenie travianistykh mnogoletnikov na Poliarnyi Sever. Ekologo-morfologicheskii analiz* [Resettlement of herbaceous perennials at the Polar North. Ecological and morphological analysis]. Leningrad: Nauka, 266 p.
5. *Danilova, N.S., Borisova, S.Z. and Ivanova, N.S.* (2005), *Biologiya okhraniyaiemykh rastenii tsentralnoi Yakutii* [Biology of protected plants in Central Yakutia]. Yakutsk: YANTS SO RAN, 112 p.
6. *Yelisafenko, T.V.* (2009), *Otsenka rezultatov introduktsionnoi raboty na primere redkikh vidov sibirskoi flory* [Estimate of the results of introduction work on the example of rare siberian species]. *Rastitelnyi mir Aziatskoi flory*, N 2 (4), pp. 89—95.
7. *Konventsiiia o biologicheskom raznoobrazii* (1992), [Convention on Biological Diversity]. Kyiv, 52 p.
8. *Kondratyuk, Ye.N. and Ostapko, V.M.* (1990), *Redkiiie, endemichnyie i reliktovyie rasteniia yugo-vostoka Ukrainy v prirode i kulture* [Rare, endemic and relict plants of the south-east of Ukraine in nature and culture]. Kyiv: Nauk. dumka, 152 p.
9. *Kucherevskiy, V.V., Sholl, H.N., Baranets, M.O. and Sirenko, T.V.* (2014), *Kontseptsiiia stvorennia kolektsii ridkisnykh, znykaiuchykh, reliktovykh, endemichnykh vydiv roslyn Ukrainy u Kryvorizkomu botanichnomu sadu* [The creation concept of the collection of rare, endangered, relict, endemic species of plants of Ukraine into the Kryvyi Rih Botanical Garden]. *Kryvyi Rih: b.v.*, 24p.
10. *Kucherevskii, V.V. and Sholl, G.N.* (2007), *Introduktsiia regionalnykh vidov roda Allium L. v Krivorozhskii botanicheskii sad* [Introduction of the regional species of the genus *Allium* L. in Kryvyi Rih Botanical Garden]. *Introduktsiia roslyn* [Plant Introduction], N 2, pp. 30—33.
11. *Kucherevskiy, V.V.* (2002), *Suchasnyi stan, tendentsii zmin ta shliakhy zberezhennia bioriznomanittia flory Pravoberezhnoho stepovoho Prydniprovia* [Modern state, tendencies of changes and ways of conservation of biodiversity of the Right-Bank of Steppe Dnipro]. *Introduktsiia roslyn* [Plant Introduction], N 2, pp. 3—8.
12. *Medvedev, V.A. and Iljenko, A.A.* (2014), *Vybor kriteriev dlia otsenki stiepeni uspeshnosti introduktsii s pozitsii sistemnogo podkhoda i adaptivnoi strategii rastenii* [Selection of criteria for estimating the degree of successful introduction from the perspective of systemic approach and adaptive strategy of plants]. *Introduktsiia roslyn* [Plant Introduction], N 4, pp. 3—11.
13. *Ostapko, V.M. and Zubtsova, T.V.* (2006), *Introduktsiia raritetnykh vidov flory yugo-vostoka Ukrainy* [The introduction of rare species of flora of the south-east of Ukraine]. Sevastopol: Veber, 296 p.
14. *Sikura, Y.Y. and Kapustian, V.V.* (2003), *Introduktsiia roslyn (yii znachennya dlya rozvytku tsyvilizatsii, botanichnoi nauky ta zberezhennya riznomanittia roslynnoho svitu)* [Plant introductions (its importance for civilizations development, botanical science and preservation of variety of world of vegetation)]. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 280 p.
15. *Sobko, V.H. and Haponenko, M.B.* (1996), *Introduktsiia ridkisnykh i znykaiuchykh roslyn flory Ukrainy* [Introduction of rare and endangered plants of flora of Ukraine]. Kyiv: Nauk. dumka, 285 p.
16. *Sobolevskaia, K.A.* (1984), *Ischezaiushchiie rasteniia Sibiri v introduktsii* [Endangered plants of Siberia in the introduction]. Novosibirsk: Nauka, 221 p.

17. Trulevich, N.V. (1991), Ekologo-fitotsenoticheskiie osnovy introduksii rastenii [Ecological and phytocenotic bases of introduction of plants]. Moscow: Nauka, 200 p.
18. Cherevchenko, T.M. and Rakhmetov, D.B. (2002), Rol botanichnykh sadiv ta dendroparkiv Ukrainy u zbezrehenni ta vyvchenni bioriznomanittia Roslyn [The role of botanical gardens and arboretums of Ukraine in the conservation and study of plant biodiversity]. Vidnovlennia porushenykh pryrodnykh ekosystem: materialy pershoi mizhnar. nauk. konf. (m. Donetsk, 24–27 veresnia 2002 r.) [Restoration of disturbed natural ecosystems: materials of the first intern. sciences conf. (Donetsk, September 24–27, 2002)]. Donetsk: Lebid, pp. 420–431.
19. Sholl, H.N. (2015), Okhorona vydiv rodyny *Hyacinthaceae* Batsch. flory Ukrainy v kolektsiiakh Kryvorizkoho botanichnoho sadu [Protection of the species *Hyacinthaceae* Batsch. of Ukrainian flora in collections of Kriviy Rih Botanical Garden]. Aktualni problemy doslidzhennia dovkillia: zb. nauk. prats VI mizhnarod. nauk.-prakt. konf. (m. Sumy, 20–23 travnia 2015 r.) [Actual problems of environmental research: Sciences works VI intern. science and practice conf. (Sumy, Ukraine, May 20–23, 2015)]. Sumy: SumDPU im. A.S. Makarenka, vol. 1, pp. 124–128.
20. Sholl, H.N. (2015), Uspishnist introduksii ridkisnykh i znykaiuchykh vydiv roslyn riznykh typiv arealiv u Kryvorizkyi botanichnyi sad [The success of the introduction of rare and endangered species of plants of different types of habitats in Kriviy Rih Botanical Garden]. Rehionalni aspekty florystychnykh i faunistychnykh doslidzhen: materialy druhoi mizhnarod. nauk.-prakt. konf. (24–25 kvitnia 2015 r., smt Putyla, Chernivetska obl.) [Regional aspects of floristic and faunistic research: materials of the II intern. science and practice conf. (April 24–25, 2015, Putyla, Chernivtsi region)]. Chernivtsi: Druk-Art, pp. 478–481.
21. Sholl, H.N. and Kucherevskiy, V.V. (2004), Otsinka uspishnosti introduksii i kultyvuvannia ridkisnykh i znykaiuchykh roslyn u Kryvorizkomu botanichnomu sadu [Estimation of introductional success of rare and endangered plants in Kriviy Rih Botanical Garden]. Biologicheskii vestnyk [Biological Heard], vol. 8, N 2, pp. 55–58.
22. Sholl, H.N. and Kucherevskiy, V.V. (2014), Okhorona vydiv rodyny *Fabaceae* Lindl. flory Ukrayiny u kolektsiyakh Kryvorizkoho botanichnoho sadu [Protection of species of *Fabaceae* Lindl. family of ukrainian flora in the collections of the Kryvyi Rih Botanical Garden]. Florolohiia ta fitosozolohiia [Phlorology and phytosozology]. Kyiv: Fiton, vol. 3–4, pp. 282–287.
23. Mosyakin, S.L. and Fedoronchuk, M.M. (1999), Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kyiv, xxiv + 346 pp.

Recommended by V.I. Melnyk  
Received 01.02.2018

Г.Н. Шоль

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

#### ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В КРИВОРОЖСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН УКРАИНЫ

**Цель** — оценить результаты успешности интродукции и определить перспективы сохранения в культуре в условиях Правобережного степного Приднепровья редких и исчезающих видов растений.

**Материал и методы.** Объектами исследований были 239 растений из коллекции «Редкие и исчезающие виды растений» Криворожского ботанического сада НАН Украины. При оценке успешности интродукции учитывали приживаемость растений при переносе в культуру, габитус и размеры растений в культуре, интенсивность плодоношения, семенную продуктивность, характер и интенсивность самовозобновления, динамику численности, прохождение фаз индивидуального развития, устойчивость к болезням и вредителям, продолжительность жизни в коллекции.

**Результаты.** Усовершенствована шкала оценки интродукционной устойчивости редких и исчезающих видов растений. Шкала содержит 8 критериев, каждый из которых оценивают 1–3 баллами. В зависимости от интродукционной устойчивости выделены четыре группы видов: высокоустойчивые (131 вид, или 54,8 %), среднеустойчивые (55 видов, или 23,0 %), слабоустойчивые (43 вида, или 18,0 %) и неустойчивые (10 видов, или 4,2 %).

**Выводы.** Большинство редких и исчезающих видов коллекции (186 (77,8 %)) имеют высокую и среднюю интродукционную устойчивость, поэтому их интродукция с целью охраны и сохранения в культуре в ботанических садах в условиях Правобережного степного Приднепровья является перспективной. Для видов с низкой интродукционной устойчивостью при переносе в культуру следует создавать приближенные к естественным условия произрастания.

**Ключевые слова:** успешность интродукции, редкие и исчезающие виды, Правобережное степное Приднепровье.

*H.N. Sholl*

Kyryvi Rih Botanical Garden,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Kyryvi Rih

ASSESSMENT OF THE SUCCESS  
OF THE INTRODUCTION OF RARE  
AND ENDANGERED PLANT SPECIES  
INTO THE KRYVYI RIH BOTANICAL  
GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE

**Objective** — to evaluate the results of the introduction success and to determine perspectives of conservation of rare and endangered plant species in the culture in conditions of the Right-Bank of Steppe Dnieper region.

**Material and methods.** Object of studies were 239 plants from the collection “Rare and Endangered Species of Plants” of Kyryvi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine. Assessing the introduction success, plant survival was considered when transferred to culture; habit and the size of plants in culture, intensity of fruiting, seed productivity, nature and intensity of self-renewal, population dynamics,

passing of individual development phases, resistance to diseases and pests, life expectancy in the collection.

**Results.** The scale for assessing of introduction resistance of rare and endangered plant species has been improved. The scale includes 8 criteria, each of which in turn is estimated by 1—3 points. According to introductory resistance, four groups of species are identified: highly resistant (131 species, or 54.8 %), medium-stable (55 species, or 23.0 %), weakly resistant (43 species, or 18.0 %) and unstable (10 species, or 4.2 %).

**Conclusions.** The overwhelming majority of rare and endangered species of the collection (186 (77.8 %)) have high and medium introductory resistance, so their introduction for the purpose of protection and conservation in culture in botanical gardens in the conditions of the Right-Bank of Steppe Dnieper region is promising. For species, which exhibit low introductory resistance, when they are transferred into culture, appropriate growth conditions, that are close to natural ones, should be created.

**Key words:** introduction success, rare and endangered species, Right-Bank of Steppe Dnieper region.

UDC 582.688: 581.44

N.V. SKRYPCHENKO<sup>1</sup>, N.V. NUZHINA<sup>2</sup>, O.I. DZYUBA<sup>1</sup>, G.V. SLYUSAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine  
Ukraine, 01014, Kyiv, Timiriazevskaya str., 1

<sup>2</sup> Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, Kyiv, Volodymirska str., 60

## ANATOMIC STRUCTURE OF ONE-YEAR-OLD SHOOTS OF *ACTINIDIA* SPECIES

**Objective** — to study the anatomical and morphological structure of one-year-old shoots of the genus *Actinidia* L. species, which are introduced in Forest-Steppe of Ukraine.

**Material and methods.** The subject of the study were representatives of the genus *Actinidia*, growing in the collection of the acclimatization department of fruit plants of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. The studies were carried out in 2016-2017 with the using of generally accepted methods. Anatomical and morphological features of one-year-old shoots of the genus *Actinidia* species, which are introduced in the conditions of Forest-Steppe of Ukraine, were studied.

**Results.** In *A. kolomikta* the thick layer of periderm with flattened, suberin-saturated cells is characteristic, which indicate the better protection from abrupt temperature fluctuations, and thus the better resistance to frost and drought. The female plants had significantly thicker periderm than the male ones. *A. arguta* has the thickest periderm, which, however, contains a lot of air. An indirect indicator of the increased resistance to frost of these taxa is also the most intense starch accumulation in the perimedullar zone, especially in the female plant shoots. According to the structure of the integumentary tissue, the least resistant to the low temperatures has *A. macrosperma*.

**Conclusions.** The investigation shows that introduced the genus *Actinidia* species have some features of shoots anatomy, which may be used for prediction of the success of introduction. It was shown, that the high adaptive potential of *A. kolomikta* is characterized by much flattened suberinized cells, and so this species has the better resistance to frost and drought. The significantly thicker layer of periderm in the shoots of the *A. kolomikta* female plants compared to male ones is detected. Representatives of *A. arguta* (*A. arguta*, sorts *Kyivska krupnoplidna* and *Don Huan*) have the thickest layer of periderm filled with air. Their high frost resistance is supported by the most intensive accumulation of starch in the perimedullar zone (especially in the shoots of female plants). The least resistant to the low temperatures, according to anatomy, has *A. macrosperma*. The data obtained add to the knowledge of the anatomy of the stems of different *actinidia* species and may be used in the selection of cultivars with increased persistence.

**Key words:** *Actinidia* L., species, anatomical and morphological structure, shoots, male and female plant, persistence, spare substances.

The augmentation of species composition of fruit-bearing plants with valuable nutritional and medicinal properties is of great strategic significance for sustainable development. Such plants include species of blueberry, cranberry, sea buckthorn, actinidia and magnolia vine, with high content of biologically active compounds in fruit and vegetative organs. A special place belongs to plants of the genus *Actinidia* Lindl. (*Actinidiaceae* Hutch.).

The genus *Actinidia* contains about 76 species, found in tropical, subtropical and temperate areas of East Asia (China, Japan, the Korean Peninsula and Russian Far East). According to the floristic

regionalization, the genus is found in the Eastern Asiatic region of the Holarctic kingdom, with the center of development in South-Western China [4, 8, 9, 10]. The most widespread species of actinidia in the world is *A. deliciosa* (A.Chev.) C.F. Liang ex A.R. Ferg., known as kiwi, one of the most important industrial fruit cultures in the world. Due to low frost resistance, the plants of this species may grow only in tropical or subtropical climate.

Lately, considerable attention of scientists and practitioners of many countries of the world (the USA, Poland, Italy, France, Belgium, New Zealand) attracts other more winter-resistant species of actinidia, in particular *A. arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq. The first industrial plantations

© N.V. SKRYPCHENKO, N.V. NUZHINA,  
O.I. DZYUBA, G.V. SLYUSAR, 2018

of this crop are founded there, selection work with this plants is continuing, the cultivation and storage technologies of actinidia fruits are developing. Significant contribution to the introduction of certain *Actinidia* species in culture has been made in Ukraine, particularly, in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (NBG), where introductory studies of actinidia are carried out more than 60 years. Today, the collection of *Actinidia* of the NBG is one of the richest in Ukraine. It is represented by six species, namely *A. kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *A. arguta* (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq., *A. purpurea* Rehd., *A. polygama* Siebold et Zucc., *A. chinensis* Planch., *A. macrosperma* C.F.Liang. As a result of the breeding work in the NBG, 19 high-yielding cultivars are produced that are promising for widespread introduction to the horticulture [12].

The success of the introduction depends greatly on the genetically determined properties of plants that determine the level of their endurance to the environment. At the same time, when plants are transferred to new conditions, the adaptive potential of species is realized through some physiological-biochemical and anatomical and morphological alterations. Therefore, the study of the anatomical structure of individual organs of plants is extremely important for assessing the impact of environmental factors and identifying the adaptation of plants to the natural environment. The anatomical and histochemical studies of plants to determine their level of resistance to the new climatic conditions are known, which indicate that the frost resistance of woody plants depends on their anatomical, morphological and physiological characteristics, in particular on the intensity of accumulation of spare substances (sugars, starches) and from the age of plants [2, 5, 7]. Known works are devoted to the investigation of anatomical structure of vegetative organs of lianes from the *Actinidiaceae* family [1, 3, 10, 11].

The value of anatomical features of one-year-old shoots as an integrated system of tissues for diagnostic is given in some works on woody plant anatomy [7]. One of the way of prediction of the efficiency of acclimatization is the investigation of the plant anatomical structure.

Objective — to study the anatomical and morphological structure of the one-year-old shoots of introduced species (*A. arguta*, *A. kolomikta*, *A. polygama* and *A. macrosperma*) regarding their frost and drought resistance.

The internal structure of vegetative organs of woody plants is of great interest not only from the practical point of view, but in the light of theoretical questions of plant physiology and some problems of systematic and phylogeny.

### Material and methods

Objects of the study were four species of the genera *Actinidia*: *A. kolomikta*, *A. arguta*, *A. polygama*, *A. macrosperma* and two sorts selected in NBG — Kyivska krupnoplidna (female plants, F) and Don Huan (male plants, M).

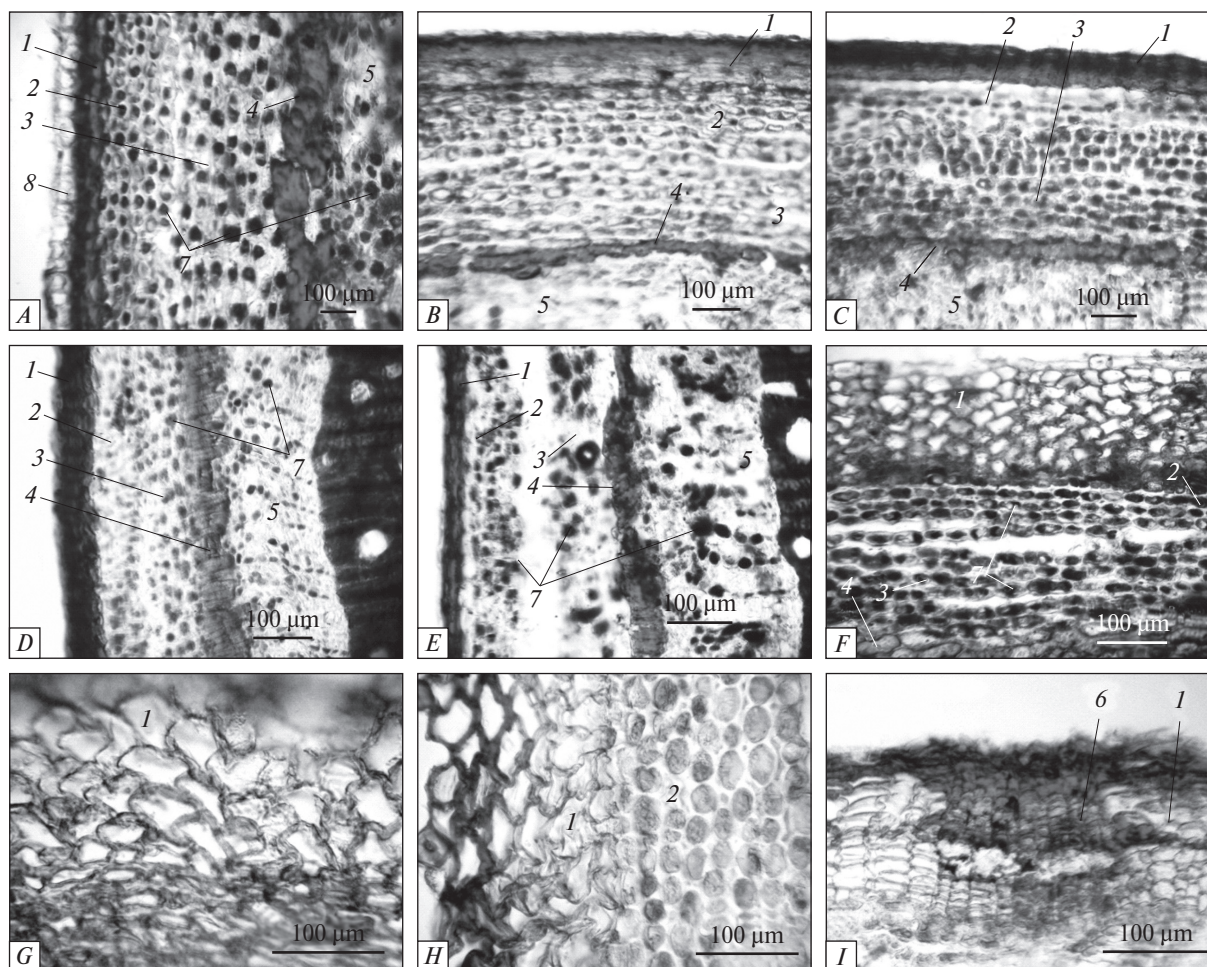
For anatomical research the samples were taken in early March and in late April. We used the middle part of one-year-old shoots of female and male specimens.

The samples were fixed in FAA and sectioned into 10–15 µm thick slabs using freezing microtome, then stained by phloroglucin and I2–KI solution to detect lignified structures and starch, respectively [6]. The measurements were done using Image J program and XSP-146TR microscope.

The data were statistically processed using Statistica 8. The significance of results was determined using Student's t-criterion. The pictures were taken with digital camera Canon Power Shot A630.

### Results and discussion

The vascular system of actinidia stem belongs to the transient woody type in plant evolution [2, 7]. Stems of studied species have similar structure. The primary covering of the stem, the epidermis is unicellular, covered with a thin cuticle and lacking chloroplasts. Under the epidermis is the periderm, made up by thin-walled cells stacked into dense layers. Beneath the periderm is the medullar collenchyma and the small cells of cortex parenchyma, filled with chloroplasts. The cortex parenchyma and phloem are separated by bast fibers, with cells distinguished by thickened walls. A well-de-



**Fig. 1.** Cross section of one-year-old shoots: *A* – *A. macrosperma* (F); *B* – *A. kolomikta* (F); *C* – *A. kolomikta* (M); *D* – *A. polygama* (F); *E* – *A. polygama* (M); *F* – Kyivska krupnoplidna (F); *G* – Don Huan (M); *H* – *A. arguta* (F); *I* – *A. arguta* (M): 1 – periderm; 2 – collenchyma; 3 – parenchyma; 4 – bast fibers; 5 – phloem; 6 – lenticels; 7 – starch; 8 – residual epidermis

veloped primary phloem is represented by a ring of woody bast fibers, the middle consists of large rounded or polygonal parenchyma cells, which on the periphery make up the perimedullar zone (Fig. 1). With age, medullar cells die off, and the shoot is hollowed out. Despite significant similarity of the internal structure of one-year-old shoots of studied species we saw some differences in each of them and in specimens of different sex.

At the beginning of vegetation, the species main difference is the degree of periderm development. The stem of *A. macrosperma* is covered by an almost whole one-layer epidermis, beneath which the periderm has only 1-2 suberized layers (Fig. 1, *A*).

The periderms of *A. polygama* and *A. kolomikta* consist respectively of 6–7 and 7–8 layers of strongly flattened, suberin-filled cells (Fig. 1, *B–E*). Female specimens of these species have somewhat thicker periderm. Thus, a shoot of ‘Kyivska krupnoplidna’ has 5–7 layers of deformed, air-filled cells with tortuous suberin-filled radial walls. In contrast, only the few upper layers of periderm are suberized in male specimens (‘Don Huan’) (Fig. 1, *F, G*). The shoot of female specimens of *A. arguta* has a similar structure of periderm with several outer layers (5–6) suberized and starting to lignify. In this species, the cork of males is somewhat thicker than that of females, there are

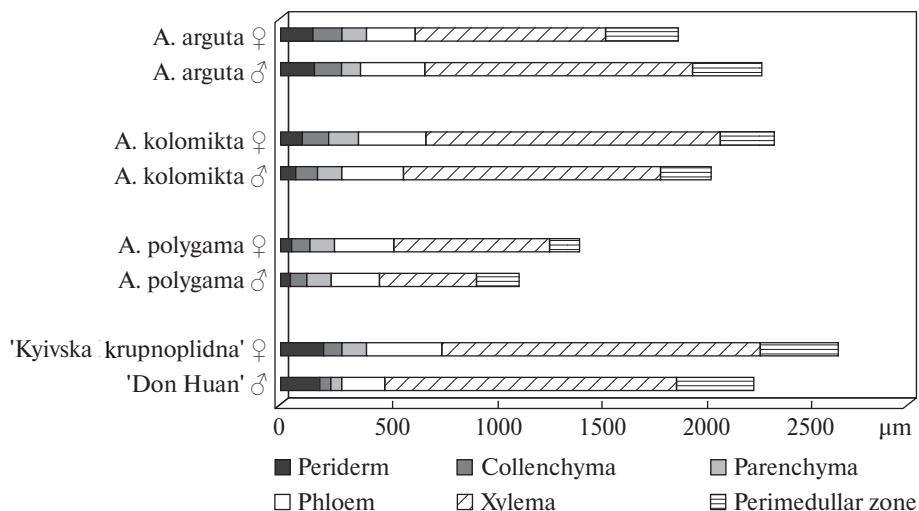


Fig. 2. Histogram of anatomical parameters of one-year-old shoots: of *Actinidia* species and sorts

up to twelve layers (Fig. 1, *H, I*). In all studied species, one-year-old shoots had a lot of lenticels.

Beneath periderm is lamellar collenchyma. It has the most layers in the shoots of *A. arguta* and in the studied sorts (7–8 in female plants, 5 in male plants), the least in *A. polygama*, 4–5 layers in both male and female specimens. There is no sharp difference between collenchyma and parenchyma. In all studied species, there are 5–6 layers of parenchyma cells with thickened walls and well-developed intercellular spaces. Notably, in early March, collenchyma and parenchyma in the male and female plants of *A. arguta* and ‘Don Huan’ have no starch reserves. In ‘Kyivska krupnoplidna’

and the female *A. macrosperma* however there are a lot of starch grains in these tissues. As for *A. polygama*, there is a lot of starch inclusions in collenchyma and parenchyma of both male and female plants.

Also, in March a lot of starch inclusions are seen in the phloem of *A. polygama*, ‘Kyivska krupnoplidna’ and *A. macrosperma*. In other species, no starch was found in phloem. In the medullar rays of all species except *A. kolomikta* there were starch grains. The perimedullar zone (including elements of the primary xylem) of female plants of all studied species except *A. kolomikta* had large reserves of starch. Meanwhile, in male plants the

Table. Morphometrical parameters (µm) of one-year-old shoots of the genus *Actinidia* species and sorts

Species / sort	Periderm	Collenchyma	Parenchyma	Phloem	Xylem	PMZ
<i>A. arguta</i> (F)	159 ± 17	139 ± 9	112 ± 12	235 ± 69	916 ± 37	330 ± 46
<i>A. arguta</i> (M)	169 ± 8	118 ± 7 *	101 ± 22	295 ± 28 *	1276 ± 30 *	328 ± 18
<i>A. kolomikta</i> (F)	109 ± 25	120 ± 20	139 ± 27	333 ± 13	1394 ± 45	249 ± 41
<i>A. kolomikta</i> (M)	71 ± 22 *	107 ± 9	107 ± 23 *	305 ± 88	1230 ± 73 *	227 ± 16
<i>A. polygama</i> (F)	57 ± 9	93 ± 13	115 ± 23	282 ± 12	735 ± 116	134 ± 65
<i>A. polygama</i> (M)	49 ± 15	93 ± 8	101 ± 24	232 ± 16 *	467 ± 69 *	194 ± 90
Kyivska krupnoplidna (F)	202 ± 13	104 ± 8	112 ± 12	353 ± 17	1509 ± 44	377 ± 25
Don Huan (M)	186 ± 20	60 ± 13 *	41 ± 9 *	213 ± 43 *	1378 ± 96 *	372 ± 17
<i>A. macrosperma</i> (F)	74 ± 9	96 ± 7	139 ± 14	238 ± 23	913 ± 59	235 ± 56

Note: PMZ is perimedullar zone; \* — statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences compared to female plants.



starch was absent in this region only in 'Don Huan'. Interestingly, the perimedullar zone is thickest in *A. arguta* and 'Kyivska krupnoplidna', which combined with the presence of starch indicates larger starch reserves (Fig. 2). The medullar parenchyma has no starch inclusions. The maximal amounts of medullar parenchyma were seen in the stem of *A. polygama*.

As can be seen from Table, the male plants of all species except *A. arguta* either have significantly thinner periderm, collenchyma, parenchyma, phloem, xylem and perimedullar space (except *A. polygama*) or a tendency to decrease compared to female ones.

As it was in phloem and perimedullar zone where starch was found most intensively, the thickness of these zones can be one of the criteria to differentiate males and females. Male plants of *A. arguta* have better developed phloem and xylem compared to females. Sizes of perimedullar zone do not statistically significantly differ between male and female plants.

Thus, according to the structure of outer layers, the most similar were females of *A. arguta*, 'Kyivska krupnoplidna' and 'Don Huan'. Significantly thicker periderm was found in female plants of *A. kolomikta* compared to male plants indicating better frost resistance of the former. Also in *A. kolomikta* the thick periderm layer consisting of much flattened suberized cells indicates the better defense against abrupt temperature fluctuations and less water losses, and so better frost and drought resistance. In *A. arguta* and sorts Kyivska krupnoplidna and Don Huan, the thickest periderm is found (Table), however, it is filled with air. The least resistant to the action of low temperatures, by tissue structure, was *A. macrosperma*. An indirect indicator of better frost resistance of above taxa is the large deposits of starch in the perimedullar zone, especially seen in shoots of female plants.

### Conclusions

Introduced the genus *Actinidia* species have some features of anatomy of shoots that may be used for prediction of the success of introduction. It was shown, that the high adaptive potential of *A. kolo-*

*mikta* is connected with flattened suberized cells, which provide the better protection of plants from frost and drought. The significantly thicker layer of periderm in the shoots of the *A. kolomikta* female plants compared to male ones is detected.

Representatives of *A. arguta* (*A. arguta*, sorts Kyivska krupnoplidna and Don Huan) have the thickest layer of periderm filled with air. Their high frost resistance is supported by the most intensive accumulation of starch in the perimedullar zone (especially in shoots of female plants). The least resistant to low temperatures, according to anatomy, has *A. macrosperma*.

### LITERATURA

1. Эзау К. Анатомия семенных растений / К. Эзау. — М.: Мир, 1980. — Кн. 2. — 555 с.
2. Ерёмин В.М. Сравнительная анатомия стебля лиан Сахалина и Курил / В.М. Ерёмин, О.Ж. Цырендоржиева. — Южно-Сахалинск, 2007. — 173 с.
3. Ерёмин В.М. Атлас анатомии коры деревьев, кустарников и лиан Сахалина и Курильских островов / В.М. Ерёмин, А.В. Копанина. — Брест: ИМГиГ ДВО РАН, 2012. — 896 с.
4. Культурная флора России: Актинидия. Лимонник / Э.И. Колбасина, Л.В. Соловьёва, Н.Н. Тульнова [и др.]. — М.: Россельхозакадемия, 2008. — 328 с.
5. Палагеча Р.М. Анатомо-морфологічні особливості стійкості різних видів *Magnolia* L. при інтродукції у Лісостепу та Поліссі України / Р.М. Палагеча // Modern Phytomorphologia. — 2012. — Vol. 2. — P. 209—212.
6. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. — М.: Агропромиздат, 1988. — 271 с.
7. Раскатов П.Б. Экологическая анатомия вегетативных органов деревьев и кустарников / П.Б. Раскатов. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. — 179 с.
8. Ferguson A.R. Genetic resources of kiwifruit: domestication and breeding / A.R. Ferguson, H. Huang // Plant and Food Research. — 2007. — Vol. 3. — P. 1—121.
9. Huang H. Kiwifruit: The genus *Actinidia* / H. Huang. — Beijing: Sciences Press, 2016. — 334 p.
10. Liang C.F. The botanical nomenclature of kiwifruit and related taxa / C.F. Liang, A.R. Ferguson // N.Z.J. Bot. — 1986. — Vol. 24. — P. 183—184.
11. Piccotino P.V. Morphological and anatomical modifications induced by in vitro propagation of kiwifruit plants / P.V. Piccotino, R. Massai, B. Dichio // Acta Hort. — 1997. — Vol. 444. — P. 127—132.
12. Skrypchenko N.V. The genesis and current state of *Actinidia* collection in M.M. Grishko National Botanical

- Garden in Ukraine Garden in Ukraine / N.V. Skrypchenko, P. Latoha // Polish Journal of Natural Sciences. — 2017. — Vol. 32(3). — P. 513—525.
13. Wang Zhong-Yan. Comparative root anatomy of five *Actinidia* species in relation to rootstock effects on kiwifruit flowering / Zhong-Yan Wang, K.S. Gould, K.J. Patterson // Annals of Botany. — 1994. — Vol. 73, N 4. — P. 403—413.
- Recommended by A.I. Zhyla  
Received 03.01.2018
- REFERENCES
1. Ezau, K. (1980), Anatomiya semennykh rasteniy. Kniga 2 [Anatomy of seed plants. Book 2.]. Moscow: Mir, 555 p.
  2. Eryomin, V.M. and Tsyrendorzhieva, O.Zh. (2007), Sravnitel'naya anatomiya steblya lian Sahalina i Kuril [Comparative anatomy of liane shoots of Sakhalin and Kuril]. Yuzhno-Sahalinsk, 173 p.
  3. Eryomin, V.M. and Kopanina, A.V. (2012), Atlas anatomii koryi derevev, kustarnikov i lian Sahalina i Kuril'skikh ostrovov [Atlas of Anatomy of the Bark of Trees, Shrubs and Lianes of Sakhalin and the Kuril Islands]. Brest: IMGiG DVO RAN, 896 p.
  4. Kolbasina, E.I., Solovyova, L.V., Tulnova, N.N. and Kozak, N.V. (2008), Kulturnaya flora Rossii. Aktinidia. Limonnik [Cultural Flora of Russia. Actinidia. Chines magnolia vine]. Moscow: Rossel'hoz'akademiya, 328 p.
  5. Palagecha, R.M. (2012), Anatomio-morfologichni osoblivosti stijkosti riznyh vydiv *Magnolia* L. pry introduktsiyi v Lisostepu ta Polissi Ukrayiny [Anatomio-morphological features of the stability of various species of *Magnolia* L. at introduction in Forest-Steppe and Polissya of Ukraine]. Modern Phytomorphologia, vol. 2, pp. 209—212.
  6. Pausheva, Z.P. (1988), Praktikum po tsitologii rasteniy [Workshop on plant cytology]. Moscow: Agropromizdat, 271p.
  7. Raskatov, P.B. (1979), Ekologicheskaya anatomiya vegetativnykh organov derevev i kustarnikov [Ecological anatomy of vegetative organs of trees and shrubs]. Voronezh: izd-vo VGU, 179 p.
  8. Ferguson, A.R. and Huang, H. (2007), Genetic resources of Kiwifruit: domestication and breeding. Plant and Food Research. vol. 3. pp. 1—121.
  9. Huang, H. (2016), Kiwifruit: The genus *Actinidia*. Beijing: Sciencs Press, 334 p.
  10. Liang, C.F. and Ferguson, A.R. (1986), The botanical nomenclature of kiwifruit and related taxa. N. Z. J. Bot., vol. 24, pp. 183—184.
  11. Piccotino, P.V., Massai, R. and Dichio, B. (1997), Morphological and anatomical modifications induced by in vitro propagation of kiwifruit plants. Acta Hort., vol. 444, pp.127—132.
  12. Skrypchenko, N.V. and Latoha, P. (2017), The genesis and current state of *Actinidia* collection in M.M. Grishko National Botanical Garden in Ukraine Garden in Ukraine. Polish Journal of Natural Sciences, vol. 32, N 3, pp. 513—525.
  13. Wang, Zhong-Yan, Gould, K.S. and Patterson, K.J. (1994), Comparative root anatomy of five *Actinidia* species in relation to rootstock effects on kiwifruit flowering. Annals of Botany, vol. 73, N 4, pp. 403—413.
- Recommended by A.I. Zhyla  
Received 03.01.2018
- Н.В. Скрипченко<sup>1</sup>, Н.В. Нужина<sup>2</sup>,  
О.І. Дзюба<sup>1</sup>, Г.В. Слюсар<sup>1</sup>
- <sup>1</sup> Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Україна, м. Київ  
<sup>2</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна, м. Київ
- АНАТОМІЧНА СТРУКТУРА ОДНОРІЧНИХ ПАГОНІВ ВИДІВ АКТИНІДІЇ
- Мета** — вивчити анатомо-морфологічну структуру однорічних пагонів видів роду *Actinidia* L., інтродукованих у Лісостепу України.
- Матеріал та методи.** Предметом дослідження були представники роду *Actinidia* L., які зростають у колекції відділу акліматизації плодів рослин Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Дослідження проведено в 2016—2017 рр. з використанням загальноприйнятих методів. Вивчено анатомо-морфологічні особливості однорічних пагонів видів роду *Actinidia*, інтродукованих у Лісостепу України.
- Результати.** Для *A. kolomikta* характерний товстий шар перидерми із дуже сплюснених, насичених суберином клітин, що свідчить про кращий захист рослин від різких коливань температури, і, відповідно, про кращу морозо- та посухостійкість. Виявлено, що перидерма пагонів жіночих особин *A. kolomikta* порівняно з чоловічими була товщою. У представників *A. arguta* найтовща перидерма, яка насичена повітрям. Про кращу морозостійкість зазначених таксонів опосередковано може свідчити найбільш інтенсивне накопичення крохмалю у перимедулярній зоні, особливо в пагонах жіночих рослин. Найменш стійкою до дії низьких температур за будовою покривної тканини виявилася *A. macrosperma*.
- Висновки.** Встановлено, що інтродуковані види актинідії мають особливості анатомічної структури пагонів, які можуть бути використані для прогнозування успішності інтродукції. Показано, що анатомічна будова однорічних пагонів *A. kolomikta* вирізняється дуже сплюснутими суберинізованими клітинами, що забезпечує високу стійкість рослин до несприятливих чинників довкілля, зокрема до низьких температур і посухи. Виявлено значно товщу перидерму у пагонах жіночих рослин *A. kolomikta* порівняно з чоловічими, що корелює з їх високою морозостійкістю. Однорічні

пагони представників *A. arguta* (*A. arguta*, сорти Київська крупноплідна та Дон Жуан) мають найтовщий шар перидерми, наповнений повітрям. Їх висока морозостійкість пов'язана з найбільш інтенсивним накопиченням крохмалю в перимедулярній зоні (особливо в пагонах жіночих рослин). Найменш стійким до низьких температур є *A. macrosperma*. Отримані дані розширюють уявлення про особливості анатомічної будови пагонів видів актинідії і можуть бути використані в селекції для створення сортів з підвищеною стійкістю.

**Ключові слова:** *Actinidia* L., вид, анатомо-морфологічна будова, пагони, чоловічі та жіночі рослини, стійкість, запасні речовини.

Н.В. Скрипченко<sup>1</sup>, Н.В. Нужина<sup>2</sup>,  
О.И. Дзюба<sup>1</sup>, Г.В. Слюсар<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный ботанический сад  
имени Н.Н. Гришко НАН Украины,  
Украина, г. Киев

<sup>2</sup> Киевский национальный университет  
имени Тараса Шевченко, Украина, г. Киев

#### АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ ВИДОВ АКТИНИДИИ

**Цель** — изучить анатомо-морфологическую структуру однолетних побегов видов рода *Actinidia* L., интродуцированных в Лесостепи Украины.

**Материалы и методы.** Предметом исследования были представители рода *Actinidia* L., произрастающие в коллекции отдела акклиматизации плодовых растений Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины. Исследования проведены в 2016—2017 гг. с использованием общепринятых методов. Изучены анатомо-морфологические характеристики однолетних побегов видов рода *Actinidia*, интродуцированных в Лесостепи Украины.

**Результаты.** Для *A. kolomikta* характерен толстый слой перидермы с сильно сплюснутыми насыщенными суберином клетками, что указывает на лучшую

защиту растений от резких колебаний температуры, и, соответственно, на лучшую морозо- и засухоустойчивость. Выявлено, что перидерма побегов женских особей *A. kolomikta* по сравнению с мужскими была более толстой. У представителей *A. arguta* самая толстая перидерма, которая содержит много воздуха. Про лучшую морозостойкость упомянутых таксонов косвенно может свидетельствовать наиболее интенсивное накопление крахмала в перимедулярной зоне, особенно в побегах женских растений. Наименее устойчивой к действию низких температур по строению покровной ткани оказалась *A. macrosperma*.

**Выводы.** Установлено, что интродуцированные виды актинидии имеют особенности анатомического строения побегов, которые могут быть использованы для прогнозирования успешности интродукции. Показано, что анатомическое строение однолетних побегов *A. kolomikta* характеризуется сильно сплюснутыми суберинизированными клетками, что обеспечивает высокую стойкость растений к неблагоприятным условиям окружающей среды, в частности, к низким температурам и засухе. Обнаружена значительно более толстая перидерма в побегах женских особей *A. kolomikta* по сравнению с мужскими, что указывает на их более высокую устойчивость к морозу. Однолетние побеги представителей *A. arguta* (*A. arguta*, сорта Киевская крупноплодная и Дон Жуан) имеют самый толстый слой перидермы, наполненный воздухом. Их высокая морозостойкость связана с наиболее интенсивным накоплением крахмала в перимедулярной зоне побега (особенно в побегах женских растений). Наименее устойчивым к низким температурам является *A. macrosperma*. Полученные данные расширяют представления об особенностях анатомического строения побега видов актинидии и могут быть использованы в селекции для создания сортов с повышенной устойчивостью.

**Ключевые слова:** *Actinidia* L., вид, анатомо-морфологическое строение, побеги, мужские и женские растения, устойчивость, запасные вещества.

## ПАЛІНОМОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ РОСЛИН СОРТІВ *IRIS HYBRIDA HORT.* (RODION.)

**Мета** — провести паліноморфологічне вивчення сортів *Iris hybrida hort.* (Rodion.) садової групи Стандартні Карликові (SDB) для оптимізації та коригування селекційної роботи з ними.

**Матеріал та методи.** У роботі використано описовий, морфометричний, паліноморфологічний та статистичний методи. Матеріалом для дослідження був пилок 22 сортів SDB-ірисів вітчизняної та зарубіжної селекції.

**Результати.** Узагальнено дані щодо місця SDB-ірисів у сучасній садовій класифікації ірисів та історії створення сортів цієї садової групи. Проаналізовано доробок зарубіжних і вітчизняних селекціонерів цієї культури. За результатами паліноморфологічного аналізу встановлено, що за морфологічною будовою пилкові зерна досліджених сортів SDB-ірисів є типовими для підроду *Iris*. Виявлено 3 типорозміри пилкових зерен — великі, дуже великі і гігантські. Отримані результати свідчать про нестабільність геному SDB-ірисів на рівні мікроспорогенезу.

**Висновок.** Виділено групу сортів, які за розміром пилкових зерен можна вважати «типовими SDB» та використувувати як еталон для сортовивчення садових ірисів цієї групи, що дає змогу оптимізувати селекційну роботу з ними та прискорити виявлення перспективних сіянців.

**Ключові слова:** SDB-іриса, паліноморфологічний аналіз, пилкові зерна, сорт, геном.

Нині у багатьох країнах активно проводиться селекційна робота з квітничково-декоративними рослинами. Підрахувати існуючий їх асортимент неможливо, адже відбувається постійне його оновлення відповідно до квітничкової моди, естетичних та комерційних потреб.

Однією з найпопулярніших квітничково-декоративних культур є іриса. За літературними даними, кількість їх зареєстрованих сортів<sup>1</sup> налічує близько 80 тис. [7]. На нашу думку, їх чисельність вже перевищила 100 тис., оскільки після активного використання поліплоїдії у селекції ірисів у 1980—1990-х кількість сортів почала стрімко зростати. Щорічно у світі реєструють понад тисячі сортів цієї культури.

Борідкові іриса — найпопулярніші серед садових груп ірису. На їх частку припадає біль-

шість сортів, а в межах борідкових ірисів — найбільше сортів належить до Високих Борідкових (Tall Bearded (TB)). Другою за популярністю групою є Стандартні Карликові Борідкові іриса (Standard Dwarf Bearded (SDB-іриса)). Ця група є наймолодшою серед садових форм ірисів. Вона виникла наприкінці 1940-х років від сортів, отриманих унаслідок схрещувань між дикорослими формами *I. pumila* L. та сортами Борідкових ірисів.

Нині відбувається активна селекція SDB-ірисів. З'являються нові форми та поєднання забарвлень квіток, збільшується гофрованість країв пелюсток тощо. Починаючи із 1999 р., вітчизняними селекціонерами (здебільшого аматорами) офіційно зареєстровано понад 220 сортів Борідкових ірисів [19]. Оптимізація селекційних програм та коригування їх залежно від існуючих потреб є актуальним завданням. Недостатньо розроблені практичні прийоми селекції SDB-ірисів.

Одним з найважливіших теоретичних питань відомий американський селекціонер P. Black

<sup>1</sup> Статус офіційного міжнародного реєстратора сортів ірисів у 1955 р. на XIV садівничому конгресі було надано Американському ірисовому товариству (American Iris Society (AIS)) [19].

вважає непередбачуване розщеплення у гібридних нащадків за розмірами рослин та забарвленням частин оцвітчини [13]. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є паліноморфологічне вивчення рослин сортів SDB-ірисів, яке дає змогу виділити ознаки для визначення походження певного сорту і скоригувати селекційні програми, пов'язані з цим сортом.

Мета роботи — провести паліноморфологічне вивчення сортів SDB-ірисів для оптимізації та коригування селекційної роботи з ними.

Завдання, які вирішували для досягнення поставленої мети:

- вивчити асортимент SDB-ірисів вітчизняної та зарубіжної селекції;
- дослідити морфологічну будову пилкових зерен та провести паліноморфологічне дослідження групи сортів, різних за походженням, типом забарвлення та висотою квітконоса;
- за допомогою методів математичної статистики виділити сорти зі схожими морфотипами пилкових зерен.

### Матеріал та методи

У роботі використано описовий, морфометричний, паліноморфологічний, статистичний методи.

Матеріалом для досліджень були:

- зразки пилку 22 офіційно зареєстрованих сортів SDB-ірисів вітчизняної та зарубіжної селекції, відібрані у 2016 р. на науково-дослідній земельній ділянці Миколаївського обласного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді;
- фондові матеріали AIS щодо реєстрації сортів ірисів (використовували для ідентифікації сортів колекції за офіційними сортоописами і кольоровими фотографіями та отримання даних щодо висоти квітконоса) [19].

Усі зразки відбирали із квіток на початку розкриття, що зводило до мінімуму потрапляння пилку інших сортів. Оскільки видам роду *Iris* притаманна протерандрія [1, 20], пилок на момент розкриття квітки є зрілим, здатним для запилення. Відразу після збиран-

ня пиляки підсушували при розсіяному освітленні та поміщали у пергаменті конверти.

Відбір сортів для аналізу ґрунтувався на припущенні, що група SDB-сортів є збірною. До неї залучено сорти за єдиною ознакою — висота квітконоса має бути більшою ніж 20 см та меншою ніж 40 см. Серед відібраних сортів були такі:

- отримані від схрещування Кука—Дугласа;
- отримані в результаті одно- і багатоступневих схрещувань SDB-сортів між собою;
- сорти, походження яких частково або повністю невідоме;
- сорти, в родоводі котрих є предки, які не належать ні до SDB, ні до Високих Борідкових сортів (Середні Борідкові (Intermedia Bearded (IB)), клони та сорти *I. pumila*).

Приготування препаратів пилкових зерен здійснювали за методикою З.П. Паушевої [9].

Мікроскопію пилку проводили за допомогою мікроскопа XS-2610, оснащеного цифровою фотокамерою, при збільшенні 125. Цифрові мікрофотографії отримували за допомогою програми “Microscular”. В аналогічних умовах робили серію цифрових мікрофотографій об'єкт-мікрометра для калібрування.

Вимірювання розмірів пилкових зерен проводили за допомогою інструмента “Лінійка” з програмного пакета “Adobe Photoshop”. Отримані розміри у пікселях переводили у мікрометри за допомогою коефіцієнта, отриманого під час вимірювання мікрофотографії об'єкт-мікрометра. Похибка вимірювань лінійки становила  $\pm 0,56$  мкм. Коефіцієнт перерахунку з пікселів у мікрометри — 1,901. Загальна кількість вимірів розмірів пилкових зерен кожного сорту становила від 80 до 100. Вимірювали лише непошкоджений рівномірно забарвлений (фертильний) пилок [3].

Статистичний аналіз отриманих результатів проводили в декілька етапів. На першому результаті вимірів із “Adobe Photoshop” переносили до електронної таблиці “MS Excel”, ідентифікували, підраховували кількість вимірів. Далі дані експортували до програми “Statistica”.

Ступінь варіювання ознак визначали за шкалою рівня мінливості коефіцієнта варіації Б.А. Доспехова [2].

Для оцінювання відмінностей у розмірах пилоквих зерен застосували метод одновимірного дисперсійного аналізу. Достовірність відмінностей оцінювали за *t*-критерієм Стьюдента. Для оцінювання зв'язку між розміром пилоквих зерен та висотою квітконоса використовували метод парного кореляційного аналізу.

### Результати та обговорення

За ботанічною класифікацією всі форми садових борідкових ірисів належать до підроду *Iris*, роду *Iris* L. родини *Iridaceae* Juss. порядку *Asparagales*, класу *Liliopsida*, відділу *Magnoliophyta* [10].

Щодо таксонів нижчого за підрід рівня серед ботаніків не існує єдиної думки. Ми використовували систему класифікації підроду, яку розробив монограф роду Г.І. Родіоненко [10]:

Підрід *Iris*:

Секція *Iris*:

- Серія Високих Борідкових ірисів (Series Elatae):
  - *I. albicans* Lange (2n=44);
- Серія Низьких Борідкових ірисів (Series Pumilae):
  - *I. attica* Boiss. & Held. (*syn. I. pumila* var. *attica*, (2n=16).

Усі садові форми борідкових ірисів Г.І. Родіоненко відносить до групи Гібридів ірису садового (*I. hybrida hortensis* (Rodion.)) [11].

Загальноприйнятою є садова класифікація борідкових ірисів AIS, за якою садові борідкові іриси розподіляють на три основні групи (Карликові (*I. barbata nana*), Середні (*I. barbata media*), Високі (*I. barbata elatior*), які розподіляють на класи [18]. Клас SDB належить до першої групи. SDB-іриси мають розгалужений квітконіс заввишки від 20 до 41 см, на якому розташовано до 4 квіток.

Селекційну роботу з групою SDB-ірисів розпочали у 1940-х рр. зі зростанням популярності нових тетраплоїдних сортів ірисів [10]. Роберт Шрейнер (Robert Schreiner), все-світньовідомий селекціонер та власник фірми

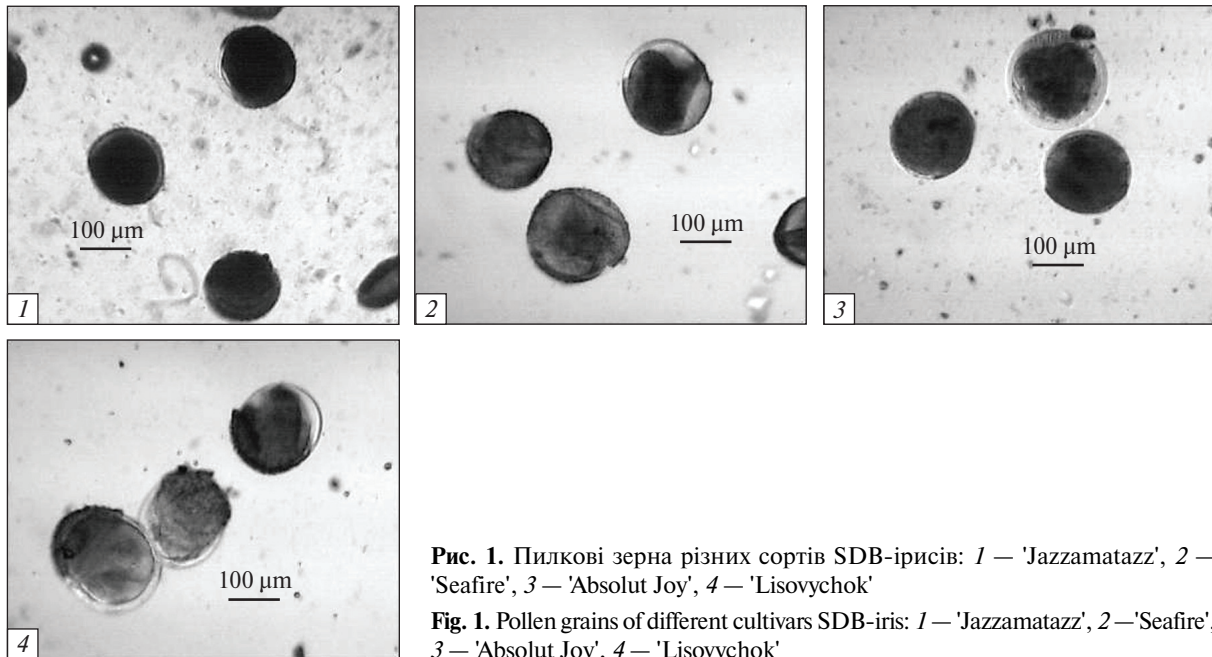
Schreiner's Iris Gardens, випустив у продаж три культивари низькорослих (8–20 см) *Iris pumila*. Ці культивари, котрі нагадували зменшену копію високорослих садових ірисів, швидко поширились серед американських селекціонерів. Спробам гібридизації їх із ТВ-сортами перешкоджала різниця у термінах початку цвітіння, оскільки культивари цвіли на 1–2 міс раніше.

Одними з перших селекціонерів ірисів, які провели схрещування між дикорослими формами *Iris pumila* та сортами Борідкових ірисів були Пол Кук (Paul Cook) та Гедес Дуглас (Geddes Douglas). Згодом воно було названо на їх честь — «схрещування Кука—Дугласа». Їм вдалося вирішити проблему з термінами початку цвітіння двома шляхами: за рахунок зберігання пилку *I. pumila* до цвітіння ТВ-сортів та його пересилки з Орегону (де цвів *I. pumila*) до Каліфорнії (де в цей час цвіли сорти ТВ-ірисів).

Отримані Куком та Дугласом сіянці від цих схрещувань отримали назву Стандартні карликові (SDB). SDB-іриси є сегментними алотетраплоїдами (амфідиплоїдами) (2n=40) [14, 15]. Вони фертильні. Селекцію проводили шляхом їх схрещування. Оскільки під час селекції використовували сорти з різними хромосомними наборами, геном цієї групи має ознаки нестабільності. Тому внаслідок схрещування в межах цієї групи можуть з'явитися нащадки з різним набором морфобіологічних ознак [10].

Створення SDB-ірисів дало змогу подовжити тривалість цвітіння на 2 міс. Сорти мали висоту від 20 до 40 см та успадкували від дикорослих предків підвищену морозостійкість.

Світовий асортимент SDB-ірисів становить близько 5500 сортів, з яких більшість створена селекціонерами США та Австралії, 215 сортів — вітчизняними селекціонерами [18]. Більшість сортів зареєстровано українськими селекціонерами (8 гібридизаторів) у 1999–2017 рр. Аналіз селекційної роботи з SDB-ірисами у світі та Україні зокрема виявив, що вона проводиться інтенсивно. Є потреба у розробці селекціонерами власних програм схрещувань на основі детального вивчення біології цієї групи.



**Рис. 1.** Пилкові зерна різних сортів SDB-ірисів: 1 — 'Jazzamatazz', 2 — 'Seafire', 3 — 'Absolut Joy', 4 — 'Lisovychok'

**Fig. 1.** Pollen grains of different cultivars SDB-iris: 1 — 'Jazzamatazz', 2 — 'Seafire', 3 — 'Absolut Joy', 4 — 'Lisovychok'

Паліноморфологічний аналіз ґрунтується на відмінностях у морфологічній структурі пилкових зерен різних видів рослин. Морфологічні ознаки пилкових зерен, а також ультраструктура спородерми є дуже специфічними для таксонів вищих рослин, що дає змогу використовувати паліноморфологічні дані для вирішення спірних питань їх систематики, таксономії та філогенії.

У фундаментальній монографії Г.І. Родіоненка [11] не лише узагальнено історичні відомості щодо паліноморфології роду *Iris*. Автор провів дослідження пилку близько 100 видів ірисів та сформулював «пилкові діагнози видів». Паліноморфологію ірисів Європейської частини колишнього СРСР вивчала Л.А. Купріянова [6], далекосхідних видів безборідкових ірисів — Є.В. Болтенкова та В.В. Григор'єва [1], *I. lactea* — О.А. Муратова і співавт. [8], рідкісних видів ірисів Башкортостана — Н.О. Калашник і співавт. [4], *I. pumila* з кримських популяцій — С.В. Єфімов і співавт. [5].

Вимірювання розмірів пилкових зерен є одним із поширених непрямих методів оцінки плоідності рослинних клітин. Його зазвичай застосовують тоді, коли цитогенетичний

аналіз провести складно через малі розміри та велику кількість хромосом або коли є потреба в експрес-методах (для відбору батьківських пар, культуральних ліній тощо).

Зіставлення результатів аналізу каріотипу та розмірів пилкових зерен [6, 9, 17], виявило високий збіг результатів і дало змогу використати експрес-метод оцінки розмірів пилкових зерен для попередніх висновків про каріотип досліджуваних рослин.

За результатами аналізу мікрофотографій встановлено, що всі обстежені сорти продукують лише поодинокі пилкові зерна (монади) (рис. 1). Пилкові зерна у досліджених сортів є одноборозенчастими з чітко вираженою поодинокую апертурою, мають сфероїдальну форму. Скульптура екзини — дрібносітчаста.

*Розміри пилкових зерен.* Усього було проведено 2092 виміри довжини полярних вісей у 22 досліджуваних сортів (табл. 1). Зведені результати оцінки відповідності емпіричних розподілів розмірів пилкових зерен функції нормального розподілу по кожному із досліджуваних сортів та у групі в цілому показали, що за критерієм Шапіро—Уїлка розподіл пилку за розмірами для всієї групи не відповідає

Таблиця 1. Відповідність розподілу розмірів пилкових зерен функції нормального розподілу та статистичні показники довжини полярної вісі пилкових зерен SDB-ірисів (мкм)

Сорт	Критерій Шатро-Уїлка (критичне 0,005)	Висновок щодо нормальності розподілу	Кількість вимірів	Середнє арифметичне	Мінімальне значення	Максимальне значення	Стандартне квадратичне відхилення	Середня квадратична похибка	Медіана	Мода	Асиметрія	Експес	Коефіцієнт варіації, %
'Absolute Joy'	0,203	Відповідає	95	131,9	82,2	181,1	22,9	2,3	129,7	Множинна	-0,2	0,3	17,3
'Alienora'	0,852	"	82	108,4	85,0	138,8	10,7	1,2	107,5	112,2	-0,3	0,2	9,9
'Clash'	0,057	"	93	114,0	78,1	148,1	17,1	1,8	111,3	Множинна	0,2	0,8	15,0
'Cocoa Pink'	0,006	"	192	109,7	57,9	167,3	22,9	1,7	113,7	"	0,0	-0,8	20,9
'Cool As'	0,030	"	91	122,0	89,0	160,8	14,1	1,5	120,5	"	0,0	0,7	11,5
'Dancing Bunnies'	0,667	"	91	121,5	95,7	143,8	10,1	1,1	122,3	"	-0,5	0,4	8,3
'Darunok Soniachno-ho Lita'	0,540	"	87	106,4	70,1	146,9	15,0	1,6	103,4	"	0,0	1,4	14,1
'Divchynka-Kryzhynka'	0,001	Не відповідає	100	126,5	92,3	211,1	19,7	2,0	126,1	142,6	-0,2	0,3	15,6
'Fairy Lore'	0,044	Відповідає	81	148,1	107,1	226,2	20,8	2,3	145,7	Множинна	-0,2	0,3	14,1
'Indian Pow Wow'	0,033	"	78	122,1	96,9	171,0	13,1	1,5	120,7	"	-0,1	-0,7	10,7
'Invisible'	0,105	"	93	125,7	97,0	146,7	9,8	1,0	125,7	137,2	-0,2	0,3	7,8
'Jazzamatazz'	0,601	"	90	118,7	93,2	150,3	11,7	1,2	118,0	Множинна	0,3	0,4	9,9
'Kryzhynka'	0,489	"	96	118,1	86,1	144,4	11,4	1,2	119,8	"	-0,2	0,3	9,6
'Lisovyehok'	0,445	"	95	127,9	92,7	161,9	13,7	1,4	126,6	"	-0,2	0,3	10,7
'Music'	0,507	"	98	130,0	104,9	153,0	10,5	1,1	129,5	123,6	-0,2	0,3	8,0
'Nebo Tavrydy'	0,009	"	89	128,3	91,7	206,7	19,2	2,0	126,1	Множинна	0,6	-0,5	15,0
'Perlysta Voloshka'	0,028	"	75	128,9	90,6	153,3	13,2	1,5	131,2	"	-0,2	-0,3	10,2
'Seafire'	0,486	"	95	128,3	107,5	154,7	9,4	1,0	127,8	125,1	-0,2	0,3	7,3
'Tanats Ofalii'	0,012	"	95	124,3	91,3	145,0	9,8	1,0	125,2	Множинна	0,0	-0,5	7,9
'Webmaster'	0,497	"	88	131,7	77,2	174,7	18,1	1,9	133,2	"	-0,7	0,2	13,7
'Woman From Tokyo'	0,113	"	96	149,3	117,1	188,7	16,1	1,6	147,0	"	-0,2	0,3	10,8
'Yaroslavna'	0,433	"	92	119,2	95,7	157,0	11,5	1,2	119,1	126,9	-0,4	-0,1	9,6
Разом	0,000	Не відповідає	2092	123,9	57,9	226,2	18,8	0,4	123,9	126,40	1,3	2,7	15,2



нормальному. Це означає, що вибірка є неоднорідною. Аналогічну оцінку проведено для кожного сорту. Відхилення від нормального розподілу відзначено лише для пилку одного сорту — Divchynka-Kryzhynka. Для інших сортів розподіл статистично значущо не відрізнявся від нормального. Це означає, що отримані результати можна коректно оцінювати за допомогою стандартних (параметричних) статистичних методів (див. табл. 1). Коефіцієнт варіації розмірів пилкових зерен — 15,2 % відповідає середньому рівню мінливості ознаки. Це також свідчить про неоднорідність загальної вибірки.

Середній розмір пилкового зерна —  $(123,9 \pm 0,5)$  мкм. За шкалою розмірів Ердтмана [10] це відповідає дуже великому розміру. Розмах варіації ознаки — від 57,9 до 226,2 мкм. Отже, в досліджуваній групі сортів рослини продукують пилки із пилковими зернами великого, дуже великого і гігантського розміру. Це пояснює відмінність отриманого розподілу від нормального — за рахунок наявності гігантських пилкових зерен гістограма розподілу зміщується праворуч. Кількісно це характеризується показником асиметрії — він більший від нуля (1,3). Зміщення не дуже значне, тобто пилкових зерен як великого, так і гігантського розміру небагато.

Отже, вимірювання розмірів пилкових зерен показало, що SDB-ірисі продукують пилкові зерна трьох типорозмірів — великі, дуже великі та гігантські.

Оцінка залежності між розмірами пилкових зерен та висотою квітконоса. Дані про висоту квітконоса взято із бази даних AIS [2]. Порівняння їх із розмірами пилкових зерен показало відсутність будь-якої кореляції між ними (коефіцієнт кореляції менший за 0,001). Г.І. Родіоненко в своїй монографії [10] також вказує на відсутність зв'язку між розмірами пилкових зерен та рослин у більшості видів ірисів. Очевидно, це є характерною особливістю роду, коли види із невеликими розмірами можуть продукувати великі пилкові зерна.

Оцінка статистичної значущості відмінностей між сортами за розміром пилкових зерен за

*t*-критерієм Стьюдента. За розміром пилкових зерен досліджені сорти можна розподілити на три групи (табл. 2).

Перша група — сорти зі статистично значущо меншим розміром пилку ('Cocoa Pink', 'Clash', 'Alienora', 'Yaroslavna', 'Darunok Soniachnoho Lita', 'Jazzamataz', 'Kryzhinka'). Жоден із них не продукує велетенських пилкових зерен.

Друга група — сорти із розміром пилку, який відповідає модальному значенню для всієї групи ('Cool As', 'Dancing Bunnies', 'Indian Pow Wow', 'Invisible', 'Tanats Ofalii', 'Divchynka-Kryzhynka'). Ці сорти також не продукують гігантських пилкових зерен. Коефіцієнт варіації досліджуваного показника не перевищує 12 % (низький рівень мінливості). Отже, за паліноморфологічним показником ці сорти можна вважати «типовими» SDB, за винятком сорту 'Divchynka-Kryzhynka', в якого квітконіс не розгалужений і має лише одну квітку.

Третя група — сорти зі статистично значущо більшим розміром пилкових зерен. До неї належать сорти 'Nebo Tavrydy', 'Webmaster', 'Lisovychok', 'Fairy Lore', 'Music', 'Woman From Tokyo', 'Absolute Joy', 'Perlysta Voloshka' і 'Sea-fire'. Рівень мінливості досліджуваного показника — від низького до середнього (коефіцієнт варіації — 10–15 %).

Розмір пилкових зерен сортів ірисів залежно від походження. Для порівняння взяли чотири сорти SDB-ірисів, різні за походженням.

Сорт 'Nebo Tavrydy' (автор М. Троїцький, 2013). Походить від схрещування Кука—Дугласа: материнська форма — високорослий сорт 'Distant Roads' (Keith Keppel, 1991), батьківська форма — природний клон *I. pumila* з білим забарвленням квітки. Коефіцієнт варіації розмірів пилкових зерен (15 %) відповідає середньому рівню мінливості та збігається із середнім у групі. Середній розмір зерен —  $(128,3 \pm 2,0)$  мкм, мінімальний та максимальний — 91,7 та 206,7 мкм відповідно. Отже, сорт продукує пилкові зерна трьох типорозмірів. За критерієм Стьюдента середній розмір пилкових зерен статистично значущо більший, ніж такий у групі.

Сорт 'Darunok Soniachnoho Lita' (автор М. Троїцький, 2012) походить від схрещування

SDB-сорту ‘Welder’s Flame’ (Niswonger, 1996) із природним клоном *I. pumila*. Коефіцієнт варіації — 14,1 % (середній рівень мінливості). Середній розмір зерен —  $(100,6 \pm 1,6)$  мкм, мінімальний та максимальний — 70,1 та 146,9 мкм відповідно. Отже, сорт продукує лише великі та дуже великі пилкові зерна. Середній розмір пилкових зерен статистично значущо менший, ніж такий у групі.

Сорт ‘Divchynka-Kryzhynka’ (автор М. Троїцький, 2012). Походить від схрещування SDB-сорту ‘Pure Allure’ (Ritchie, 1987) та IB-сорту ‘Higgledy-Piggledy’ (Innerst, 1990). Коефіцієнт варіації — 14,1 % (середній рівень мінливості). Середній розмір зерен —  $(126,5 \pm 2,0)$  мкм, мінімальний та максимальний — 92,1 та 211,1 мкм

відповідно. Отже, сорт продукує пилкові зерна трьох типорозмірів. Середній розмір пилкових зерен статистично значущо не відрізняється від такого у групі.

Сорт ‘Tanats Ofalii’ (автор С. Яковчук, 2010). Походження сорту невідоме. Коефіцієнт варіації — 7,9 % (дуже низький рівень мінливості). Середній розмір зерен —  $(124,3 \pm 1,0)$  мкм, мінімальний та максимальний — 91,3 та 145,0 мкм відповідно. Сорт продукує великі та дуже великі пилкові зерна. Середній розмір пилкових зерен статистично значущо не відрізняється від такого у групі.

*Пилкові зерна сортів ірисів із забарвленням типу пліката.* Цей тип забарвлення зумовлений дією рецесивних алелей генів, які відповідають

Таблиця 2. Оцінка статистичної значущості відмінностей за розміром пилкових зерен між сортом та садовою групою в цілому

Table 2. Estimation of reliability of differences of the size of pollen grains between a cultivars and garden group as a whole

№ з/п	Сорти, які порівнюють	t	Рівень значущості (p)		Статистична значущість відмінностей
			критичний	фактичний	
1.	Група vs. ‘Absolute Joy’	-3,969	0,05	0,0001	Достовірна
2.	Група vs. ‘Aliyenora’	7,409	0,05	0,0000	"
3.	Група vs. ‘Clash’	4,967	0,05	0,0000	"
4.	Група vs. ‘Cocoa Pink’	9,791	0,05	0,0000	"
5.	Група vs. ‘Cool As’	<b>0,942*</b>	0,05	0,3463	"
6.	група vs. ‘Dancing Bunnies’	1,211	0,05	0,2260	Недостовірна
7.	Група vs. ‘Darunok Soniachnoho Lita’	8,577	0,05	0,0000	Достовірна
8.	Група vs. ‘Divchynka-Kryzhynka’	<b>-1,319</b>	0,05	0,1872	Недостовірна
9.	Група vs. ‘Fairy Lore’	-11,276	0,05	0,0000	Достовірна
10.	Група vs. ‘Indian Pow Wow’	<b>0,837</b>	0,05	0,4028	Недостовірна
11.	Група vs. ‘Invisible’	<b>-0,914</b>	0,05	0,3610	"
12.	Група vs. ‘Jazzamatazz’	2,625	0,05	0,0087	Достовірна
13.	Група vs. ‘Kryzhinka’	3,001	0,05	0,0027	"
14.	Група vs. ‘Lisovychok’	-2,047	0,05	0,0408	"
15.	Група vs. ‘Music’	-3,148	0,05	0,0017	"
16.	Група vs. ‘Nebo Tavrydy’	-2,150	0,05	0,0317	"
17.	Група vs. ‘Perlysta Voloshka’	-2,260	0,05	0,0239	"
18.	Група vs. ‘Seafire’	-2,259	0,05	0,0240	"
19.	Група vs. ‘Tanats Ofalii’	<b>-0,218</b>	0,05	0,8276	Недостовірна
20.	Група vs. ‘Webmaster’	-3,773	0,05	0,0002	Достовірна
21.	Група vs. ‘Woman From Tokyo’	-12,994	0,05	0,0000	"
22.	Група vs. ‘Yaroslavna’	2,397	0,05	0,0166	"

\* Жирним шрифтом виділено значення t-критерію, які відповідають статистично значущим відмінностям (виконується також умова p критичний менше за p фактичний).

за синтез і транспортування антоціанових пігментів [13]. Це означає, що для гібридизації таких сортів селекціонерам потрібно було проводити багато схрещувань і виводити інбредні лінії, що призводить до «розхитування» генотипу. Результати паліноморфологічних досліджень сортів плікати ('Cool As', 'Fairy Lore', 'Music', 'Nebo Tavrydy', 'Webmaster', 'Woman From Tokyo') свідчать, що всі сорти мають статистично значущо більший від середнього в групі розмір пилкових зерен та продукують лише гігантські пилкові зерна (див. табл. 1 та 2).

Отже, результати наших досліджень підтверджують нестабільність геному SDB-ірисів на рівні мікроспорогенезу. Можна припустити, що для SDB-ірисів, які поєднують у геномі хромосомні набори 48-хромосомних ірисів ТВ та 32-хромосомного *I. pumila*, велика варіабільність у розмірах пилкових зерен є виявом нестабільності геному. На макрорівні це може виявлятися утворенням від схрещувань гібридних нащадків із різним розміром рослин та кількістю квіток на квітконосі тощо.

Для підтвердження правильності припущення про те, що пилкові зерна великого розміру (до 100 мкм), які продукують SDB-іриса, є наслідком дії геному *I. pumila*, порівняли розміри пилкових зерен *I. pumila*, наведені у роботі Н.О. Калашник і співавт. [4] (середній розмір — (від 58,6 до 87,9 мкм) із мінімальними розмірами пилкових зерен досліджених сортів (від 57,9 до 97,0 мкм). Отже, це припущення можна вважати доведеним.

За результатами досліджень виявлено декілька сортів ('Cool As', 'Dancing Bunnies', 'Indian Pow Wow', 'Invisible', 'Tanats Ofalii'), які не продукують гігантські пилкові зерна (від 89,0 до 171,0 мкм, що відповідає великим і дуже великим типорозмірам), тобто є «типovими» SDB-ірисами.

### Висновки

Первинний аналіз літературних даних, зокрема доступних інформаційних джерел щодо селекційної роботи із SDB-ірисами у світі та Україні зокрема показав, що ця галузь інтенсивно розвивається і потребує детального ви-

вчення біології рослин для вдосконалення селекціонерами програм схрещувань.

Установлено, що за морфологічною будовою пилкові зерна досліджених сортів SDB-ірисів є типовими для підроду *Iris*. Сорти продукують пилкові зерна трьох типорозмірів — великі, дуже великі і гігантські. Середні розміри пилкових зерен за шкалою Ерлмана відповідають дуже великому типорозміру ((123,9 ± 0,5) мкм).

Порівняльний аналіз висоти квітконоса SDB-ірисів із розмірами пилкових зерен виявив відсутність будь-якої кореляції між цими показниками (коефіцієнт кореляції менший за 0,001). Зроблено припущення, що продукування видами із невеликим розміром суцвіття великих пилкових зерен може бути характерною особливістю роду.

Результати паліноморфологічних досліджень сортів із забарвленням типу плікати показали, що всі сорти мають статистично значущо вищий від середнього в групі розмір пилкових зерен і продукують лише гігантські пилкові зерна, що є наслідком їх складного гібридогенного походження.

Отримані експериментальні дані дають змогу оптимізувати селекційну роботу із карликовими ірисами та прискорити виявлення перспективних сіянців. Зокрема встановлено групу сортів, які за паліноморфологічним показником можна вважати «типovими» SDB та використовувати як еталон для сортовивчення і сортовипробування садових ірисів цієї групи.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Болтенков Е.В. Морфология пыльцевых зерен дальневосточных видов рода *Iris* (*Iridaceae*) / Е.В. Болтенков, В.В. Григорьева // Ботан. журн. — 2012. — Т. 97, № 6. — С. 743—750.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 351 с.
3. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. — М.: Наука, 1984. — 424 с.
4. Калашник Н.А. Палиноморфологические исследования редких видов рода *Iris* L. флоры Республики Башкортостан / Н.А. Калашник, Э.А. Муратова, Л.Н. Миронова // Известия Самар. науч. центра РАН. — 2014. — Т. 16, № 1(3). — С. 752—754.

5. Крымские популяции ириса карликового (*Iris pumila* L.): распространение и морфологические особенности / С.В. Ефимов, О.В. Чернышенко, Л.Ф. Кирпичёва, Е.И. Дацюк // Лесн. вестн. — 2012. — № 4. — С. 7—13.
6. Куприянова Л.А. Сем. *Iridaceae* Juss. — Касатиковые / Л.А. Куприянова // Споры папоротникообразных, пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. — Л.: Наука, 1983. — С. 114—120.
7. Мамаева Н.А. Сравнительный анализ морфологических и биологических признаков сортов садовых бородачатых ирисов (секция *Iris* рода *Iris* L.): Автореф. дис. ... канд. биол. наук, по специальности 03.00.05 — ботаника / Н.А. Мамаева. — М., 2008. — 23 с.
8. Муратова Э.А. Результаты интродукционных и кариологических исследований *I. lactea* Pall. / Э.А. Муратова, Л.Н. Миронова, Н.А. Калашник // Аграрная Россия. — 2013. — № 9. — С. 40—43.
9. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева. — 4-е изд. — М.: Агропромиздат, 1988. — 271 с.
10. Родионенко Г.И. Ирисы / Г.И. Родионенко. — СПб.: Диамант, 2002. — 192 с.
11. Родионенко Г.И. Род Ирис (*Iris* L.) / Г.И. Родионенко. — М.; Л.: Наука, 1961. — 215 с.
12. Соколовская А.П. К вопросу о корреляции между числом хромосом и величиной пыльцевого зерна у видов диких растений / А.П. Соколовская // Полиплоидия у растений. — М., 1962. — С. 80—82.
13. Троїцька Т.Б. Варіабельність забарвлення оцвітини *Iris pumila* L. у природних популяціях Миколаївської області / Т.Б. Троїцька, Ю.В. Буйдін // Інтродукція рослин. — 2010. — № 2. — С. 10—14.
14. Швець Т.А. Біологічні особливості видів роду *Iris* L. у зв'язку з інтродукцією в умови Правобережного Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук за спеціальністю 03.00.05 — ботаніка / Т.А. Швець. — К., 2006. — 20 с.
15. Шевченко Г.Т. Види секції *Iris* L. роду *Iris* L. Європейської частини СРСР і Предкавказзя: Автореф. дис. ... канд. біол. наук по спеціальності 03.00.05 — ботаніка / Г.Т. Шевченко. — Л., 1980. — 22 с.
16. Black P. Are two better than one / P. Black // *Iris*. The Bulletin of the American Iris Society — 2011. — Vol. 93, N 2. — P. 40—41.
17. Induction and identification of polyploidy in basil (*Ocimum basilicum* L.) medicinal plant by colchicine treatment / R. Omidbaigia, M. Mirzaeae, M.E. Hassani, M. Sedghi Moghadam // International Journal of Plant Production. — 2010. — N 4 (2). — P.87—98.
18. *Iris* classifications. — 2018. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.irises.org/About\\_Iris/Classifications.html](http://www.irises.org/About_Iris/Classifications.html)
19. *Iris* Encyclopedia (a wiki) of The American Iris Society / 2018. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://wiki.irises.org/bin/view/SDB>
20. Lankow G. From species *Iris* to a Family of Bearded *Iris* / G. Lankow. — 2009. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.kcis.org/kciseducation/kcispeciastobearde.html>

Рекомендував В.Ф. Горобець  
Надійшла 18.01.2018

## REFERENCES

1. Boltenkov, E.V. and Grigorieva, V.V. (2012), Morfologija pylcevyh zeren dalnevostochnyh vidov roda *Iris* (*Iridaceae*) [The morphology of pollen grains of Far East varieties of genus *Iris* (*Iridaceae*)]. *Botanicheskij zhurnal* [Botanic Journal], vol. 97, N 6, pp. 743—750.
2. Dosphehov, B.A. (1986), Metodika polevogo opyta. Moscow: Agropromizdat, 351 s.
3. Zajcev, G.N. (1984), Matematicheskaja statistika v jeksperimentalnoj botanike [The mathematical statistics in experimental botany]. Moscow: Nauka, 424 p.
4. Kalashnik, N.A., Muratova, E.A. and Mironova, L.N. (2014), Palinomorfologicheskie issledovanija redkih vidov roda *Iris* L. flory Respubliki Bashkortostan [The palinomorphology researches of rare species of genus *Iris* L. Republic Bashkortostan floras]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN* [The news of the Samara Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences]. vol. 16, N 1(3), pp. 752—754.
5. Efimov, S.V., Chernyshenko, O.V., Kirpicheva, L.F. and Datsiuk, E.I. (2012), Krymskie populjaccii irisa karlikovogo (*Iris pumila* L.): rasprostranenie i morfologicheskie osobennosti [The Crimean populations of an dwarf iris (*Iris pumila* L.): distribution and morphological features]. *Lesnoj vestnik* [The Wood Bulletin], N 4, pp. 7—13.
6. Kuprijanova, L.A. (1983), Sem. *Iridaceae* Juss. — Kasatikovye [ Family *Iridaceae* Juss. — The iris family]. *Sporj paporotnikoobraznyh, pylca golosemennyh i odnodolnyh rastenij flory evropejskoj chasti SSSR* [The spore ferny, blossom dust gymnosperms and monocotyledons plants of flora of the European part of the USSR]. Leningrad: Nauka, pp. 114—120.
7. Mamaeva, N.A. (2008), Sravnitelnyj analiz morfologicheskij i biologicheskij priznakov sortov sadovyh borodatyh irisov (sekcija *Iris* roda *Iris* L.) [The relative analysis of morphological and biological signs of varieties of garden bearded irises (section *Iris* of genus *Iris* L.)]. Avtoref. diss... kand. biol. nauk. spec. 03.00.05 botanika. Moscow, 23 p.
8. Muratova, Je.A. (2013), Rezultaty introdukcionnyh i kariologicheskij issledovanij *I. lactea* Pall. [The results of introduction and karyological reseachers *I. lactea* Pall]. *Agrarnaja Rossija* [Agrarian Russia], N 9, pp. 40—43.

9. Pausheva, Z.P. (1988), Praktikum po citologii rastenij [Practical work on cytology of plants]. Moscow: Agropromizdat, 271 p.
10. Rodionenko, G.I. (2002), Irisy [Iris]. Saint Petersburg, Diamant, 192 p.
11. Rodionenko, G.I. (1961), Rod Iris (*Iris* L.) [Genus Iris]. Moscow; Leningrad: Nauka, 215 p.
12. Sokolovskaja, A.P. (1962), K voprosu o korreljacii mezdu chislom hromosom i velichinoj pylcevoogo zerna u vidov dikih rastenij [To a question on correlation between number of chromosomes and size of pollen grain at species of wild plants]. Poliploidija u rastenij [Polyploidy at plants]. Moscow, pp. 80—82.
13. Trojicka, T.B. and Bujdin, Ju.V. (2010), Variabelnist zabarvlennja ocvitini *Iris pumila* L. u prirodnih populacijah Mikolajivskoyi oblasti [The colouration variability of *Iris pumila* L. perianth in natural population of Mykolaiv Region]. Introdukcija roslin [Plant Introduction], N 2, pp. 10—14.
14. Shvec, T.A. (2006), Biologichni osoblivosti vidiv rodu IRIS L u зв'язku z introdukciju v umovi Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Biological features of species of genus *Iris* L. in connection with introduction in conditions of Right-Bank of Forest-Steppe of Ukraine]. Avtoref. dis...kand. biol. nauk. spec. 03.00.05 botanika. Kyiv, 20 p.
15. Shevchenko, G.T. (1980), Vidy sekcii *Iris* L. roda *Iris* L. Evropejskoj chasti SSSR i Predkavkazja [Species of section *Iris* L. of a genus *Iris* L. of the European part of the USSR and Ciscaucasia]. Avtoref. diss...kand. biol. nauk. 03.00.05 botanika. Leningrad, 22 p.
16. Black, P. (2011), Are two better than one. *Iris*. The Bulletin of the American Iris Society, vol. 93, N 2, pp. 40—41.
17. Omidbaigia, R., Mirzaee, M., Hassanib, M.E. and Moghadam Sedghi, M. (2010), Induction and identification of polyploidy in basil (*Ocimum basilicum* L.) medicinal plant by colchicine treatment. International Journal of Plant Production, N 4 (2), pp. 87—98.
18. *Iris* classifications (2018), Moda access: [http://www.irises.org/About\\_Iris/Classifications.html](http://www.irises.org/About_Iris/Classifications.html)
19. *Iris* Encyclopedia (a wiki) of The American Iris Society (2018), Moda access: <http://wiki.irises.org/bin/view/SDB>
20. Lankow, G. (2009), From species *Iris* to a Family of Bearded *Iris*. Moda access: <http://www.kcis.org/kciseducation/keisspeciesticbearded.html>

Recommended by V.F. Gorobets  
Received 18.01.2018

М.А. Троицкий<sup>1</sup>, Ю.В. Буйдин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Николаевский областной эколого-натуралистический центр учащейся молодежи, Украина, г. Николаев

<sup>2</sup> Национальный ботанический сад имени Н.Н. Гришко НАН Украины, Украина, г. Киев

#### ПАЛИНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСТЕНИЙ СОРТОВ *IRIS HYBRIDA HORT.* (RODION.)

**Цель** — провести палиноморфологическое изучение растений сортов *Iris hybrida hort.* (Rodion.) садовой группы Стандартные Карликовые (SDB) для оптимизации и корректирования селекционной работы с ними.

**Материал и методы.** В работе использованы описательный, морфометрический, палиноморфологический и статистический методы. Материалом для исследования была пыльца 22 сортов SDB-ирисов отечественной и зарубежной селекции.

**Результаты.** Обобщены данные относительно места SDB-ирисов в современной садовой классификации ирисов и истории создания сортов этой садовой группы. Проанализированы достижения зарубежных и отечественных селекционеров этой культуры. По результатам палиноморфологического анализа установлено, что по морфологическому строению пыльцевые зерна исследованных сортов SDB-ирисов являются типичными для подрода *Iris*. Выявлены 3 типоразмера пыльцевых зерен — большие, очень большие и гигантские. Полученные результаты свидетельствуют о нестабильности генома SDB-ирисов на уровне микроспорогенеза.

**Выводы.** Установлена группа сортов, которые по размеру пыльцевых зерен можно считать «типичными» SDB и использовать в качестве эталона для сортоизучения садовых ирисов этой группы, что позволяет оптимизировать селекционную работу с ними и ускорить выявление перспективных сеянцев.

**Ключевые слова:** SDB-ирисы, палиноморфологический анализ, пыльцевые зерна, сорт, геном.

М.О. Troitskii<sup>1</sup>, Yu.V. Buidin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mykolaiv regional ecologic-naturalistic centre of studying youth, Ukraine, Mykolaiv

<sup>2</sup> M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

#### PALINOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF *IRIS HYBRIDA HORT.* (RODION.) CULTIVARS PLANTS

**Objective** — to spend of palinomorphological study of plants of cultivars of *Iris hybrida hort.* (Rodion.) of garden group of

Standard Dwarfs (SDB), for optimisation and updating of selection work with them.

**Material and methods.** In this work descriptive, morphometric, palynomorphological, statistical methods are used. As a material for research, 22 sorts of sorts of SDB-iris were used in domestic and foreign breeding.

**Results.** Information concerning the place of SDB-iris in the modern garden classification of iris and the history of the creation of varieties of this garden group is generalized. The breeds of world and domestic breeders of this plant are analyzed. By results of the palynomorphological analysis, it has been established that, according to the

morphological structure, pollen grains of the studied cultivars of SDB-iris are typical for the *Iris* subgenus. Three sizes pollen grains — big, large, and gigantic are revealed. The obtained results testify about of the instability of the SDB-iris genome at the level of microsporogenesis.

**Conclusion.** The group of varieties is established which according to the size pollen grains can be considered typical SDB and used as standards for variety studies of garden irises in this group, which allows optimizing selective work with them and accelerating the identification of promising seedlings.

**Key words:** SDB-iris, palynomorphological analysis, pollen grains, cultivars, genome.

## ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *QUERCUS* L. У ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕННЯХ КРИВОГО РОГУ

**Мета** — вивчити основні біометричні та біолого-екологічні характеристики представників роду *Quercus* L. у зелених насадженнях Кривого Рогу і дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України (КБС).

**Матеріал та методи.** Вивчено сучасний стан видів роду *Quercus*, які використовують в озелененні Кривого Рогу, і в колекції дендрарію КБС. Для визначення віку дерев вимірювали діаметр стовбура на рівні 1,3 м та їх висоту. Життєздатність оцінювали за 8-бальною шкалою Л.С. Савельєвої (1975), посухостійкість — за 6-бальною шкалою С.С. П'ятницького (1961), зимостійкість — за 5-бальною шкалою Т.А. Добровольського (1961), інтенсивність цвітіння та плодоношення — за 6-бальною шкалою А.Г. Головача (1980).

**Результати.** Більшість інтродукованих видів роду *Quercus* у колекції КБС досягають розмірів, які відповідають їх віку. У дерев виявлено найвищий бал життєвості (VII-VIII). У паркових насадженнях Кривого Рогу виявлено дерева *Q. robur* L. віком від 7 до 200 років. Переважають дерева віком 30–40 років, висота яких становить 15–18 м, діаметр стовбура — 25–40 см. Життєвий стан більшості рослин відповідає VII та VIII балам, у деяких — V і VI балів. Представники роду *Quercus* добре розвинені, регулярно цвітуть та плодоносять, не вражені шкідниками і хворобами, окрім менш стійкого виду *Q. robur*.

**Висновки.** У насадженнях парків і скверів Кривого Рогу рід *Quercus* представлений трьома видами та одним культурваром, в колекції КБС — 10 видами і одним культурваром. Більшість рослин мають гарний життєвий стан та високу декоративність. Перспективними для регіональної культури за сукупністю еколого-біологічних властивостей є такі екзоти: *Q. castaneifolia* С.А. Меу., *Q. imbricaria* Stev., *Q. macranthera* Fisch. et. Меу., які пройшли багаторічне інтродукційне випробування в КБС.

**Ключові слова:** *Quercus* L., насадження, життєвий стан, парки, сквери, Кривий Ріг.

У лісових та паркових насадженнях Правобережного степового Придніпров'я, яке охоплює територію від Дніпра на сході до водорозділу Інгульця та Інгула на заході, культивують два види *Quercus* L. — *Q. robur* L. та *Q. rubra* L. (*Q. borealis* Michx.) [7]. Згідно з результатами досліджень деревно-чагарникової рослинності Криворіжжя (2009–2013), у парках та скверах міста трапляються три види роду *Quercus* та один культурвар: *Q. petraea* Liebl, *Q. robur*, *Q. robur* 'Fastigiata', *Q. rubra* L. У колекції дендрарію Криворізького ботанічного саду НАН України (КБС) представлені 10 видів і один культурвар дубу — *Q. castaneifolia* С.А. Меу, *Q. iberica* Stev., *Q. imbricaria* Michx., *Q. libani* Oliv., *Q. macranthera* Fisch. et. Меу., *Q. robur*, *Q. robur* 'Fastigiata', *Q. rubra*, *Q. serrata* Thunb., *Q. longipes* Stev., *Q. alba* L.

У зелених насадженнях Кривого Рогу та КБС дерева, більшість з яких є інтродуцентами, зазнають вплив степового клімату. Вони потерпають від загальної забрудненості середовища через наявність залізородного басейну.

Криворізький район належить до південної посушливої агрокліматичної зони — зони Степу [16]. За А.Л. Тахтаджяном регіон належить до Голарктичного царства, Бореального підцарства, Циркумбореальної області, Східноєвропейської провінції [15]. Клімат континентальний з великими добовими та річними амплітудами температури повітря, малою кількістю опадів. Часто спостерігаються відлиги, посухи, сильний вітер, зливи, екстремальні температури повітря і поверхні ґрунту [11]. Кліматичні умови є найважливішими серед зовнішніх чинників, які впливають на популяції рослин і спричиняють їх генетичну адаптацію

[10]. Грунтовий покрив має властивості ґрунтів підзони звичайних та південних чорноземів [1].

Кривий Ріг — це промислове місто з великим техногенним навантаженням. Посідає третє місце в Україні за викидами шкідливих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел [19], тому деревно-чагарникова рослинність у місті має важливе значення для поліпшення довкілля.

КБС розташований у промисловій зоні міста на відстані 5 км від Північного гірничозбагачувального комбінату. Небезпека аеротехногенних викидів для дерев полягає у тому, що, крім повітря, забруднюються сніг, підстилка та ґрунт, тобто компоненти лісових екосистем, від яких залежить їх розвиток. Сукупна негативність кліматичних чинників і техногенного забруднення довкілля потребує при підборі рослин для озеленення особливу увагу приділяти стійкості.

В озелененні міста використовують 202 види та культивари деревних рослин. Із представників роду *Quercus* найпоширенішим є *Q. robur*, який зростає в усіх районах міста. Дуб звичайний належить до видів, котрі потребують для розвитку стабільних умов середовища і багатих ресурсів. Він світлолюбний (малотіньовитривалий), середньовибагливий до тепла, ксеромезофіт, зимостійкий [6]. Його рекомендують [4] для висадки у промислових містах, оскільки *Q. robur* належить до стійких порід, які не зазнають значних пошкоджень від промислових викидів.

Мета — вивчити основні біометричні та біолого-екологічні характеристики представників роду *Quercus*, які використовують в озелененні м. Кривий Ріг, та в дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України.

### Матеріал та методи

Об'єктом досліджень була колекція інтродукованих видів роду *Quercus* у КБС та насадження парків і скверів м. Кривий Ріг. Облік рослин у міських насадженнях проводили методом, передбаченим «Інвентаризацією зелених насаджень в Україні» [5].

Для визначення віку дерев вимірювали діаметр стовбура на рівні 1,3 м за допомогою мірної вилки та їх висоту висотоміром Макарова [18]. Життєздатність дерев оцінювали візуально за 8-бальною шкалою Л.С. Савельєвої [13], посухостійкість — за 6-бальною шкалою С.С. П'ятницького [12], зимостійкість — за 5-бальною шкалою І.А. Добровольського [3], інтенсивність цвітіння та плодоношення — за 6-бальною шкалою А.Г. Головача [2].

Через незначну кількість таксонів обробку результатів обміру методом математичної статистики не проводили.

### Результати та обговорення

Створювати колекцію видів роду *Quercus* у КБС почали відразу після його заснування, тобто у 1981 р. У 1992 р. колекція нараховувала 8 видів цього роду та один культивар, загальна кількість дерев — 714, які були висаджені в дендрарію саду з 1981 до 1988 рр. Нині колекція видів роду *Quercus* нараховує 10 видів та одну форму. Найбільший вік дерев (36 років) — у *Q. robur*, які було отримано із розсадника у смт П'ятихатки (Дніпропетровська обл.). З них у 1981 р. було створено великий масив «Діброва». В 1985 р. завезли *Q. robur* 'Fastigiata' з дендропарку «Асканія-Нова» та *Q. rubra* — з Вінницького лісорозсадника. Саджанці більшості видів дуба отримано з Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України [17]. У 2012 та 2013 рр. колекцію поповнили новими видами — *Q. longipes* у вигляді саджанця із Сімферопольського парку імені Рериха та *Q. alba* у вигляді насіння з дендропарку «Веселі Боковеньки», яке було висаджено в розсадник КБС. За результатами спостережень, із представників роду *Quercus* у колекції КБС інтродукційне випробування не пройшов *Q. variabilis* Blume.

У колекції КБС нині у віці 30—36 років висота дерев інтродукованих видів *Quercus* становить від 8,5 м (*Q. serrata*) до 13,8 м (*Q. robur*), що відповідає їх віку (табл. 1.). За даними Маріупольської науково-дослідної станції, дерева видів-інтродуцентів *Quercus* у 30-річному віці мали висоту 11—20 м, діаметр стовбура —



17–30 см. Ці дані наближені до отриманих нами, оскільки умови зростання майже однакові [14]. У природному ареалі більшість дубів — дерева 20–30 м заввишки з діаметром стовбура 2 м. Зазвичай на рівнинах дерева досягають більших розмірів, ніж у горах. Окремі екземпляри *Q. robur*, *Q. macrocarpa*, *Q. rubra* та *Q. velutina* можуть досягати висоти 55 м у віці 700–900 років з діаметром стовбура до декількох метрів [9].

Діаметр стовбура дерева на висоті 1,3 м від поверхні землі в 2016 р. становив від 12,5 см (*Q. serrata*) до 24,2 см (*Q. rubra*), що узгоджується з літературними даними. Так, за даними Ф.М. Левона, в лісових масивах середній діаметр *Q. robur* у 26-річному віці становив 12,8–14,0 см при висоті 9–10 м [8].

Види *Q. serrata*, *Q. libani* мають уповільнений ріст як за висотою (8,5–9,5 м), так і за

діаметром (12,5–13,2 см). Приріст діаметра стовбура за 13 років у середньому становив 7–10 см при збільшенні висоти дерев на 2–4 м.

Еколого-едафічні умови Кривого Рогу вплинули на розміри крони дубів. У більшості випадків переважає орієнтація крони північ—південь, що є типовим для цього роду.

Оцінка життєвості дерев видів дубів за шкалою Л.С. Савельєвої [13] показала, що всі дерева ще не закінчили період найбільшого росту. Їх життєвий стан добрий — VII і VIII балів.

Таким чином, більшість інтродукованих дерев у колекції КБС досягають розмірів, характерних для них в умовах природного ареалу. Половина видів (*Q. castaneifolia*, *Q. iberica*, *Q. macranthera*, *Q. robur*) походять з Циркумбореальної та Ірано-Туранської областей, які характеризуються близькими до степових умов України кліматичними параметрами. У віці 31–36 років

Таблиця 1. Біометричні та еколого-біологічні характеристики видів роду *Quercus* у колекції Криворізького ботанічного саду НАН України (2003 і 2016 рр.)

Table 1. Biometrical, ecological and biological characteristics of the genus *Quercus* species in collection of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine (2003 and 2016)

Рік посадки	Біометричні показники				Еколого-біологічні показники, бал					
	середній діаметр стовбура, см		середня висота, м		Цвітіння	Плодоношення	Посухостійкість	Зимостійкість	Життєвий стан	
	2003	2016	2003	2016					2003	2016
	<i>Q. castaneifolia</i>									
1987	7,0 ± 0,6	17,6 ± 0,5	7,0 ± 0,5	10,5 ± 0,7	IV	III	I	I	VIII	VIII
	<i>Q. iberica</i>									
1984	10,9 ± 0,7	24,0 ± 0,9	6,4 ± 0,5	11,0 ± 0,7	IV	III	I–II	I	VIII	VIII
	<i>Q. imbricaria</i>									
1988	8,5 ± 0,4	16,5 ± 0,7	6,8 ± 0,6	10,7 ± 0,8	IV	III	I–II	I	VII	VII
	<i>Q. libani</i>									
1988	10,8 ± 1,2	13,2 ± 0,9	7,6 ± 1,0	9,5 ± 0,8	IV	III	I–II	I	VIII	VIII
	<i>Q. macranthera</i>									
1986	8,5 ± 0,7	17,7 ± 0,5	8,7 ± 0,8	11,2 ± 0,5	IV	III	I	I	VIII	VIII
	<i>Q. robur</i>									
1981	16,5 ± 0,2	23,6 ± 0,4	12,9 ± 0,3	13,8 ± 0,4	V	IV	I	I	VIII	VIII
	<i>Q. rubra</i>									
1985	17,9 ± 0,3	24,2 ± 0,3	12,1 ± 0,2	13,4 ± 0,4	V	IV	I	I	VIII	VIII
	<i>Q. serrata</i>									
1988	8,5 ± 1,1	12,5 ± 1,0	7,1 ± 1,4	8,5 ± 1,5	III	II	I–II	I	VII	VII

мають добрий життєвий стан. Деревя видів роду *Quercus* характеризуються близькими біометричними показниками (висота дерев становить від 8,5 до 13,8 м, діаметр стовбура — 12,5—24,2 см), які відповідають їх віку. В умовах дендрарію КБС більшість дубів добре розвинені, регулярно цвітуть та плодоносять, не вражені шкідниками та хворобами, крім менш стійкого *Q. robur*. Унаслідок літньої посухи, яка посилюється останніми роками, відбувається осипання зав'язі та як наслідок — зменшення бала плодоношення. Більшість дерев мають високий рівень декоративності та можуть бути рекомендовані для озеленення міських парків і скверів. Самосів рослин дуба в дендрарії спостерігається в поодиноких випадках, найчастіше — у *Q. rubra*.

Нами проведено вивчення стану насаджень видів роду *Quercus* у парках та скверах м. Кривий Ріг (табл. 2). Життєвий стан більшості рослин оцінено VII і VIII балами. Траплялися екземпляри, в яких цей показник не перевищував V або VI балів. Це дерева в загущених посадках та дерева молодого віку, при вирощуванні яких не застосовують належні агротехнічні заходи. Провідним чинником, який погіршує життєвий стан дерев, є атмосферне забруднення. Різке погіршення стану можуть також спричинити погодні умови, особливо тривала посуха, яка посилюється з кожним роком. Кліматичні умови степової зони України разом з негативним впливом урбанізо-

ваного середовища промислового міста прискорюють процеси старіння рослин та зменшують їх життєздатність і декоративність.

Важливим показником життєздатності рослин є їх вік. За результатами аналізу вікової структури насаджень дуба в парках виявлено дерева віком від 7 до 200 років (парк «Веселі Терни»). Переважали дуби віком 30—40 років, висотою 15—18 м, з діаметром стовбура на висоті 1,3 м — 25—40 см. Вікові дерева *Q. robur* (понад 100 років) виявлено у трьох парках міста: «Веселі Терни» в Тернівському районі, імені Федора Мершавцева в Центрально-Міському районі та у дендропарку по вул. Харитонова. Висота цих дерев становила 25—32 м, діаметр стовбура — 60—130 см. Кількість молодих дерев віком до 10 років дуже мала і становить лише 1 % від загальної кількості дерев у місті. У парку імені Федора Мершавцева виявлено один культивар *Q. robur* 'Fastigiata' (середня висота дерев — 8,5 м, діаметр стовбура — 22,4 см). Дуб червоний (*Q. rubra*) зростає в зелених насадженнях міста в незначній кількості лише в чотирьох парках, здебільшого — висаджений поодинокі. Середня висота дерев — 13,5 м, діаметр стовбура — 30,4 см. У двох парках виявлено *Q. petraea*. Середня висота дерев — 10,3 м, діаметр стовбура — 22,6 см.

Аналіз рослин за діаметром штамба виявив, що переважала група рослин, діаметр стовбура яких становив від 22 до 30 см.

Таблиця 2. Біометричні та еколого-біологічні характеристики видів роду *Quercus* у парках та скверах м. Кривий Ріг  
Table 2. Biometrical, ecological and biological characteristics of the genus *Quercus* species in parks and squares of Krivyyi Rih city

Таксон	Місце посадки	Тип посадки	Вік, років	Висота, (min–max), м	Діаметр стовбура, (min–max), см	Посухо-стійкість, бал	Зимо-стійкість, бал	Життєвий стан, бал
<i>Q. robur</i>	Парк, сквер	Масив, один., група	<15	5–10	9–20	I	I	VI–VII
			30–40	15–18	25–40	I	I	VII–VIII
			>100	25–32	60–130	I	I	V–VII
<i>Q. robur</i> 'Fastigiata'	Парк	Ряд	15–20	6–13	12–35	I	I	VIII
<i>Q. rubra</i>	Парк, сквер	Од., група	<15	5–9	7–15	I	I	VI–VII
			30–40	15–18	30–75	I	I	VI–VIII
<i>Q. petraea</i>	Парк	Група	15–20	8–13	16–26	I–II	I	VII

Негативно впливають на життєвий стан дубів хвороби грибкового та бактеріального походження. В парках міста трапляються дерева *Q. robur*, листки яких ушкоджені борошнистою россою (10 %). Рідше спостерігали плямистість та некрози. Розтріскування кори стовбура трапляється частіше у вікових дерев *Q. robur*. У більшості міських насаджень стан дубів є задовільним, вони зберігають декоративність протягом усього вегетаційного періоду.

Самостійне відновлення *Q. robur*, як і інших видів цього роду, в парках зазвичай відсутнє. Це пояснюється низкою причин, зокрема діяльністю людини. Зниження стійкості та загибель як насінневого, так і порослевого відновлення дуба пояснюється його світлолюбністю. Тривалий час молоді рослини існують під пологом деревостану у вигляді «торчків», але так і не переходять в ярус підросту.

#### Висновки

У насадженнях парків і скверів м. Кривий Ріг рід *Quercus* представлений лише трьома видами і одним культиваром, у колекції Криворізького ботанічного саду НАН України — 10 видами та одним культиваром, які мають добрий стан та високу декоративність. Вікові рослини в місті представлені поодинокими екземплярами *Q. robur* L., стан яких можна охарактеризувати як задовільний.

На підставі результатів багаторічних досліджень еколого-біологічних особливостей, проведених у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України можна констатувати, що перспективними для поповнення асортименту зелених насаджень великого промислового міста у степовій зоні є *Q. castaneifolia*, *Q. imbricaria*, *Q. macranthera*.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Геоботаническое* районирование Украинской ССР / Ред. А.И. Барбарич.— К.: Наук. думка, 1977. — 307 с.
2. *Головач А.Г.* Деревья, кустарники и лианы Ботанического сада БИН АН СССР / А.Г. Головач. — Л.: Наука, 1980. — 187 с.
3. *Добровольський І.А.* Наслідки інтродукції деяких декоративних деревних і чагарникових порід в

- умовах Криворіжжя / І.А. Добровольський // Укр. ботан. журн.— 1961. — Т. 18, №1. — С. 87—90.
4. *Илькин Г.М.* Газоустойчивость растений / Г.М. Илькин. — К. Наук. думка, 1971. — 146 с.
  5. *Інвентаризація* зелених насаджень в Україні. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.epi.org.ua/pravo/inventarizacija-zelenikh-nasadzhen>.
  6. *Каплуненко Н.Ф.* Интродукция дубов на Украине / Н.Ф. Каплуненко. — К.: Наук. думка, 1981. — 164 с.
  7. *Кучеревський В.В.* Анотований список урбанофлори Кривого Рогу / В.В. Кучеревський, Г.Н. Шоль. — Кривий Ріг: Видавничий дім, 2009. — 71 с.
  8. *Левон Ф.М.* Зелені насадження в антропогенно трансформованому середовищі: монографія / Ф.М. Левон; відп. ред. П.А. Мороз. — К.: ННЦ ІАЕ, 2008. — 364 с.
  9. *Меницкий Ю.Л.* Дубы Азии / Ю.Л. Меницкий. — Л.: Наука, 1984. — 255 с.
  10. *Некрасов В.И.* Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / В.И. Некрасов. — М.: Наука, 1980. — 100 с.
  11. *Природнича* географія Кривбасу / В.Л. Казаков, І.С. Паранько, М.Г. Сметана [и др.]. — Кривий Ріг: КДПУ, 2005. — 156 с.
  12. *Пятницкий С.С.* Практикум по лесной селекции / С.С. Пятницкий. — М.: Сельхозиздат, 1961. — 271 с.
  13. *Савельева Л.С.* Устойчивость деревьев и кустарников в защитных насаждениях / Л.С. Савельева. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 168 с.
  14. *Соломаха Н.Г.* Современное состояние коллекций видов рода *Quercus* L. на ГП «Мариупольская лесная научно-исследовательская станция» / Н.Г. Соломаха, Т.Н. Короткова // *Miestų želdynų formavimas*. — 2016. — № 1(13). — С. 350—358 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.krastotvarka.vhost.lt/documents/177.html>
  15. *Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли / А.Л. Тахтаджян. — Л.: Наука, 1978. — С. 248.
  16. *Удосконалена* схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Тищенко // Укр. географ. журн., 2003. — Вип. 1. — С. 16—21.
  17. *Федоровский В.Д.* Древесные растения Криворожского ботанического сада (Итоги интродукции за 25 лет) / В.Д. Федоровский, А.Е. Мазур. — Днепропетровск: Б.и., 2007. — 256 с.
  18. *Цурик Є.І.* Лісотаксаційні вимірювання / Є.І. Цурик, П.Г. Хомюк. — Л.: НЛТУ України, 2005. — 187 с.
  19. *Экологические* и социально-гигиенические проблемы и пути оздоровления крупного промышленного региона / А.Е. Лысый, С.А. Рыженко, И.П. Козярин [и др.] — Кривой Рог, 2007. — 428 с.

Рекомендував Ю.О. Клименко  
Надійшла 04.01.2018

REFERENCES

1. *Geobotanicheskoe rajonirovanie Ukrainskoj SSR* [Geobotanical zoning of the Ukrainian SSR], Red. A.I. Barbarich (1977), Kyiv: Nauk. dumka, 307 p.
2. *Golovach, A.G.*, (1980). *Derevja, kustarniki i liani Botanicheskogo sada BIN AN SSSR* [Trees, bushes and lianas of the Botanical Garden of Institute of Botany of the Academy of Sciences of the USSR]. Leningrad: Nauka, 187 p.
3. *Dobrovolskij, I.A.* (1961), *Naslidky introdukcii dejakih dekoratyvnyh derevnyh i chagarnykovykh porid v umovah Kryvorizhzhja* [Implications of the introduction of some ornamental tree and shrub breeds in conditions of Kryvorizhzhja] Ukr. botan. zhurn. [Ukr. Botan. J.], vol.18, N 1, pp. 87–90.
4. *Ilkin, G.M.* (1971), *Gazoustojchivost rastenij* [Gas resistance of plants]. Kyiv: Naukova dumka, 146 p.
5. *Inventaryzacija zelenykh nasadzhen v Ukraini* [Inventory of green plantations in Ukraine]. Mode access: <http://www.epl.org.ua/pravo/inventaryzacija-zelenikh-nasadzhen>.
6. *Kaplunenko, N.F.* (1981), *Introdukcija dubov na Ukraini* [Introduction of oaks in Ukraine]. Kyiv: Naukova dumka, 164 p.
7. *Kucherevskij, V.V. and Shol, G.N.* (2009), *Anotovanyj spysok urbanoflory Kryvogo Rogu* [Anonymity list of Urbanoflora of Kryvyi Rih]. Kryvyi Rih: Vydavnychy dim, 71 p.
8. *Levon, F.M.* (2008), *Zeleni nasadzhenja v antropogenno transformovanomu seredovyshhi: monografija* [Green plantations in anthropogenically transformed environment: monograph]. Vidp. red. P.A. Moroz. Kyiv: NNC IAE, 364 p.
9. *Menickij, Ju.L.* (1984), *Duby Azii* [Oaks of Asia]. Leningrad: Nauka, 255 p.
10. *Nekrasov, V.I.* (1980), *Aktualnye voprosy razvitija teorii akklimatizacii rastenij*. [Actual questions of development of the theory of plant acclimatization]. Moscow: Nauka, 100 p.
11. *Kazakov, V.L., Parako, I.S., Smetana, M.G. i dr.* (2005), *Pryrodnycha geografija Kryvbassu* [The natural geography of Krivbass]. Kryvyi Rih: KDPU, 156 p.
12. *Pjatnickij, S.S.* (1961), *Praktikum po lesnoj selekcii* [Workshop on forest breeding] Moscow: Selhozizdat, 271 p.
13. *Saveleva, L.S.* (1975), *Ustojchivost derev i kustarnikov v zashhitnykh nasazhdenijah* [Stability of trees and shrubs in protective plantations]. Moscow: Lesnaja promyshlennost, 168 p.
14. *Solomaha, N.G., Korotkova, T.N.* (2016), *Sovremennoe sostojanie kollekcij vidov roda Quercus L. na GP "Mariupolskaja lesnaja nauchno-issledovatel'skaja stacija"* [The current state of collections of the genus *Quercus* L. species at the Mariupol Forest Research Station]. *Miestu želdynu formavimas*, N 1(13), pp. 350–358. Mode access: <http://www.krastotvarka.vhost.lt/documents/177.html>
15. *Tahtadzhan, A.L.* (1978), *Floristicheskie oblasti Zemli* [Floristic regions of the Earth]. Leningrad: Nauka, p. 248.
16. *Marynych, O.M., Parhomenko, G.O., Petrenko, O.M. and Tyshhenko, P.G.* (2003), *Udoskonalena shema fizyko-geografichnogo rajonuvannja Ukrainy* [An improved scheme of physical geographic zoning of Ukraine.]. *Ukrainskij geografichnyj zhurnal* [Ukr. Geographic. J.], vyp. 1, pp. 16–21.
17. *Fedorovskij, V.D. and Mazur, A.E.* (2007), *Drevesnye rastenija Krivorozhskogo botanicheskogo sada. (Itogi introdukcii za 25 let)* [Woody plants of the Krivy Rih Botanical Garden (Results of introduction for 25 years)]. Dnepropetrovsk, 256 p.
18. *Curyk, Je.I. and Homjuk, P.G.* (2005), *Lisotaksacijni vymirjuvannja* [Forest-valuation measurements]. Lviv: NLTU Ukrainy, 187 p.
19. *Lysyj, A.E., Ryzhenko, S.A., Kozjarin, I.P. i dr.* (2007), *Jekologicheskie i socialno-gigienicheskie problemy i puti ozdorovlenija krupnogo promyshlennogo regiona* [Ecological and socio-hygienic problems and ways of improving a large industrial region]. Kryvyi Rih, 428 p.

Recommended by Yu.O. Klumenko  
Received 04.01.2018

Е.В. Лантева

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

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА  
*QUERCUS* L. В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
КРИВОГО РОГА

**Цель** — изучить основные биометрические и биолого-экологические характеристики представителей рода *Quercus* L. в зеленых насаждениях Кривого Рога и дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины (КБС).

**Материал и методы.** Изучено современное состояние видов рода *Quercus*, которые используют в озеленении Кривого Рога, и в коллекции дендрария КБС. Для изучения возраста деревьев измеряли диаметр ствола на высоте 1,3 м и их высоту. Жизненное состояние оценивали по 8-балльной шкале Л.С. Савельевой (1975), засухоустойчивость — по 6-балльной шкале С.С. Пятницкого (1961), зимостойкость — по 5-балльной шкале И.А. Добровольского (1961), интенсивность цветения и плодоношения — по 6-балльной шкале А.Г. Головача (1980).

**Результаты.** Большинство интродуцированных видов рода *Quercus* в коллекции КБС достигают размеров, соответствующих их возрасту. У деревьев обнаружен высокий балл жизнеспособности (VII-VIII). В парковых насаждениях Кривого Рога обнаружены деревья *Q. robur* L. в возрасте от 7 до 200 лет. Преобладают деревья в возрасте 30–40 лет, высота которых составляет — 15–18 м, диаметр ствола — 25–40 см. Жизненное состояние большинства растений соответствовало VII и VIII баллам, у некоторых — V и VI баллов. Представители рода *Quercus* хорошо развиты, регулярно цветут и плодоносят, не поражены вредителями и болезнями, кроме менее устойчивого вида *Q. robur*.

**Выводы.** В насаждениях парков и скверов Кривого Рога род *Quercus* представлен тремя видами и одним культиваром, в коллекции КБС — 10 видами и одним культиваром. Большинство растений имеют хорошее жизненное состояние и высокую декоративность. Перспективными для региональной культуры по совокупности эколого-биологических свойств являются следующие экзоты: *Q. castaneifolia* C.A. Mey., *Q. imbricaria* Stev., *Q. macranthera* Fisch. et Mey., которые прошли многолетнее интродукционное испытание в КБС.

**Ключевые слова:** *Quercus* L., насаждения, жизненное состояние, парки, скверы, Кривой Рог.

O.V. Lapteva

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

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL INDICATORS  
OF THE GENUS *QUERCUS* L. REPRESENTATIVES  
IN GREEN PLANTATIONS OF KRYVYI RIH

**Objective** — to study basic biometrical, ecological and biological characteristics of the genus *Quercus* L. representatives in green plantations of Kryvyi Rih and in the arboretum of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

**Material and methods.** Modern state of the genus *Quercus* species in green plantations of Kryvyi Rih and the arboretum of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine is studied. To study the age of trees, the diameter of trunk was measured at a height of 1.3 m and their whole height. The vital state of plants was assessed by L.S. Savelyeva 8-point scale (1975), drought resistance — according to S.S. Pyatnitsky 6-point scale (1961), frost resistance — according to I.A. Dobrovolsky 5-point scale (1961), the intensity of blossoming and fruiting — according to A.G. Golovach 6-point scale (1980).

**Results.** The most of introduced species of the genus *Quercus* in the collection of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine reach the sizes corresponding to their age. The trees have a high viability score (VII-VIII). According to the results of the analysis in the park plantations of Kryvyi Rih city, *Q. robur* L. trees aged from 7 to 200 years were found. The 30–40 years-aged trees are predominating, their height is 15–18 m, a trunk diameter — 25–40 cm. The vital state of the most of plants corresponded to VII and VIII scores, but there were oaks, the index of which did not exceed V and VI scores. Plants of the genus *Quercus* are well developed, regularly bloom and bear fruit and are practically unaffected by pests and diseases, except for the less stable species *Q. robur*.

**Conclusions.** The genus *Quercus* in parks and squares of Kryvyi Rih is represented by three species and one cultivar, in the collection of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine — 10 species and one cultivar. They have a good vital state and high decorativeness. Perspective for regional culture by complex of ecological and biological properties are following species: *Q. castaneifolia* C.A. Mey., *Q. imbricaria* Stev., *Q. macranthera* Fisch. et Mey. which were held in Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine for many years introductory test.

**Key words:** *Quercus* L., plantations, vital state, parks, squares, Kryvyi Rih.

УДК 58.006:581.93(477-25)

О.І. ШИНДЕР<sup>1</sup>, С.А. ГЛУХОВА<sup>2</sup>, С.М. МИХАЙЛИК<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Сирецький дендрологічний парк загальнодержавного значення  
Україна, 04136 м. Київ, вул. Тираспільська 43,

## СПОНТАННА ФЛОРА СИРЕЦЬКОГО ДЕНДРОЛОГІЧНОГО ПАРКУ ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ (М. КИЇВ)

**Мета** — вивчити видовий склад і структуру спонтанної флори на території Сирецького дендрологічного парку загальнодержавного значення (м. Київ).

**Матеріал та методи.** Дослідження проведено у 2014—2017 рр. на території Сирецького дендропарку під час інвентаризації його колекційного флорофунду відкритого ґрунту.

**Результати.** Складено конспект спонтанної флори Сирецького дендропарку, що включає 421 вид із 78 родин. Розглянуто групи аборигенних та інтродукованих видів рослин із високими акліматизаційними показниками, яких з різних причин не занесено до складу дослідженої спонтанної флори.

**Висновки.** Спонтанна флора Сирецького дендрологічного парку складається із трьох основних груп таксонів — аборигенних (56,5%), ксенофітів (24,5%) та ергазіофітів (19,0%) — і характеризується значним видовим багатством порівняно з іншими ботанічними установами України. Вперше для урбанофлори м. Києва наведено адвентивні види *Euphorbia humifusa* Willd. та *Parietaria judaica* L.

**Ключові слова:** спонтанна флора, адвентивні види, ергазіофіти, Сирецький дендрологічний парк.

Вивчення спонтанної флори інтродукційних центрів — ботанічних садів і дендропарків — передбачає дослідження за декількома важливими напрямками сучасної ботанічної науки: збереження біорізноманіття *ex situ*, підведення підсумків інтродукційної роботи і дослідження фітоінвазій. Одним із осередків інтродукційної роботи у м. Києві є Сирецький дендрологічний парк загальнодержавного значення. На його порівняно невеликій території (7,5 га) проводиться цілеспрямована робота з підбору і використання в озелененні різноманітних, переважно декоративних рослин. Нині до складу колекційного фонду відкритого ґрунту дендропарку входять понад 1340 місцевих та інтродукованих таксонів деревних і трав'янистих рослин [2, 3]. У зв'язку з проведенням інвентаризації флорорізноманіття парку актуальними завданнями були вивчення видового складу його спонтанної флори та виявлення інтродуцентів із високими показниками акліматизації — потенційних ергазіофітів.

© О.І. ШИНДЕР, С.А. ГЛУХОВА,  
С.М. МИХАЙЛИК, 2018

Мета — вивчити видовий склад і структуру спонтанної флори на території Сирецького дендрологічного парку загальнодержавного значення (м. Київ).

### Матеріал та методи

Дослідження проведено у 2014—2017 рр. на території Сирецького дендрологічного парку під час інвентаризації колекції рослин відкритого ґрунту.

Досліджена спонтанна флора сформована трьома основними групами таксонів різного походження: місцевими видами (аборигенна фракція), ксенофітами або заносними видами (адвентивна фракція) та ергазіофітами — натуралізованими інтродуцентами, які утворили спонтанні популяції (адвентивна фракція). В цілому ми розуміємо «спонтанну флору» як «сукупність популяцій рослин, котрі виникли на певній території довільно» та вважаємо її складовою урбанофлори м. Києва [7].

При вивченні спонтанної флори використано принцип відбору ергазіофітів у групі ви-

дів з високими акліматизаційними показниками: наявність двох і більше генеративних особин інтродуцентів насінневого походження або локусів їх спонтанних інтродукційних популяцій за межами ділянок культивування [8]. До складу спонтанної флори не включено інтродуковані види рослин, які утворюють часом рясний самосів, але з певних причин не формують повноцінну популяцію. З місцевих аборигенних видів до складу спонтанної флори залучено лише ті види, котрі формують популяції безпосередньо на території Сирецького дендропарку.

Обсяг родин і класів структуровано за філогенетичним принципом [5, 10]. Номенклатуру таксонів наведено переважно за «The Plant List» [10]. Деякі види (*Oenothera biennis*, *Solanum nigrum* тощо) наведено у широкому розумінні (*sensu lato*), вони потребують подальших досліджень.

Біоморфологічний аналіз виконано за класифікацією І.Г. Серебрякова з виділенням окремого типу життєвих форм «дерев'янисті ліани», як прийнято у вітчизняній дендрології [3, 6]. Зразки видів дослідженої спонтанної флори передано до гербарію *KWHA*.

### Результати та обговорення

Сирецький дендрологічний парк загальнодержавного значення розташований у північно-західній частині м. Києва. Його територія приурочена до плато між западиною в урочищі Сирецький гай (нині — парк-пам'ятка загальнодержавного значення «Сирецький гай») та долинами струмків Сирець і Курячий Брід. Згідно з фізико-географічним районуванням Сирець розташований на південній межі Полісся. В минулому цю місцевість вкривав суцільний масив листяних та мішаних лісів, сформованих переважно дубом і грабом з участю липи та сосни. Клімат цієї місцевості — помірно-континентальний і є типовим для південної частини Полісся. Ґрунтовий покрив формують переважно слабкотта середньопідзолисті супіски.

Засновано Сирецький дендропарк у 1949 р. Як композиційну основу його території було використано аборигенний віковий дерево-

стан місцевих деревних порід і кілька дендрогруп, висаджених у кінці XIX ст. [2, 3].

За результатами проведеної інвентаризації наводимо конспект спонтанної флори Сирецького дендропарку.

Умовні позначення: А — аборигенна фракція, місцевий вид, Х — адвентивна фракція, ксенофіт, Е — адвентивна фракція, ергазіофіт.

### EQUISETOPHYTA

EQUISETACEAE: *Equisetum arvense* L. (A),  
*E. hyemale* L. (A)

### POLYPODIOPHYTA

DRYOPTERIDACEAE: *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (A)

### PINOPHYTA

*Nota.* Крім нижчеперерахованих таксонів, певний потенціал для формування інтродукційних популяцій мають види роду *Thuja* (*Cupressaceae*): поруч з насадженнями дорослих екземплярів на одному із виділів зростає кілька віргінільних особин самосівного походження *Th. occidentalis* L. і генеративна особина та кілька віргінільних — *Th. plicata* Donn ex D. Don.

PINACEAE: *Abies alba* Mill. (E), *Pinus sylvestris* L. (A)

*Nota.* Наводимо *Abies alba*, оскільки цей вид утворює розріджений самосів і в деревостані дендропарку наявні декілька дерев насінневого походження. Натомість усі сіянци *A. nordmanniana* (Steven) Spach вилучаються з метою дорощування на розсаднику. Також у коніферетумі дендропарку присутній 1 віргінільний екземпляр *Picea abies* (L.) H. Karst. спонтанного генеративного походження.

TAXACEAE: *Taxus baccata* L. (E), *T. cuspidata* Siebold et Zucc. (E)

*Nota.* Обидва види утворюють рясний і регулярний самосів. Навесні 2017 р. ми нарахували у складі культурфітоценозів дендропарку 99 дорослих тисових особин насінневого походження віком понад 4 роки і 109 сянців віком до 3 років. До кінця не з'ясованою залишилася їх видова приналежність та наявність серед них спонтанного гібриду *T. × media* Rehder. Ми ідентифікували тільки генеративні самосівні особини. Ті з них, котрі належать до *T. baccata*, мозаїчно трапляються майже по всій території парку, а *T. cuspidata* — переважно в центральній і південній частинах парку, ближче до вікових дерев цього виду.

### MAGNOLIOPHYTA

### MAGNOLIOPSIDA

ARISTOLOCHIACEAE: *Aristolochia clematitis* L. (A), *Asarum europaeum* L. (A)

## LILIOPSIDA

*Nota.* Ми не включено до конспекту *Tricyrtis hirta* (Thunb.) Hook. (*Tricyrtidaceae*), який розповсюдився по розсадниках як бур'ян завдяки проростанню відрізків кореневищ під час пересаджування та обробітку ділянок.

ALLIACEAE: *Allium oleraceum* L. (A), *A. waldesteinii* G. Don fil. (A)

ASPARAGACEAE: *Asparagus officinalis* L. (A)

COMMELINACEAE: *Commelina communis* L. (X), *Tradescantia* × *andersoniana* W.Ludw. & Rohweder (E)

*Nota.* Обидва види розсіяно трапляються як бур'яни на розсадниках, причому *C. communis* поширений значно більше, ніж самосівні особини культиварів *T.* × *andersoniana*.

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

CYPERACEAE: *Carex hirta* L. (A), *C. pilosa* Scop. (A), *C. sylvatica* Huds. (A), *C. vulpina* L. (A)

HYACINTHACEAE: *Muscari botryoides* (L.) Mill. (E), *M. neglectum* Guss. ex Ten. (A), *Scilla bifolia* L. (E), *S. siberica* Haw. (E)

JUNCACEAE: *Juncus articulatus* L. (A), *J. compressus* Jacq. (A), *J. tenuis* Willd. (X), *Luzula pilosa* (L.) Willd. (A)

LILIACEAE: *Gagea lutea* (L.) Ker Gawl. (A), *G. minima* (L.) Ker Gawl. (A), *G. paczoskii* (Zapal.) Grossh. (A)

POACEAE: *Apera spica-venti* (L.) P.Beauv. (A), *Arrhenatherum elatius* (L.) J.Presl & C.Presl (X), *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P.Beauv. (A), *Bromus commutatus* Schrad. (X), *B. hordeaceus* L. (A), *B. inermis* Leyss. (A), *B. tectorum* L. (X), *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth (A), *C. epigeios* (L.) Roth (A), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (A), *Dactylis glomerata* L. (A), *Deschampsia caespitosa* (L.) P.Beauv. (A), *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muhl. (X), *D. sanguinalis* (L.) Scop. (X), *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. (X), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (A), *Festuca gigantea* (L.) Vill. (E), *Hordeum murinum* L. (X), *Lolium perenne* L. (A), *Melica altissima* L. (E), *Milium effusum* L. (A), *Phleum pratense* L. (A), *Poa annua* L. (A), *P. bulbosa* L. (E), *P. compressa* L. (A), *P. nemoralis* L. (A), *P. pratensis* L. (A), *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. (A), *Sclerochloa dura* (L.) P.Beauv. (X), *Setaria glauca* (L.) P.Beauv.

(A), *S. verticillata* (L.) Beauv. (X), *S. viridis* (L.) P.Beauv. (X)

## ROSOPSIDA

ACERACEAE: *Acer campestre* L. (A), *A. negundo* L. (X), *A. platanoides* L. (A), *A. pseudoplatanus* L. (E), *A. tataricum* L. (E)

ADOXACEAE: *Adoxa moschatellina* L. (A)

AMARANTHACEAE: *Amaranthus albus* L. (X), *A. blitoides* S.Watson (X), *A. cruentus* L. (E), *A. retroflexus* L. (X)

APIACEAE: *Aegopodium podagraria* L. (A), *Anethum graveolens* L. (E), *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (A), *Conium maculatum* L. (X), *Coriandrum sativum* L. (E), *Daucus carota* L. (A), *Eryngium planum* L. (A), *Falcaria vulgaris* Bernh. (A), *Heracleum sibiricum* L. (A), *H. sosnowskyi* Manden. (X), *Petroselinum crispum* (Mill.) A.W.Hill (E), *Pimpinella saxifraga* L. (A)

*Nota.* *Heracleum sosnowskyi* проникає на територію Сирецького дендропарку з боку парку «Сирецький гай», де порівняно нещодавно сформувалася його велика інвазійна популяція.

APOCYNACEAE: *Vinca minor* L. (A), *Vincetoxicum hirundinaria* Medik. (A)

ASTERACEAE: *Achillea collina* J.Becker ex Rchb. (A), *A. inundata* Kondr. (A), *A. millefolium* L. (A), *A. pannonica* Scheele (A), *Ambrosia artemisiifolia* L. (X), *Anthemis cotula* L. (X), *Arctium lappa* L. (A), *A. tomentosum* Mill. (A), *Artemisia annua* L. (X), *A. austriaca* Jacq. (A), *A. campestris* L. (A), *A. vulgaris* L. (A), *Bellis perennis* L. (разом із культиваром 'Tasso Strawberries') (A, E), *Bidens frondosa* L. (X), *Calendula officinalis* L. (E), *Callistephus chinensis* Nees (E), *Carduus acanthoides* L. (X), *C. crispus* L. (A), *Centaurea diffusa* Lam. (X), *C. jacea* L. (A), *C. scabiosa* L. (A), *Cichorium intybus* L. (X), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (A), *Conyza canadensis* (L.) Cronq. (X), *Cosmos bipinnatus* Cav. (E), *Crepis rhoeadifolia* M.Bieb. (A), *C. tectorum* L. (A), *Erigeron annuus* (L.) Desf. (X), *Galinsoga parviflora* Cav. (X), *G. urticifolia* (Kunth) Benth. (X), *Helianthus tuberosus* L. (E), *Hieracium umbellatum* L. (A), *Hypochoeris radicata* L. (A), *Inula britannica* L. (A), *I. helenium* L. (A), *Lactuca muralis* (L.) Gaertn. (A), *L. serriola* L. (X), *Lapsana communis* L. (A), *Leontodon autumnalis* L. (A), *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter (X), *M. re-*



*cutita* L. (X), *Pilosella cymosa* (L.) F.Schultz & Sch. Bip (A), *P. officinarum* F.Schultz & Sch.Bip. (E), *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop. (A), *P. parthenium* (L.) Smith (X), *Senecio jacobaea* L. (A), *S. vernalis* Waldst. & Kit. (A), *S. vulgaris* L. (X), *Silphium perfoliatum* L. (E), *Solidago altissima* L. (E), *S. canadensis* L. (E), *S. virgaurea* L. (A), *Sonchus arvensis* L. subsp. *uliginosus* (M.Bieb.) Nyman (A), *S. oleraceus* L. (X), *Tanacetum vulgare* L. (A), *Taraxacum officinale* L. (A), *T. serotinum* (Waldst. & Kit.) Poir. (A), *Tragopogon major* Jacq. (A), *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. (X), *Tussilago farfara* L. (A), *Xanthium albinum* (Widder) H.Scholz (X)

*Nota.* *Solidago altissima* і *S. canadensis* поширилися із колишніх сортовипробувальних ділянок, що належали агрофірмі «Квіти України», причому, популяція *S. altissima* локальна і приурочена до господарської частини Сирецького дендропарку. Тут слід згадати і про *Helianthus pauciflorus* Nutt. (syn. *H. rigidus* (Cass.) Desf.), який наводився здичавілим «на території Сирецького квітництва» [5]. Під час інвентаризації ми цей вид у Сирецькому дендропарку не відзначали.

BALSAMINACEAE: *Impatiens parviflora* DC. (X)

BERBERIDACEAE: *Berberis aquifolium* Pursh (E)

BETULACEAE: *Betula pendula* Roth (A)

*Nota.* Слід зазначити, що на виділі з березами росте самосівна молода генеративна особина F2 гібридного інтродуцента *B. dahurica* Pall. × *B. sp.* та середньовікова генеративна особина *B. lenta* L.

BORAGINACEAE: *Anchusa officinalis* L. (X), *Asperugo procumbens* L. (A), *Buglossoides arvensis* (L.) I.M.Johnst. (X), *Echium vulgare* L. (A), *Myosotis arvensis* (L.) Hill (X), *M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl (A), *Pulmonaria obscura* Dumort. (A), *Symphytum asperum* Lepech. (X), *S. officinale* L. (A)

BRASSICACEAE: *Armoracia rusticana* P.Gaertn., B.Mey.&Scherb. (X), *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande (A), *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (X), *Berteroa incana* (L.) DC. (A), *Brassica napus* L. (X), *Bunias orientalis* L. (X), *Camelina microcarpa* Andr. (X), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (X), *Cardamine parviflora* L. (A), *Cardaria draba* (L.) Desv. (X), *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl (X), *Diplotaxis muralis* (L.) DC. (X), *D. tenuifolia* (L.) DC. (X), *Draba nemorosa* L. (A), *Erophila verna* (L.) Besser (A),

*Eruca vesicaria* (L.) Cav. (X), *Erysimum cheiranthoides* L. (X), *Lepidium ruderales* L. (X), *Raphanus sativus* L. (E), *Rorippa × anceps* (Wahlenb.) Rchb. (A), *R. austriaca* (Crantz) Besser (A), *R. sylvestris* (L.) Besser (A), *Sisymbrium loeselii* L. (X), *S. officinale* (L.) Scop. (X), *Thlaspi arvense* L. (X)

CAMPANULACEAE: *Campanula patula* L. (A), *C. rapunculoides* L. (A)

CANNABACEAE: *Cannabis ruderalis* Janisch. (X), *Humulus lupulus* L. (A)

CAPRIFOLIACEAE: *Lonicera caprifolium* L. (E), *L. ruprechtiana* Regel (E), *L. tatarica* L. (E)

*Nota.* Декілька генеративних особин *L. caprifolium*, імовірно, насінневого походження, відзначено в коніферетумі серед куртин ялівців. *L. ruprechtiana* утворює рясний самосів і поширюється у паркових насадженнях далеко за межі первинної ділянки культивування.

CARYOPHYLLACEAE: *Arenaria viscida* Hall. f. ex Lois. (A), *Cerastium semidecandrum* L. (A), *Cucubalus baccifer* L. (A), *Dianthus armeria* L. (A), *Melandrium album* (Mill.) Garcke (A), *Myosoton aquaticum* (L.) Moench (A), *Oberna behen* (L.) Ikonn. (A), *Sagina subulata* (Sw.) C.Presl (X), *Saponaria officinalis* L. (X), *Scleranthus annuus* L. (X), *Stellaria graminea* L. (A), *S. holostea* L. (A), *S. media* (L.) Vill. (A)

CELASTRACEAE: *Euonymus europaeus* L. (A), *E. verrucosus* Scop. (A)

CHENOPODIACEAE: *Atriplex patula* L. (A), *A. sagittata* Borkh. (A), *A. tatarica* L. (X), *Chenopodium album* L. (A), *C. hybridum* L. (X), *C. opulifolium* Schrad. ex W.D.J.Koch & Ziz (X), *C. polyspermum* L. (X), *Kochia scoparia* (L.) Schrad. (E)

CONVOLVULACEAE: *Convolvulus arvensis* L. (A)

CORNACEAE: *Cornus sanguinea* L. (A)

CORYLACEAE: *Carpinus betulus* L. (A), *Corylus avellana* L. (A), *C. colurna* L. (E)

*Nota.* *C. colurna* утворює помірний самосів, зокрема на значній відстані від дорослих дерев, унаслідок чого в парку сформувалася молода спонтанна інтродукційна популяція виду.

CRASSULACEAE: *Hylotelephium decumbens* (Jalas) Byalt (A), *H. maximum* (L.) Holub (A), *Petrosedum reflexum* (L.) Grulich (E), *Phedimus spurius* (M.Bieb.) 't Hart (E), *Sedum acre* L. (A), *S. album* L. (E), *S. pallidum* M.Bieb. (E), *S. sexangulare* L. (E)

CUCURBITACEAE: *Bryonia alba* L. (X), *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A.Gray (X)

DIPSACACEAE: *Knautia arvensis* (L.) Coult. (A), *Scabiosa ochroleuca* L. (A)

EUPHORBIACEAE: *Euphorbia humifusa* Willd. ex Schlecht. (X), *E. virgata* Waldst. & Kit. (A), *Mercurialis perennis* L. (A)

*Nota.* Адвентивний вид *E. humifusa* потрапив до Сирецького дендропарку разом із колекцією сукулентів закритого ґрунту, переданою у 2007–2008 рр. агрофірмою «Квіти України». Спочатку вид поширився у теплицях і парниках, ставши характерним бур'яном приміщень закритого ґрунту, а потім — у розсаднику. В умовах відкритого ґрунту особини *E. humifusa* гинуть під час перших заморозків, проте його насіння успішно перезимовує на поверхні ґрунту і навесні формуються нові генерації виду. Для урбанofлори Києва вид раніше не наводили [9].

FABACEAE: *Amorpha fruticosa* L. (E), *Astragalus cicer* L. (A), *A. glycyphyllos* L. (A), *Lathyrus pratensis* L. (A), *L. sylvestris* L. (A), *L. tuberosus* L. (X), *Lotus corniculatus* L. (A), *Lupinus polyphyllus* Lindl. (E), *Medicago falcata* L. (A), *M. lupulina* L. (A), *M. sativa* L. (X), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (A), *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. (A), *Robinia pseudoacacia* L. (E), *Securigera varia* (L.) Lassen (A), *Trifolium arvense* L. (A), *T. hybridum* L. (X), *T. pratense* L. (A), *T. repens* L. (A), *Vicia cracca* L. (A), *V. hirsuta* (L.) S.F.Gray (A), *V. sativa* L. (X), *V. sepium* L. (A), *V. villosa* Roth (X)

*Nota.* В умовах Сирецького дендропарку *R. pseudoacacia* не розмножується насінням, проте в його різних виділах присутні старі екземпляри виду, котрі постійно засмічують територію кореневою порослю.

FAGACEAE: *Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L. (A), *Q. rubra* L. (E)

*Nota.* На території Сирецького дендропарку збереглося 9 аборигенних дерев *Q. robur* віком 250–300 років. На одному із виділів дендропарку росте також 15–20-річний самосівний екземпляр *Q. robur* 'Fastigiata'. Рясний самосів в окремі роки формує *F. sylvatica*, але його сіянці практично не переживають літній спекотний період. На одному із виділів дендропарку ростуть 2 самосівні молоді буки (рис. 1). Крім того, у безпосередній близькості від Сирецького дендропарку — у долині струмка Курачий Брід (урочище Рогозів Яр), у нижній частині схилу південної експозиції, вкритого тінистим грабовим деревостаном, ми виявили у 2016 р. самосівний 8-річний віргінільний екземпляр *F. sylvatica*. На нашу думку, буки насінневого походження на території м. Києва можуть виживати у добре зволжених

лісових оселищах, а сам вид можна розглядати як ергазіофіт у складі адвентивної фракції урбанofлори м. Києва. З огляду на те, що у Сирецькому дендропарку формується молода інтродукційна популяція виду, ми його включаємо до складу спонтанної флори.

FUMARIACEAE: *Corydalis cava* (L.) Schweigg. & Korte (E), *C. solida* (L.) Clairv. (A), *Fumaria schleicheri* Soy.-Willem. (X)

*Nota.* Нині у ранньовесняному травостої насаджень Сирецького дендропарку формується молода популяція нещодавно інтродукованого виду *Corydalis marschalliana* (Willd.) Pers.

GERANIACEAE: *Erodium cicutarium* (L.) L'Her. (A), *Geranium phaeum* L. (E), *G. pratense* L. (A), *G. pusillum* L. (X), *G. robertianum* L. (A), *G. sanguineum* L. (E), *G. sibiricum* L. (X)

HYPERICACEAE: *Hypericum perforatum* L. (E)

JUGLANDACEAE: *Juglans regia* L. (X)

*Nota.* У Сирецькому дендропарку декілька інтродукованих видів роду *Juglans* утворюють регулярний самосів, але під час господарського догляду його знищують, тому формування спонтанних популяцій не відбувається. Однак дорослі особини *J. regia* насінневого походження наявні у різних виділах дендропарку, тому цей вид ми включаємо до складу спонтанної флори.

LAMIACEAE: *Acinos arvensis* (Lam.) Dandy (A), *Ajuga genevensis* L. (A), *Ballota nigra* L. (X), *Clinopodium vulgare* L. (A), *Glechoma hederacea* L. (A), *Hyssopus officinalis* L. (E), *Lamium amplexicaule* L. (X), *L. galeobdolon* (L.) L. (A), *L. maculatum* (L.) L. (A), *L. purpureum* L. (X), *Leonurus villosus* Desf. ex D'Urv. (A), *Nepeta cataria* L. (E), *N. racemosa* Lam. (E), *Origanum vulgare* L. (A), *Perilla nankinensis* (Lour.) Decne (E), *Prunella vulgaris* L. (A), *Salvia nemorosa* L. (A), *S. verticillata* L. (A), *Scutellaria altissima* L. (A), *Stachys officinalis* (L.) Trevis. (E), *S. sylvatica* L. (A)

MALVACEAE: *Alcea rosea* L. (E), *Lavatera thuringiaca* L. (A), *Malva neglecta* Wallr. (X), *M. sylvestris* L. (X)

MENISPERMACEAE: *Menispermum dauricum* DC. (E)

*Nota.* Декілька особин *M. dauricum* насінневого походження було виявлено в коніферетумі на великій відстані від ділянки культивування.

MORACEAE: *Morus alba* L. (X)

OLEACEAE: *Fraxinus excelsior* L. (A), *Ligustrum vulgare* L. (A), *Syringa vulgaris* L. (E)

ONAGRACEAE: *Epilobium tetragonum* L. (A), *Oenothera biennis* L. s. l. (X)

OROBANCHACEAE: *Lathraea squamaria* L. (A), *Melampyrum nemorosum* L. (A)

OXALIDACEAE: *Xanthoxalis dillenii* (Jacq.) Holub (X), *X. stricta* (L.) Small (X)

PAPAVERACEAE: *Chelidonium majus* L. (A), *Papaver dubium* L. (X), *P. rhoeas* L. (X), *P. somniferum* L. (E)

PHYTOLACCACEAE: *Phytolacca acinosa* Roxb. (E)

*Nota.* Інший адвентивний вид роду — *P. americana* L. — на території дендропарку не виявлено.

PLANTAGINACEAE: *Plantago lanceolata* L. (A), *P. major* L. (A), *P. media* L. (A), *Veronica chamaedris* L. (A), *V. filiformis* Smith (X), *V. hederifolia* L. (A), *V. officinalis* L. (A), *V. persica* Poir. (X), *V. teucrium* L. (A), *V. verna* L. (A)

POLYGONACEAE: *Fallopia dumetorum* (L.) Holub (X), *Persicaria maculosa* S.F.Gray (A), *Polygonum aviculare* L. (A), *Reynoutria japonica* Houtt. (E), *R. sachalinensis* (F.Schmidt ex Maxim.) Nakai (E), *Rumex acetosella* L. (E), *R. confertus* Willd. (A), *R. crispus* L. (A), *R. obtusifolius* L. (A), *R. thyrsoiflorus* Fingerh. (A)

PORTULACACEAE: *Portulaca oleracea* L. s. l. (X)

PRIMULACEAE: *Anagallis arvensis* L. (X), *Lysimachia nummularia* L. (A), *Primula macrocalyx* Bunge (E), *P. veris* L. (E), *P. vulgaris* Huds. (E)

RANUNCULACEAE: *Anemone ranunculoides* L. (A), *Ceratocephala testiculata* (Crantz) Besser (A), *Clematis vitalba* L. (E), *C. viticella* L. (E), *Consolida regalis* S.F.Gray (X), *Ranunculus acris* L. (A), *R. polyanthemus* L. (A), *R. repens* L. (A), *R. sardous* Crantz (A), *R. sceleratus* L. (A), *Thalictrum minus* L. (A)

RESEDACEAE: *Reseda lutea* L. (X)

RHAMNACEAE: *Frangula alnus* Mill. (A), *Rhamnus cathartica* L. (A)

ROSACEAE: *Agrimonia eupatoria* L. (A), *Ame-lanchier ovalis* Medik. (E), *Armeniaca vulgaris* Lam. (E), *Cerasus avium* (L.) Moench (A), *Cotoneaster lucidus* Schldl. (E), *Crataegus × kyrtostyla* Fingerh. (A), *C. monogyna* subsp. *leiomonogyna* (Klokov) Franco (A), *C. submollis* Sarg. (E), *Duchesnea indica* (Andrews) Focke (E), *Filipendula palmata* Maxim. (E), *Fragaria vesca* L. (A), *Geum aleppicum* Jacq. (A), *G. urbanum* L. (A), *Malus ×*

*domestica* Borkh. (X), *M. sylvestris* (L.) Mill. (A), *Padus avium* Mill. (A), *Potentilla anserina* L. (A), *P. argentea* L. (A), *P. recta* L. (A), *P. reptans* L. (A), *Prunus cerasifera* Ehrh. (разом із культиваром 'Pissardii') (E), *Pyrus pyraister* (L.) Burgsd. (A), *Rosa canina* L. (A), *R. corymbifera* Borkh. (A), *R. rubiginosa* L. (A), *R. schmalhausiana* Chrshan. (A), *Rubus caesius* L. (A), *Sorbus aucuparia* L. (A)

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

RUTACEAE: *Phellodendron amurense* Rupr. (E), *Ptelea trifoliata* L. (E)

SALICACEAE: *Populus tremula* L. (A)

SAMBUCACEAE: *Sambucus ebulus* L. (A), *S. nigra* L. (A)

SANTALACEAE: *Viscum album* L. (A)

SCROPHULARIACEAE: *Scrophularia nodosa* L. (A), *Verbascum lychnitis* L. (A), *V. phlomooides* L. (A)

SOLANACEAE: *Solanum dulcamara* L. (A), *S. nigrum* L. s.l. (X)

TILIACEAE: *Tilia cordata* Mill. (A)

*Nota.* На території Сирецького дендропарку збереглося дерево *T. cordata* віком близько 200 років.

ULMACEAE: *Celtis occidentalis* L. (E), *Ulmus glabra* (A), *U. laevis* Pall. (A), *U. minor* Mill. (A), *U. pumila* L. (X)

*Nota.* Участь трьох аборигенних видів *Ulmus* у спонтанній флорі дендропарку потребує уточнення.

URTICACEAE: *Parietaria judaica* L. (X), *Urtica dioica* L. (A)

*Nota.* Адвентивний вид *P. judaica* потрапив до Сирецького дендропарку, ймовірно, із посадковим матеріалом в останнє десятиріччя. Вид активно поширився у теплицях та навколо них (рис. 2). Для урбанофлори м. Києва раніше не наводився [9].

VALERIANACEAE: *Valeriana officinalis* L. s.l. (A)

VERBENACEAE: *Verbena officinalis* L. (X)

VIBURNACEAE: *Viburnum lantana* L. (E), *V. opulus* L. (A)

*Nota.* *V. lantana* в умовах Сирецького дендропарку зростає за межею ареалу, проте успішно натуралізувався у чагарниковому ярусі культурфітоценозів. *V. opulus* є місцевим видом, який культивується. На затінених ділянках завдяки занесенню птахами щороку утворюється самосів виду. За нашими спостереженнями,

такі молоді особини гинуть, не досягаючи генеративного стану, тому вид заносимо до спонтанної флори умовно.

VIOLACEAE: *Viola arvensis* Murray (X), *V. canina* L. (A), *V. mirabilis* L. (A), *V. odorata* L. (E), *V. sororia* Willd. (E), *V. suavis* M.Bieb. (A), *V. tricolor* L. subsp. *matutina* (Klokov) Valentine (A)

*Nota.* *V. sororia* активно поширюється у складі ранньовесняної синузії трав'янистого ярусу в паркових культурфітоценозах. Разом із типовою формою виду розсіваються його культивари 'Albiflora' та 'Freckles'.

VITACEAE: *Parthenocissus vitacea* (Kner.) Hitchc. (E), *Vitis amurensis* Rupr. (E), *V. vulpina* L. (E)

Таким чином, у спонтанній флорі Сирецького дендропарку зафіксовано 421 вид із 78 родин. Систематичну і біоморфологічну структуру флори наведено у таблиці. Найбільша частка (56,5 %) у спонтанній флорі припадає на аборигенні види рослин. Більшість таксонів представлені багаторічними (49,2 %) і мало-річними (34,0 %) трав'янистими видами.

У формуванні спонтанної флори беруть участь види різних фракцій, які слід розглянути окремо. На колекційних і паркових ділянках Сирецького дендропарку культивують багато аборигенних видів, які природно ростуть у місцевих урочищах Сирця, іноді — у безпосередній близькості до території дендропарку, але в його умовах не формують популяцій, найчастіше — через відсутність відповідних

екологічних ніш: *Alisma plantago-aquatica* L., *Betula pubescens* Ehrh., *Campanula persicifolia* L., *Clematis recta* L., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Digitalis grandiflora* Mill., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Iris pseudacorus* L., *Lathyrus niger* (L.) Bernh., *L. vernus* (L.) Bernh., *Lysimachia vulgaris* L., *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Potentilla alba* L., *Salix caprea* L., *Steris viscaria* (L.) Raf., *Teucrium chamaedrys* L., *Trifolium alpestre* L., *Typha latifolia* L. тощо. Заносити ці види до складу спонтанної флори немає підстав. Це ж стосується і деяких адвентивних видів: *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Nyl. та *Impatiens balsamina* L.

До складу спонтанної флори не включено нотовиди, які спонтанно формуються в результаті перезапилення близькоспоріднених інтродуцентів, зокрема *Reynoutria × bohemica* Chrtk & Chrtková і *Taxus × media* Rehder. Спонтанна гібридизація у дендропарку відзначена і в межах родів *Helleborus*, *Primula* та, ймовірно, деяких інших.

В умовах Сирецького дендропарку далеко не всі інтродуценти з високими акліматизаційними показниками, які утворюють самосів, переходять у групу ергазіофітів. На порівняно малій території дендропарку здійснюється інтенсивний господарський догляд, що унеможливорює формування спонтанних інтродукційних популяцій багатьох деревних видів і перехід їх у розряд ергазіофітів,

### Структура спонтанної флори Сирецького дендрологічного парку

#### The structure of the spontaneous flora of the Syrets Arboretum

Таксон	Життєві форми						Фракція		
	дерево	кущ	кущик	деревна ліана	багаторічник	малорічник	аборигени	ксенофіти	ергазіофіти
Equisetophyta					2		2		
Polypodiophyta					1		1		
Pinophyta	4						1		3
Magnoliophyta:					2		2		
Magnoliopsida									
Liliopsida					40	15	35	12	8
Rosopsida	33	24	1	9	162	128	197	91	69
Усього	37	24	1	9	207	143	238	103	80



Рис. 1. Молоді екземпляри *Fagus sylvatica* L. насінневого походження (показано стрілками) в Сирецькому дендрологічному парку

Fig. 1. Young specimens of *Fagus sylvatica* L. of seed origin in the Syrets Arboretum

наприклад, видів роду *Juglans*, *Abies nordmanniana*, *Aesculus hippocastanum* L., *Exochorda racemosa* (Lindl.) Rehder, *Gymnocladus dioica* (L.) K.Koch, *Koelreuteria paniculata* Laxm., *Liriodendron tulipifera* L., *Malus baccata* (L.) Borkh. (самосів спостерігається у типової форми і культиварів 'Pendula' і 'Purpurea Pendula'), *Picea abies* тощо. Часто сіянці цих видів співробітники дендропарку вилучають для використання в озелененні.

Натомість для трав'янистих інтродуцентів, що формують рясний самосів, господарський догляд за територією практично не стає на заваді формування спонтанних інтродукційних популяцій. Види родів *Primula* і *Viola* є повноцінними компонентами трав'янистого покриття в парку. Інші види, наприклад, *Aquilegia vulgaris* L., формують самосів лише безпосередньо в місцях культивування і розглядати їх у складі спонтанної флори немає підстав. Окремо слід згадати представників роду *Helleborus*. Його культивари гібридного походження та інтродуковані останнім часом види *H. caucasicus* A. Braun і *H. purpurascens* Waldst. & Kit. щороку утворюють самосів на розсаднику та в сусідньому парковому культурфітоценозі, тому, ймовірно, з часом сформують гетерогенну інтродукційну популяцію під наметом паркового деревостану.



Рис. 2. *Parietaria judaica* L. на мурі теплиці в Сирецькому дендрологічному парку

Fig. 2. *Parietaria judaica* L. on a wall of greenhouse in the Syrets Arboretum

Успішно акліматизувалися в парку вегетативно-рухомі види з високими фітоценотичними позиціями: ліаноподібні кущики *Hedera canariensis* Willd., *H. helix* L. і *Toxicodendron pubescens* Mill., які сформували густий чагарничковий покрив під наметом деревостану в декількох виділах, інвазійно-спроможні деревні види *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle і *Rhus typhina* L. та деякі трав'яні види, наприклад, *Petasites spurius* (Retz.) Rechb. Інтродукційні популяції таких видів щороку чисельно збільшуються, проте їх недоцільно розглядати у складі спонтанної флори. Помірне вегетативне розмноження властиве і *Tricyrtis hirta* Hook., який завдяки поділу кореневищ поширився на розсадниках.

Останніми роками до дендропарку інтродуковано декілька видів із високим інвазійним потенціалом — *Celastrus scandens* L., *Cephalaria gigantea* (Ledeb.) Bobrov, *Corydalis marschalliana* (Willd.) Pers., *Silphium perfoliatum* L. Імовірно, з часом ці види ввійдуть до складу спонтанної флори.

Цікаво порівняти видове багатство спонтанної флори Сирецького дендропарку з таким інших ботанічних установ України. У спонтанній флорі Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка (площа — близько

130 га), за нашими даними, протягом 2010—2017 рр. відмічено понад 640 видів [8]. На території Національного дендропарку «Софіївка» (площа — 179,2 га) виявлено 528 видів рослин, наявність 419 із них підтверджено у 2007—2009 рр. [4]. Для спонтанної флори Ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна (площа — 22,5 га) наведено 314 видів, для спонтанної флори дендрологічного парку «Асканія-Нова» (площа — 167,3 га) — 484 види [7], для спонтанної флори Державного дендрологічного парку «Олександрія» (площа — близько 400,7 га) — 170 адвентивних трав'янистих видів рослин (ксенофітів та ергазіофітів) [1].

Отже, спонтанна флора Сирецького дендропарку за кількістю видів порівнянна з такими іншими ботанічними установами України — центрами інтродукції і більша, ніж в установах із порівняно невеликою площею. Це несподіваний результат, оскільки Сирецький дендропарк належить до малих парків і для його території характерна ландшафтна одноманітність. Значне видове багатство аборигенної фракції спонтанної флори дендропарку можна пояснити тим, що його територія розташована у місцевості з високим рівнем флористичного різноманіття. Інтенсивна інтродукційна робота у Сирецькому дендропарку також сприяє формуванню багатой адвентивної фракції флори.

### Висновки

Узагальнено відомості про видовий склад спонтанної флори Сирецького дендрологічного парку. Вона включає 421 вид із 78 родин і складається із трьох основних груп таксонів за походженням — аборигенних (56,5%), ксенофітів (24,5%) та ергазіофітів (19,0%). У біоморфологічній структурі найбільша частка припадає на багаторічні (49,2%) та малорічні (34,0%) трав'яні рослини.

Спонтанній флорі Сирецького дендропарку притаманне велике видове багатство порівняно з іншими ботанічними установами України. Це пояснюється інтенсивною інтродукційною роботою, яку проводять у дендропарку,

та його розташуванням у місцевості з порівняно збереженими і флористично багатими природними комплексами.

Вперше для урбанofлори м. Києва наведено адвентивні види *Euphorbia humifusa* та *Parietaria judaica*, занесені на територію Сирецького дендропарку в останнє десятиріччя, які сформували локальні інвазійні популяції.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Галкін С.І. Адвентивна фракція трав'янистої рослинності дендропарку «Олександрія» НАН України / С.І. Галкін, Н.М. Дойко // Інтродукція рослин. — 2012. — № 1. — С. 94—104.
2. Глухова С.А. Каталог деревних рослин Сирецького дендрологічного парку / С.А. Глухова, О.І. Шиндер, С.М. Михайлик. — Полтава: Полтавський літератор, 2017. — 72 с.
3. Глухова С.А. Каталог трав'янистих рослин Сирецького дендрологічного парку / С.А. Глухова, О.І. Шиндер, Л.І. Ємець, С.М. Михайлик. — Полтава: Полтавський літератор, 2016. — 82 с.
4. Доброчаєва Д.М. Рід 873. Соняшник — *Helianthus L.* / Д.М. Доброчаєва // Флора УРСР / за ред. Д.К. Зерова. — К.: АН УРСР, 1962. — Т. 11. — С. 172—177.
5. 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.
6. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений / И.Г. Серебряков. — М.: Высш. шк., 1962. — 379 с.
7. 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.
8. 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: зб. статей конф. — Одеса: ОНУ, 2017. — С. 123—126.
9. Яворська О.Г. Адвентивна фракція синантропної флори Київської міської агломерації : Дис. ... к.б.н.: 03.00.05 / О.Г. Яворська. — К., 2002. — 252 с.
10. *The Plant List*. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.theplantlist.org/>

Рекомендував В.І. Мельник  
Надійшла 02.01.2018

REFERENCES

1. Galkin, S. and Dojko, N. (2012), Adventyvnna frakcija travjanystoji roslynnosti dendroparku "Oleksandrija" NAN Ukrainy [Adventive fraction of herbaceous vegetation of Dendrological Park *Olexandria* of the NAS of Ukraine]. *Introdukciya roslyn [Plant Introduction]*, N 1, pp. 94—104.
2. Gluhova, S., Shynder, O. and Myhajlyk, S. (2017), Katalog derevnyh roslyn Syreckogo dendrologichnogo parku [Catalog of woody plants of the Syrets Arboretum]. *Poltava: Poltavskij literator*, 72 p.
3. Gluhova, S., Shynder, O., Yemets, L. and Myhajlyk, S. (2016), Katalog travjanystyh roslyn Syreckogo dendrologichnogo parku [Catalog of herbaceous plants of the Syrets Arboretum]. *Poltava: Poltavskij literator*, 82 p.
4. Dobrochayeva D. Rid 873. Sonyashnyk — *Helianthus* L. [Genus 873. — *Helianthus* L.]. In: *Flora of Ukr. SSR*. Ed. by D. Zerov. Kyiv: AN URSR, vol. 11, pp. 172—177.
5. Mosjakin, S. and Tyshhenko, O. (2010), Pragmatychna filogenetychna klasyfikaciya sporovyh sudynnyh roslyn flory Ukrainy [A pragmatic phylogenetic classification of vascular cryptogamic plants of the flora of Ukraine]. *Ukr. Botan. zhurn. [Ukr. Botan. J.]*, vol. 67, N 6, pp. 802—817.
6. Serebrjakov, I.Y. (1962), *Ekologicheskaja morfologija rastenij [Ecological morphology of plants]*. Moscow: Vysshaja shkola, 379 p.
7. Kuzemko, A., Sydoruk, T., Didenko, I., Shvec, T. and Bojko, I. (2011), Spontanna flora Nacionalnogo dendrologichnogo parku "Sofijivka" NAN Ukrainy [Spontaneous flora of the National Dendrological Park *Sofijivka* of the NAS of Ukraine]. *Avtohtonni ta introdokovani roslyny [Autochthonous and introduced plants]*. Uman, vol. 7, pp. 25—36.
8. Shynder, O. (2017), Ridkisini vydy u spontannij flori Nacionalnogo botanichnogo sadu NAN Ukrainy [Rare species in spontaneous flora National Botanic Garden of the NAS of Ukraine]. *Genofond kolekcij botanichnih sadiv i dendroparkiv — zaporuka stalih fitocenziv v umovah klimatichnih zmin [The gene pool of botanical gardens and arboretums collections is a pledge of stable phytocoenoses in conditions of climate change]*. Odesa: ONU, pp. 123—126.
9. Javorska, O. (2002), Adventyvnna frakcija synantropnoji flory Kyjivskoj miskoji aglomeraciji [Adventive fraction of synanthropic flora of the Kyiv city agglomeration] : Dis. ... Cand. Biol. Sci.: 03.00.05. Kyiv, 252 p.
10. *The Plant List* [Electronic resource]: <http://www.theplantlist.org/>

Recommended by V.I. Melnyk  
Received 02.01.2018

О.И. Шиндер<sup>1</sup>, С.А. Глухова<sup>2</sup>, С.Н. Михайлик<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный ботанический сад имени Н.Н. Гришко НАН Украины, Украина, г. Киев

<sup>2</sup> Сырецкий дендрологический парк общегосударственного значения Украина, г. Киев

СПОНТАННАЯ ФЛОРА СЫРЕЦКОГО ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО ПАРКА ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ (г. КИЕВ)

**Цель** — изучить видовой состав и структуру спонтанной флоры ва на территории Сырецкого дендрологического парка общегосударственного значения (г. Киев).

**Материал и методы.** Исследование проведено в 2014—2017 гг. на территории Сырецкого дендрологического парка во время инвентаризации его коллекционного флорофонда открытого грунта.

**Результаты.** Составлен конспект спонтанной флоры Сырецкого дендрологического парка, который включает 421 вид из 78 семейств. Рассмотрены группы местных и интродуцированных видов растений с высокими акклиматизационными показателями, которые по разным причинам не включены в состав исследованной спонтанной флоры.

**Выводы.** Спонтанная флора Сырецкого дендрологического парка состоит из трех основных групп таксонов — аборигенных (56,5 %), ксенофитов (24,5 %) и эргазиофитов (19,0 %) — и характеризуется значительным видовым богатством по сравнению с другими ботаническими учреждениями Украины. Впервые для урбанofлоры г. Киева приведены адвентивные виды *Euphorbia humifusa* Willd. и *Parietaria judaica* L.

**Ключевые слова:** спонтанная флора, адвентивные виды, эргазиофиты, Сырецкий дендропарк.

*O. Shynder<sup>1</sup>, S. Glukhova<sup>2</sup>, S. Mykhajlyk<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> М.М. Gryshko National Botanical Garden,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup> Syrets Arboretum, Ukraine, Kyiv

#### SPONTANEOUS FLORA OF THE SYRETS ARBORETUM (KYIV)

**Objective** — to study the species composition and structure of spontaneous flora in the territory of the Syrets Arboretum (Kyiv).

**Material and methods.** The study was conducted in 2014—2017 on the territory of the Syrets Arboretum for the inventory of its collection of plants.

**Results.** The list of the spontaneous flora of the Syrets Arboretum is presented, which includes 421 species of 78 families. The groups of indigenous and introduced species of plants with high acclimatization indexes, which for various reasons are not included in the studied spontaneous flora, have been examined.

**Conclusions.** The spontaneous flora of the Syrets Arboretum consists of three main groups of taxa — indigenous species (56.5 %), xenophytes (24.5 %) and ergasiophytes (19.0 %) and is characterized by considerable species richness in comparison with other botanical institutions of Ukraine. For the first time for the urban flora of Kyiv adventive species *Euphorbia humifusa* Willd. and *Parietaria judaica* L. are given.

**Key words:** spontaneous flora, adventitious species, ergasiophytes, Syrets Arboretum.



**О.Л. РУБЦОВА, Н.В. ЧУВІКІНА**

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

## **НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЕОНІДА ІВАНОВИЧА РУБЦОВА В РАДЯНСЬКИХ СУБТРОПІКАХ**

*Мета* — дослідити перші роки наукової роботи відомого дендролога, ландшафтного архітектора Л.І. Рубцова.

*Матеріал та методи.* При опрацюванні бази джерел використано історико-науковий метод. Проблемно-хронологічний метод забезпечив послідовність викладення матеріалу.

*Результати.* Досліджено перші роки наукової діяльності Л.І. Рубцова. Він розпочав трудову діяльність у 1920-х рр. у субтропічних районах на Чорноморському узбережжі Кавказу. Ще під час навчання в Ленінградській лісотехнічній академії Леонід Іванович обстежив насадження цінних деревних рослин — самшиту та коркового дуба на території Абхазії.

Проаналізовано роботу Л.І. Рубцова в Інституті вологих субтропіків (1933—1935). У цей період Леонід Іванович провів інвентаризацію та оцінку ландшафтного планування Сухумського арборетуму і парку радгоспу «Південні культури» (Адлер). За результатами цих досліджень він сформулював оригінальні висновки та пропозиції щодо асортименту і ландшафтного облаштування субтропічних парків.

*Висновки.* Кавказький період наукової діяльності став початком становлення Леоніда Івановича Рубцова як дендролога і ландшафтного архітектора. Підкреслено необхідність дослідження творчої спадщини Л.І. Рубцова — видатного дендролога та ландшафтного архітектора.

**Ключові слова:** Л.І. Рубцов, Кавказ, самшит, корковий дуб, ландшафтна архітектура.

Леонід Іванович Рубцов, видатний дендролог і ландшафтний архітектор, широко відомий унікальними проектами ділянок, які становлять єдине ціле — дендрарій Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Центральною і найбільш вражаючою композицією дендрарію є відомий далеко за межами України Сад бузку. За його проект, який експонувався в 1967 р. на огляді творчих досягнень радянського зодчества, Союз архітекторів СРСР нагородив Л.І. Рубцова дипломом «За кращу роботу в галузі архітектури».

Постановою колегії Держкомприроди УРСР від 26.07.1972 р. № 22 Ботанічному саду присвоєно статус пам'ятника садово-паркового мистецтва національного значення. У цьому чимала заслуга Леоніда Івановича Рубцова, який протягом 50 років плідно працював у Ботанічному саду в галузі дендрології та ландшафтного будівництва.

Значним є внесок Л.І. Рубцова в проектування та будівництво інших ботанічних садів

(Московського ботанічного саду, Ботанічного саду АН БССР (Мінськ), Ботанічного саду «Поділля» (Вінниця)), а також альпінарію Ботанічного саду Ботанічного інституту імені академіка В.Л. Комарова (Ленінград) [24]. Важливе значення мають роботи з проектування і створення низки парків в Україні, які виконувались під його керівництвом як головного консультанта у майстернях інститутів «Діпромісто» і Українського науково-дослідного інституту «Укрндінжпроект» у 1965—1972 рр. [23].

За видатні заслуги в галузі ландшафтно-архітектури Л.І. Рубцова включено у рейтинг архітекторів республік колишнього Радянського Союзу як архітектора, який одержав високу оцінку професійних товариств [26].

Діяльність Леоніда Івановича, починаючи з 1940-х років, докладно висвітлено в працях колег та учнів [11, 23, 24, 28]. Однак період становлення його як інтродуктора, дендролога, паркознавця досі мало відомий у наукових колах. Лише у статті Г.А. Солтані є згадка, що Л.І. Рубцов провів інвентаризацію парку «Пів-



Л.І. Рубцов, 1938 р. (публікується вперше)

L.I. Rubtsov, 1938 (first published)

денні культури» [25]. Тому тема нашого дослідження є актуальною.

Леонід Іванович Рубцов розпочав наукову роботу в кінці 1920-х рр. у субтропічних районах на узбережжі Кавказу. Це був період інтенсивного розвитку субтропічного сільського господарства СРСР. Для забезпечення економічної незалежності країни необхідно було повністю припинити імпорт сировини, зокрема субтропічного походження, і, відповідно, витрати валюти на чай, тунгове масло, цитрусові, ефірні олії, корок, гутаперчу, декоративні та пряносмакові рослини, дубильні речовини, лікарську сировину, цінні види деревини. Для цього передбачалося використовувати сприятливі умови радянських субтропіків, розташованих у вологій зоні на Чорноморському узбережжі.

У субтропічних районах СРСР було організовано спеціалізовані наукові установи, залучалися кваліфіковані фахівці. Велику увагу приділяли вивченню та оцінці природних і штучних насаджень. Значну роль у цих дослідженнях відіграв Всесоюзний інститут прикладної ботаніки та нових культур (з 1930 р. — Всесоюзний інститут рослинництва (ВІР)). До його

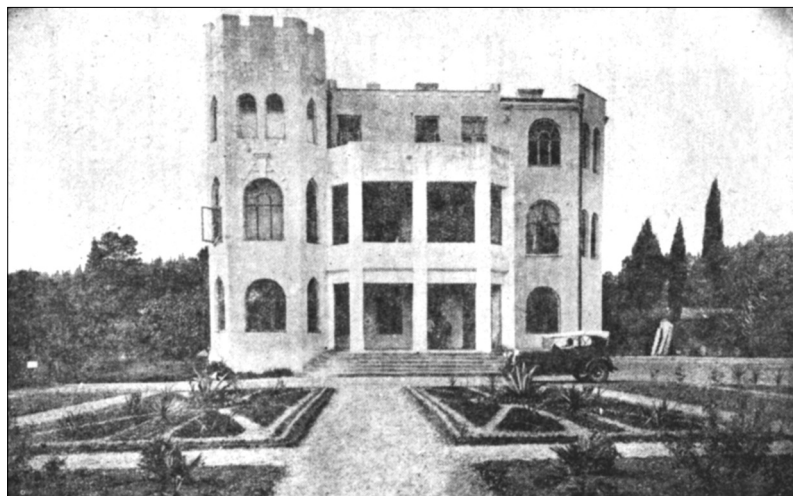
складу входило 13 відділень і дослідних станцій у різних пунктах країни. Для роботи із субтропічними рослинами у 1926 р. було створене Сухумське відділення (Сухумська дослідна станція), у 1927 р. перейменоване у Всесоюзний інтродукційний розсадник субтропічних культур ВІР. Усі відділення ВІР мали великі дослідні поля та добре оснащені лабораторії, в яких працювали великі колективи дослідників. На Сухумській дослідній станції поруч із такими знаними вченими, як Д.Н. Костецький (перший директор Сухумської станції), В.Ф. Николаєв (старший науковий співробітник, заступник директора), С.Г. Гінкул (завідувач відділу дендрології), працювали молоді фахівці, які згодом стали окрасою ботанічної науки: А.Л. Тахтаджян, В.О. Алфьоров, О.П. Вітман, А.О. Федоров, М.М. Молодзьожников, М.В. Смольський [2, 6, 12].

М.І. Вавилов вважав, що субтропічне господарство є одним з найбільш цікавих ділянок соціалістичного будівництва [27].

У 1927—1928 рр. за завданням Сухумського відділення ВІР було проведено обстеження плодкових, дубильних, пряносмакових, декоративних і деревних рослин, які мають цінну деревину [10]. У цих роботах брав участь і Л.І. Рубцов, тоді ще студент Ленінградської лісотехнічної академії.

Леонід Іванович займався обстеженням природних насаджень, а також декоративних форм самшиту (*Vuxus sempervirens* L.) у культурі в межах Закавказзя, на що вказує Т.К. Кварацхелія у статті «Естественно-историческое и агрономическое обследование субтропиков» [10]. Самшит є унікальним видом абхазського лісу та має цінну деревину. Цей вид росте дуже повільно до 150-річного віку переважно у висоту. У віці 350—400 років стовбури досягають 12—15 м у висоту та 30—40 см у діаметрі. Важка і міцна деревина самшиту використовувалася для виготовлення ткацьких човників, у літакобудуванні.

Академік М.І. Вавилов у статті «Проблема новых культур» серед нових для СРСР видів, які заслуговують першочергової уваги, згадав корковий дуб (*Quercus suber* L.) [3]. Корково-



Всесоюзний інститут вологих субтропіків, 1935 р. [1]  
All-Union Scientific Research Institute of Humid Subtropics, 1935 [1]



Парк Сметського  
Park of Smetskyi

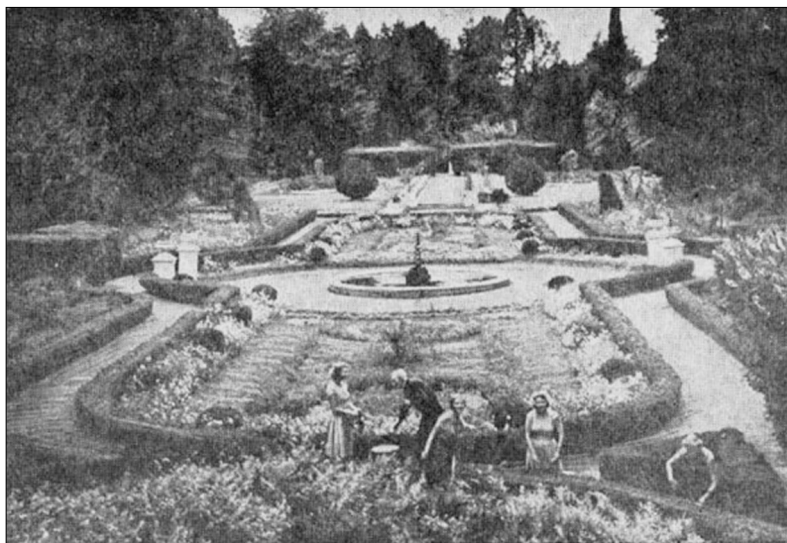
ізоляційне виробництво вважалося одним з найважливіших у СРСР. Ґрунтувалося воно майже цілком на закордонній сировині. Щорічна потреба СРСР у корку становила 10—12 тис. тонн [5].

Постановою Ради з праці та оборони СРСР від 10.01.1929 р. було визнано необхідним прискорити роботи з розведення в південних районах СРСР коркового дуба. До дослідних робіт долучилися лісові дослідні установи Батумі, Сухумі, Ботанічний сад м. Тифліса і Су-

хумське відділення Інституту прикладної ботаніки [4].

Для задоволення потреб промисловості планувалося створити насадження коркового дуба на площі близько 80 тис. га. Необхідні були маточники для збору жолудів і створення майбутніх плантацій.

В Абхазії насадження коркового дуба були у двох районах — Гагринському (1,5 га) та Сухумському (1,5 га). Влітку 1929 р. (також у студентські роки) Л.І. Рубцов обстежив гай кор-



Партер у маєтку Д.В. Драчевського, 1930-ті рр.  
Parter in the estate of D.V. Drachevsky, 1930s

кового дуба в Агудзерах під Сухумі. Це насадження було закладено в 1900 р. насіннєвим матеріалом, отриманим з Нікітського ботанічного саду, де рослини були вирощені з жолудів, зібраних у Лісабоні. В Агудзерах було висаджено 1800 сіянців на площі близько 3 га. На момент обстеження налічувалося 246 дерев. Були зафіксовані: середній діаметр — 38 см, середня висота — 15 м, урожай жолудів з одного дерева — 8—16 кг, схожість жолудів — 70—75 %. Відзначено наявність самосіву коркового дуба та порослеве відновлення.

Обстеживши гай коркового дуба в Агудзерах, Л.І. Рубцов дійшов висновку, що результати його інтродукції й акліматизації в Абхазії задовільні, він має більший приріст у висоту та діаметрі, ніж у найбільш продуктивних насадженнях Марокко, і дає задовільний за якістю корок (наведено дані Є.Є. Керна) швидшими темпами, ніж у себе на батьківщині, а також гарні врожаї жолудів. Результати досліджень було опубліковано в «Трудах по прикладній ботаниці, генетиці і селекції» — журналі, який видавав ВІР під керівництвом М.І. Вавилова [10]. В.Ф. Ніколаєв у статті «Влажные субтропики СССР и работа Сухумского отделения ВИР» відзначив, що Сухум-

ським відділенням ВІР проведено ботанічну паспортизацію найбільшого насадження коркового дуба в Абхазії — в Агудзерах [12].

Після закінчення Ленінградської лісотехнічної академії Л.І. Рубцов працював на Кавказі: у 1930—1931 рр. — фахівцем з лісових культур у Ліспромгоспі м. Туапсе, а у 1933—1935 рр. — старшим науковим співробітником Інституту вологих субтропіків і завідувачем арборетуму цього ж інституту в м. Сухумі [28].

Всесоюзний науково-дослідний інститут вологих субтропіків було організовано в Сухумі в 1933 р. постановою Союзної Ради народних комісарів як науково-дослідний центр зони вологих субтропіків. Він належав до Головного управління субтропічних культур Наркомзему СРСР [1].

Академік М.І. Вавилов при відвідуванні Інституту так охарактеризував його роботу: «Я маю відзначити серйозні зрушення в науково-дослідній роботі Всесоюзного науково-дослідного інституту вологих субтропіків — ваш Інститут зібрав міцний колектив науковців і розгорнув широку польову роботу. Я багато бачив установ, але ваш інститут має виняткові, колосальні перспективи. Інститут забезпечений земельними масивами, лабораторіями, науко-



У маєтку Д.В. Драчевського  
In the estate of D.V. Drachevsky

вими кабінетами та оранжереями. Інститутом вперше виконано важливу роботу: складено агротехнічні правила для найголовніших плодівих і технічних культур. Видно, що в Інституті відчувається розуміння всієї важливості максимально використовувати субтропічні можливості Радянського Союзу» [1].

Основним завданням інституту був розвиток науково-дослідних робіт у галузі субтропічного сільського господарства та впровадження наукових досягнень у виробництво. Головне управління субтропічних культур Наркомзему СРСР вважало за необхідне провести інвентаризацію парків Чорноморського узбережжя [10]. Л.І. Рубцов провів детальну інвентаризацію Сухумського субтропічного арборетуму та парку радгоспу «Південні культури» (Адлер).

Сухумський субтропічний арборетум почав функціонувати як наукова установа у 1925 р., коли територію трьох суміжних парків (колишніх Смецького, Рукавішнікова та Бобринського) було об'єднано в один великий масив загальною площею 50 га і передано Сухумському відділенню ВІР. У 1933 р. арборетум увійшов до складу Всесоюзного науково-дослідного інституту вологих субтропіків. Завдяки кореспондентському зв'язку ВІР із закордонними уста-

новами та численним експедиціям було отримано велику кількість інтродукційного матеріалу, який розмістили на території арборетуму. З ініціативи завідувача відділу дендрології Сухумського відділення С.Г. Гінкула [6] у 1928 р. в арборетумі було закладено фітогеографічні ділянки: японо-китайську, гімалайську і північноамериканську. В.Ф. Ніколаєв згадає також австралійську та мексиканську ділянки [12].

На думку Л.І. Рубцова, із трьох парків, які увійшли до складу арборетуму, колишній парк Смецького був найціннішим як за кількістю та якістю видів, так і за декоративністю їх розташування. Закладка цього парку відбулася у 1893—1894 рр.

Під час інвентаризації у 1934 р. Сухумського арборетуму Л.І. Рубцовим (листяні рослини) і Г.В. Воїновим (голонасінні) було виявлено 896 видів і різновидів у кількості 7 тис. екземплярів. За видовим складом Сухумський субтропічний арборетум був ціннішим, ніж Батумський та Сухумський ботанічні сади і Сочинський дендрарій. В арборетумі представлено всі види пальм, які трапляються на Чорноморському узбережжі, — 18 % від загальної кількості дерев [16, 17, 22].

Інвентаризацію парку радгоспу «Південні культури» провела бригада науковців на чолі

з Л.І. Рубцовим. Було виявлено 379 видів, різновидів і форм у кількості 5420 екземплярів [20, 21].

Леонід Іванович відзначав, що парк радгоспу «Південні культури» (колишній маєток «Случайное» генерала Д.В. Драчевського) є одним з п'яти найвідоміших на Чорноморському узбережжі Кавказу парків. Поступаючись за різноманітністю рослинних форм Нікітському ботанічному саду, Сочинському дендрарію, Сухумському арборетуму і Батумському ботанічному саду, він перевершував їх за плануванням та облаштуванням. Проект парку розробив видатний фахівець садово-паркового мистецтва Арнольд Регель, автор відомої унікальної книги «Изящное садоводство и художественные сады» [13]. Основна територія парку спланована в ландшафтному стилі, є також вишуканий регулярний партер [21]

Відмітною рисою парку є переважання рівнинного рельєфу, наявність великих партерних зон зі стриженими формами, широкими алеями з великих дерев, великої кількості голонасінних видів. Парк прикрашають дві штучні водойми [25].

За результатами детального дослідження парку радгоспу «Південні культури» Л.І. Рубцов підготував путівник по цьому парку і зробив пропозиції щодо його реконструкції [20, 21].

Аналіз біорізноманіття субтропічних парків та їх ландшафтного планування дав можливість Леоніду Івановичу сформулювати оригінальні висновки і пропозиції щодо ландшафтного планування цих парків.

Л.І. Рубцов вважав, що при проектуванні субтропічного парку ландшафтний архітектор має насамперед забезпечити його вічнозеленість шляхом уведення не менше ніж 80 % вічнозелених видів, уникаючи великої кількості шпилькових. Перевага шпилькових видів нівелює відмінність між парком північної та субтропічної зони і надає парку важкого та похмурого вигляду. Частка шпилькових не має перевищувати 30 % від усіх вічнозелених видів.

Листопадні дерева субтропічного парку мають відрізнятися від північних видів характерними рисами: надзвичайно великими листками (павловнія, стеркулія) або листками, гарними за кольором (японський клен, тюльпанне дерево, гінкго).

Леонід Іванович відзначав, що «при просуванні з півночі на південь ми спостерігаємо дві характерні зміни в рослинному світі. Перша — розкіш цвітіння, характерна для північної та помірної зони для трав'янистих рослин, ближче до півдня піднімається все вище і вище від земної поверхні. У субтропічному кліматі найбільше квіткове оздоблення ландшафту створюють не трав'янисті рослини, а чагарники, напівчагарники та дерева. У тропічному кліматі квітки перекочують на дерева, і дерева мають розкішний вигляд. Характерною рисою субтропічних парків є також велика кількість ліан» [19].

Аналіз асортименту деревної рослинності, оцінка особливостей їх цвітіння і плодоношення [7, 8, 9, 15] дали змогу Л.І. Рубцову рекомендувати кращі деревні та чагарникові види для озеленення Чорноморського узбережжя Кавказу [18, 19].

## Висновки

Починаючи зі студентських років, Л.І. Рубцов вивчав природну та культурну флору, а також особливості парків субтропічних районів Кавказу. Результати аналізу біорізноманіття субтропічних парків та їх ландшафтного планування дали йому змогу сформулювати оригінальні висновки і пропозиції щодо ландшафтного планування субтропічних парків.

Результати діяльності Леоніда Івановича висвітлено в працях тих років, які нині є бібліографічною рідкістю.

Наукова спадщина Л.І. Рубцова є важливим внеском у ботанічну науку та садово-паркове мистецтво.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. *Аихацава С.* Всесоюзный научно-исследовательский институт влажных субтропиков, его задачи и

- деятельность / С. Ашхацава. — Сухум: ВНИИВС, 1935. — 39 с.
2. Булава Л.М. Николаев Валентин Федорович. Ботаник, природознавец, фахівець у галузі рослинництва [Електронний ресурс. — Режим доступу: // <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/3366/1/Nikolaev%20V.pdf>
  3. Вавилов Н.И. Проблема новых культур / Н.И. Вавилов // Социалистическое растениеводство. — 1932. — № 1. — С. 151—181.
  4. Векслер А.И. Импортное сырье на практике Закавказья / А.И. Векслер // Субтропики. — 1929. — № 1-2. — С. 3—13.
  5. Векслер А.И. На субтропическом фронте / А.И. Векслер // Субтропики. — 1930. — № 7-12. — С.3—13.
  6. Гинкул Сергей Григорьевич // Советская ботаника. — 1941. — № 3. — С. 202—203.
  7. Календарь цветения /сост. Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1935. — № 3. — С. 126.
  8. Календарь цветения /сост. Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1935. — № 4. — С. 127.
  9. Календарь цветения /сост. Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1935. — № 7. — С. 116.
  10. Кварацхелиа Т.К. Естественно-историческое и агрономическое обследование субтропиков /Т.К. Кварацхелиа // Субтропики. — 1929. — № 1-2. — С. 41—49.
  11. Мешкова В.И. Леонид Иванович Рубцов / В.И. Мешкова // Строительство и архитектура. — 1989. — № 9. — С. 22—24.
  12. Николаев В.Ф. Влажные субтропики СССР и работа Сухумского отделения ВИР / В.Ф. Николаев // Социалистическое растениеводство. — 1932. — № 1. — С. 59—77.
  13. Регель А. Изящное садоводство и художественные сады / А. Регель. — СПб.: Г.Б. Винклер, 1896. — 512 с.
  14. Рубцов Л.И. Агудзерская пробковая роща / Л.И. Рубцов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 1931. — Т. 27, № 3. — С. 41—54.
  15. Рубцов Л.И. Главнейшие сведения о семенах субтропических декоративных растений Черноморского побережья / Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1936. — № 1. — С. 126—128.
  16. Рубцов Л.И. Инвентаризация Сухумского субтропического арборетума / Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1936. — № 3. — С. 54—59.
  17. Рубцов Л.И. Сухумский субтропический арборетум / Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1936. — № 4. — С. 54—58.
  18. Рубцов Л.И. Ассортименты лучших древесных и кустарниковых пород для озеленения Черноморского побережья Кавказа / Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1936. — № 4. — С. 126—127.
  19. Рубцов Л.И. Субтропические парки. В порядке обсуждения / Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1936. — № 7. — С. 51—57.
  20. Рубцов Л.И. Реконструкция парка совхоза «Южные культуры» / Л.И. Рубцов // Советские субтропики. — 1936. — № 11. — С. 74—78.
  21. Рубцов Л.И. Путеводитель по парку совхоза «Южные культуры» / Л.И. Рубцов. — М.: Сельхозгиз, 1937. — 111 с.
  22. Рубцов Л.И. Итоги интродукции древесных и кустарниковых пород в Сухумском субтропическом арборетуме / Л.И. Рубцов // Труды интродукционного питомника субтропических культур. — 1937. — Вып. 2. — С. 5—54.
  23. Рубцова Е.Л. Вклад доктора биологических наук, профессора Л.И. Рубцова в проектирование и строительство парков Украины / Е.Л. Рубцова // Интродукція рослин. — 2016. — № 3. — С. 64—74.
  24. Рубцова Е.Л. Вклад доктора биологических наук, профессора Л.И. Рубцова в создание ботанических садов / Е.Л. Рубцова, Е.И. Романец // Интродукція рослин. — 2016. — № 1. — С. 41—49.
  25. Солтани Г.А. История создания дендропарка «Южные культуры» (персоны и события) / Г.А. Солтани // Hortus Botanicus. — 2014. — № 9. — С.22—33.
  26. Справочник «Единый художественный рейтинг». — Режим доступу: <http://rating.artunion.ru>
  27. Ученые и практики о задачах советского субтропического хозяйства // Советские субтропики. — 1935. — № 2. — С. 18.
  28. Чувикина Н.В. Научная деятельность Леониды Ивановича Рубцова в Национальном ботаническом саду им. Н.Н. Гришко НАН Украины / Н.В. Чувикина // Международные чтения, посвященные 110-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Леониды Ивановича Рубцова. — К.: Велес, 2012. — С. 68—72.

Рекомендував В.І. Мельник  
Надійшла 25.12.2017

#### REFERENCES

1. Ashhatsava, S. (1935), Vsesoyuznyiy nauchno-issledovatel'skiy institut vlazhnyih subtropikov, ego zadachi i deyatelnost [All-Union Scientific Research Institute of Humid Subtropics, its tasks and activity]. Suhum: VNIIVS, 39 p.
2. Bulava, L.M. Nikolaev Valentin Fedorovich. Botanik, prirodznaveets, fahivets u galuzi roslinnitstva [Nikolayev Valentin Fedorovich. Botanist, natural scientist, expert in the field of plant growing]. Moda access: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/3366/1/Nikolaev%20V.pdf>
3. Vavilov, N.I. (1932), Problema novih kultur [The problem of new cultures]. Sotsialisticheskoe rastenievodstvo [Socialist plant growing], N 1, pp.151—181.

4. *Veksler, A.I.* (1929), Importnoe syrie na praktike Zakavkazya [Imported raw materials in the practice of Transcaucasia]. *Subtropiki* [Subtropics], N 1-2, pp. 3–13.
5. *Veksler, A.I.* (1930), Na subtropicheskom fronte [On the subtropical front]. *Subtropiki* [Subtropics], N 7-12, pp. 3–13.
6. *Ginkul Sergey Grigorevich* (1941), *Sovetskaya botanika* [Soviet botany], N 3, pp. 202–203.
7. *Kalendar tsveteniya* [Flowering calendar] (sost. L.I. Rubtsov) (1935), *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 3, p. 126.
8. *Kalendar tsveteniya* [Flowering calendar] (sost. L.I. Rubtsov) (1935), *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 4, p. 127.
9. *Kalendar tsveteniya* [Flowering calendar] (sost. L.I. Rubtsov) (1935), *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 7, p. 116.
10. *Kvaratsheia, T.K.* (1929), Estestvenno-istoricheskoe i agronomicheskoe obsledovanie subtropikov [Naturally-historical and agronomical survey of subtropics]. *Subtropiki* [Subtropics], N 1-2, pp. 41–49.
11. *Meshkova, V.I.* (1989), Leonid Ivanovich Rubtsov [Leonid Ivanovich Rubtsov]. *Stroitelstvo i arhitektura* [Construction and architecture], N 9, pp. 22–24.
12. *Nikolaev, V.F.* (1932), Vlazhnyie subtropiki SSSR i rabota suhumskogo otdeleniya VIR [Humid subtropics of the USSR and the work of the Sukhumi branch of VIR]. *Sotsialisticheskoe rastenievodstvo* [Socialist plant growing], N 1, pp. 59–77.
13. *Regel, A.* (1896), *Iziaschnoe sadovodstvo i hudozhestvennyie sadyi* [Fine gardening and art gardens]. SPb.: G.B. Vinkler, 512 p.
14. *Rubtsov, L.I.* (1931), Agudzerskaya probkovaya roscha [Agudzer cork grove]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* [Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding], vol. 27, N 3, pp. 41–54.
15. *Rubtsov, L.I.* (1936), Glavneyshie svedeniya o semnah subtropicheskikh dekorativnyih rasteniy Chernomorskogo poberezhya [The main information about seeds of subtropical ornamental plants of the Black Sea coast]. *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 1, pp. 126–128.
16. *Rubtsov, L.I.* (1936), Inventarizatsiya Suhumskogo subtropicheskogo arboretuma [Inventory of the Sukhumi subtropical arboretum]. *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 3, pp. 54–59.
17. *Rubtsov, L.I.* (1936), Suhumskiy subtropicheskii arboretum [Sukhumi subtropical arboretum]. *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 4, pp. 54–58.
18. *Rubtsov, L.I.* (1936), Assortimentyi luchshih drevesnyih i kustarnikovyih porod dlya ozeleneniya Chernomorskogo poberezhya Kavkaza [Assortments of the best wood and shrub species for gardening of the Black Sea coast of the Caucasus]. *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 4, pp. 126–127.
19. *Rubtsov, L.I.* (1936), Subtropicheskie parki. V poryadke obsuzhdeniya [Subtropical parks. As a matter of discussion]. *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 7, pp. 51–57.
20. *Rubtsov, L.I.* (1936), Rekonstruktsiya parka sovhoza "Yuzhnyie kulturyi" [Reconstruction of the park of the state farm "Southern Cultures"]. *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 11, pp. 74–78.
21. *Rubtsov, L.I.* (1937), Putevoditel po parku sovhoza "Yuzhnyie kulturyi" [Guide to the park of the state farm "Southern Cultures"] Moscow: Selhozgiz, 111 p.
22. *Rubtsov, L.I.* (1937), Itogi introduksii drevesnyih i kustarnikovyih porod v Suhumskom subtropicheskom arboretume [Results of the introduction of tree and shrubby species in the Sukhumi subtropical arboretum]. *Trudyi introduktsionnogo pitomnika subtropicheskikh kultur* [Proceedings of the introductory seed plot of subtropical cultures], vol. 2, pp. 5–54.
23. *Rubtsova, E.L.* (2016), Vklad doktora biologicheskikh nauk, professora L.I. Rubtsova v proektirovanie i stroitelstvo parkov Ukrainyi [Contribution of Doctor of Biological Sciences, Professor L.I. Rubtsov in the design and construction of parks in Ukraine]. *Introduktsiya roslin* [Plant Introduction], N 3, pp. 64–74.
24. *Rubtsova, E.L. and Romanets, E.I.* (2016), Vklad doktora biologicheskikh nauk, professora L.I. Rubtsova v sozdanie botanicheskikh sadov [Contribution of Doctor of Biological Sciences, Professor L.I. Rubtsov in the creation of botanical gardens]. *Introduktsiya roslin* [Plant Introduction], N 3, pp. 64–74.
25. *Soltani, G.A.* (2014), Istoriya sozdaniya dendroparka "Yuzhnyie kulturyi" (personyi i sobytiya) [The history of the creation of the dendrological park "Southern cultures" (persons and events)]. *Hortus Botanicus*, N 9, pp. 22–33.
26. *Spravochnik "Edinyiy hudozhestvennyiy reyting"* [Directory "Unified artistic rating"]. *Moda* access: <http://rating.artunion.ru>
27. *Ucheniye i praktiki o zadachah sovetskogo subtropicheskogo hozyaystva* [Scientists and practitioners about the tasks of the Soviet subtropical economy] (1935), *Sovetskie subtropiki* [The Soviet subtropics], N 2, pp. 18.
28. *Chuvikina, N.V.* (2012), Nauchnaya deyatelnost Leonida Ivanovicha Rubtsova v Natsionalnom botanicheskom sadu im. N.N. Grishko NAN Ukrainyi [Scientific activity of Leonid Ivanovich Rubtsov in the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine]. *Mezhdunarodnyie chteniya, posvyaschennyye 110-letiyu so dnya rozhdeniya doktora biologicheskikh nauk, professora Leonida Ivanovicha Rubtsova* [International readings dedicated to the 110th anniversary of the birth of Doctor of Biological Sciences, Professor Leonid Ivanovich Rubtsov]. Kyiv: Veles, pp. 68–72.

Recommended by V.I. Melnyk  
Received 25.12.2017



*Е.Л. Рубцова, Н.В. Чувикина*

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

#### НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛЕОНИДА ИВАНОВИЧА РУБЦОВА В СОВЕТСКИХ СУБТРОПИКАХ

**Цель** — исследовать первые годы научной работы известного дендролога, ландшафтного архитектора Л.И. Рубцова.

**Материал и методы.** При изучении литературных источников использован историко-научный метод. Проблемно-хронологический метод обеспечил последовательность изложения материала.

**Результаты.** Исследованы первые годы научной деятельности Л.И. Рубцова. Он начал трудовую деятельность в 1920-х гг. в субтропических районах на Черноморском побережье Кавказа. Еще во время учебы в Ленинградской лесотехнической академии Леонид Иванович обследовал насаждения ценных древесных растений (самшита и пробкового дуба) на территории Абхазии.

Проанализирована работа Л.И. Рубцова в Институте влажных субтропиков (1933—1935). В этот период Леонид Иванович провел инвентаризацию и оценку ландшафтного планирования Сухумского арборетума и парка совхоза «Южные культуры» (Адлер). По результатам этих исследований он сформулировал оригинальные выводы и предложения относительно ассортимента и ландшафтного устройства субтропических парков.

**Выводы.** Кавказский период научной деятельности стал началом становления Леонида Ивановича Рубцова как дендролога и ландшафтного архитектора. Подчеркнута необходимость исследования творческого наследия Л.И. Рубцова — выдающегося дендролога и ландшафтного архитектора.

**Ключевые слова:** Л.И. Рубцов, Кавказ, самшит, пробковый дуб, ландшафтная архитектура.

*O.L. Rubtsova, N.V. Chuvikina*

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

#### SCIENTIFIC ACTIVITY OF LEONID IVANOVICH RUBTSOV IN THE SOVIET SUBTROPICS

**Objective** — to study the first years of scientific work of the well-known dendrologist, landscape architect L.I. Rubtsov.

**Material and methods.** When studying literary sources, the historical-scientific method was used. The problemat-ic-chronological method provided a sequence of presentation of the material.

**Results.** The first years of scientific activity of L.I. Rubtsov are studied. It is noted that he began his career in the 1920s in the subtropical districts of the Black Sea coast of the Caucasus. While still studying at the Leningrad Forestry Academy, Leonid Ivanovich examined the plantation of valuable woody plants (boxwood and cork oak) on the territory of Abkhazia.

The work of L.I. Rubtsov at the Institute of Humid Subtropics (1933—1935) was analysed. During this period, Leonid Ivanovich made an inventory and evaluation of landscape planning of the Sukhumi arboretum and the park of the state farm “Southern Cultures” (Adler). As a result of these studies, he formulated original conclusions and proposals on the assortment and landscape arrangement of subtropical parks.

**Conclusions.** The Caucasian period of scientific activity laid the foundation for the formation of Leonid Ivanovich Rubtsov as a dendrologist and landscape architect. The necessity of studying the creative heritage of L.I. Rubtsov, an outstanding dendrologist and landscape architect, is emphasized.

**Key words:** L.I. Rubtsov, Caucasus, boxwood, cork oak, landscape architecture.

## VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS AND DETERMINATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS OF SWEET CHESTNUT (*CASTANEA SATIVA* MILL.) GENOTYPES FRUITS

**Objective** — to select the best genotypes of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) by morphological properties and to investigate of the qualitative and quantitative content of volatile organic compounds in fruits of the collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

**Material and methods.** There was investigated the 28 genotypes of 30-year-old plants that were introduced by seeds from Czech Republic, Carpathians, Kyrgyzstan. Morphometric measurements were conducted: fruit weight, fruit length, fruit width, fruit thickness, hilum length, hilum width. The investigation of the volatiles was conducted by the method of Chernohorod and Vinohradov (2006) using chromatography-mass spectrometry. Basic statistical analyses were performed using PAST 2.17. Hierarchical cluster analyses of similarity between genotypes were computed on the basis of the Bray-Curtis similarity index. Variability of all these parameters was evaluated using descriptive statistics. Level of variability determined by Stehliková (1998). Correlation between traits was determined using the Pearson correlation coefficient.

**Results.** Morphometric parameters were following: weight of fruits from 1.70 to 18.60 g, length — from 8.07 to 33.39 mm, width — from 16.34 to 40.95 mm, thickness — from 9.02 to 28.70 mm and hilum length — from 6.62 to 31.30 mm, hilum width — from 6.50 to 19.99 mm. Index of fruit shape and hilum was determined in range from 0.81 to 0.98 and from 1.48 to 2.03 respectively. During the analysis of qualitative composition and quantitative content of volatiles of fruits from the 2 selected genotypes 74 compounds were detected, and 27 compounds among them were identified. Identified compounds belong to hydrocarbons, aldehydes, carboxylic acids and their ethers, monoterpenes, sesquiterpenes, triterpenes.

**Conclusions.** Genotypes of seed origin were quite variable. They differ by weight, shape, size and color of fruits. The high level of variation was referred to important selection feature such as mass of fruits, which says about promising of process of selection on this direction. The most genotypes have a small mass of fruits, but certain genotypes characterized by higher sign of fruit mass. The hilum has a various shape and size that can be a diagnostic feature of cultivar characteristic.

The outcome of the research points to the fact that the collection of *Castanea sativa* is a rich source of genetic diversity and might be used in selection for creation of new genotypes and cultivars. Investigated plants are promising raw for future pharmacognostic researches.

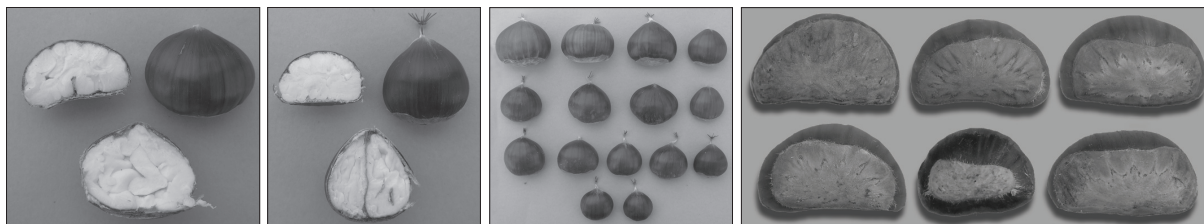
**Key words:** sweet chestnuts, Forest-Steppe of Ukraine, fruits, morphometric parameters, variability, volatile compounds.

### Introduction

Less common fruit plants can bring significant benefits to improve nutrition and health, creating of conditions for the development of a regional economy, creation of opportunities for the development of small and medium-sized agricultural and processing enterprises, distribution and cultivation of new plant species and for the reproduction of natural resources, for practical use in bioenergetic, pharmaceutical, cosmetic and other purposes. Species that belong to these important

plants are *Cornus mas* L. [25, 41], *Cydonia oblonga* Mill., *Pseudocydonia sinensis* Schneid. [26], *Ziziphus jujuba* Mill. [19, 29], *Morus nigra* L. [8], *Diospyros* spp. [24].

Chestnut (*Castanea* Mill.) has been placed in the Fagaceae family. In total, 13 *Castanea* species are recognized and are native to the temperate zone of the Northern Hemisphere; five in East Asia, seven in North America and one in Europe [12]. The most important of them are: *Castanea sativa* Mill. (Europe, Asia Minor, North Africa), *C. dentata* (Marsh.) Borkh. (USA), *Castanea mollissima* Blume and *C. crenata* Sieb. et Zucc. (Eastern Asia). *Castanea sativa* (sweet chestnuts) is the



**Fig. 1.** Variability in the shape of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) fruits

most consumed [14]. *Castanea sativa* fruits are eaten in fresh, baked, boiled, dried and smoked. Various dishes include fruits of this plant as an ingredient. Also, fruits processed into the flour. It has been used for cooking of cakes, ice-crème, sweets and other confectionery. Sweet chestnuts possess many characteristics that are used by human for different purposes, not only as a part of the food. One of them is the utilization of the sweet chestnut pollen for its pharmacological benefits [23].

Fruits *Castanea sativa* rich in carbohydrates and is a good source of essential fatty acids [26], minerals contents [8, 21], vitamins C and E [20, 46] organic acids [36], polyphenols [33]. From *Castanea sativa* fruits identified a new pyrrole alkaloid, methyl-(5-formyl-1H-pyrrole-2-yl)-4-hydroxybutyrate [1]. Cooked chestnuts are a good source of organic acids and phenolics and have low fat contents, properties that are associated with positive health benefits [27].

There are many authors who have been researching phenotypic diversity among various local populations of sweet chestnut in Italy [5, 30], France [11], Portugal [18], Spain [4, 38], Greece [2], Turkey [15, 37], Romania [9], Slovenia [42], Slovak Republic [39], Czech Republic [17], Bosnia and Herzegovina [32], Iran [7] and India [45]. This research forms a basis for the selection of the best types from natural populations of sweet chestnut [10]. Most of the chestnut cultivars, used in commercial production, were obtained with selection studies from natural chestnut populations [15, 45].

The aim of this study was to select the best genotypes of *Castanea sativa* by morphological properties and to investigate of the qualitative and quanti-

tative content of volatile organic compounds in fruits of the collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

## Material and methods

### Locating trees and data collection

The objects of the research were 30-year-old plants of sweet chestnut from seed origin, which are growing in Forest-Steppe of Ukraine in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (NBG). Seeds were brought from Czech, Carpathians, Kyrgyzstan [31]. They are well adapted to the climatic and soil conditions. Observations on the collection's forms of sweet chestnut in the period of 2013–2015 were performed during mass fruiting. We have described 28 genotypes (referred as CS-01 to CS-28) of sweet chestnut. In autumn, when the nuts began to fall, a sample of 1 kg with burrs was collected from the marked trees. The harvest time was recorded.

### Morphometric characteristics

Pomological characteristics were conducted with four replications on a total 30 nuts per genotypes. In the study only one plant (tree) used for per genotype. The following measurements were taken: fruit length (FL), in mm, fruit weight (FS), in g, fruit thickness (FT), in mm, fruit width (FW), in mm and hilum length (HL), in mm, hilum width (HW), in mm. The measurements were made in each nut element as shown in Fig. 1. Data, we are working with, were tested for normal distribution.

### Volatile compounds analysis

The investigation of the volatiles was conducted at the National Institute of Viticulture and Wine "Magarach" by the method of Chernogorod

and Vinogradov (2006) [22]. The volatiles were investigated by the method of chromatography-mass spectrometry using the chromatograph Agilent Technologies 6890 N with the mass spectrometric detector 5973 N (USA) and a capillary column DB-5 length is 30 mm and an internal diameter is 0.25 mm. The carrier gas velocity (Helium) was 1.2 ml/min. The injector heater temperature was 250 °C. The temperature of thermostat was programmed from 50 °C to 320 °C at the speed 4 °C. The mass spectra library NIST 05 WILEY 2007 with 470,000 spectra and AMDIS, NIST programs were used to identify the investigated compounds. The identification was conducted by comparing obtained mass spectra to mass spectra of standards. The method of internal standard used to determine the quantitative content of compounds.

### Statistical analyses

Basic statistical analyses were performed using PAST 2.17; hierarchical cluster analyses of similarity between phenotypes were computed on the basis of the Bray-Curtis similarity index. The variability of all these parameters was evaluated using descriptive statistics. Level of variability was determined by Stehlikova (1998) [44]. Correlation between traits was determined using the Pearson correlation coefficient.

### Results and discussion

The weight of the whole fruit is one of significant production characteristics of plant species. Fur-

**Table 1. The variability of some morphometric characteristics of fruits for the whole collection of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) genotypes from Kyiv**

Characteristic	n	min	max	$\bar{x}$	V%
Fruit weight, g	840	1.70	20.0	6.85	45.92
Fruit length, mm	840	8.07	33.39	23.74	13.74
Fruit width, mm	840	16.34	40.95	26.52	14.98
Fruit thickness, mm	840	9.02	28.70	16.62	20.57
Hilum length, mm	840	6.62	31.30	21.15	19.58
Hilum width, mm	840	6.50	19.99	12.24	20.66

Note: n — number of measurements; min, max — minimal and maximal measured values;  $\bar{x}$  — arithmetic mean; V% — coefficient of variation.

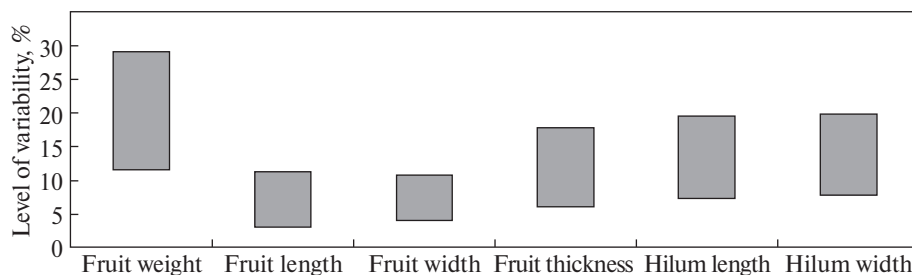
ther important features of the fruit are shape, size and color. These characteristics of the sweet chestnut fruit varied significantly. The images of sweet chestnut fruits of various genotypes are shown on Fig. 1. High variability of the size, shape and color of these fruits are evident.

The weight of sweet chestnut fruits of present study was in the range of 1.70 to 20.0 g (Table 1). Coefficient of variation was 45.92 %, which shows a very high degree of variability of fruit weight. Significant differences in fruit weight were reaffirmed a lot of authors from different countries. The fruit weight was determined in range from 2.98 to 6.07 g by Aravanopoulos et al. (2001) [6], from 2.94 to 13.40 g by Bolvansky et al. (2012) [39], from 3.50 to 18.60 g by Solar et al. (2005) [43], from 4.32 to 6.67 g by Mujić et al. (2010) [32], from 4.80 to 10.60 g by Odalovic et al. (2013) [35], from 9.00 to 15.00 g by Pereira-Lorenzo et al. (1996) [38], from 9.41 to 16.60 g by Borghetti et al. (1986) [30], from 10.26 to 39.73 g by Ormezi et al. (2016) [37]. Data comparison shows a high consistency with our results.

The fruit length in our analyses was determined in the range of 8.07 to 33.39 mm (Table 1). The value of the coefficient of variation was 13.74 %, which documented medium degree of variability of the character within the collection. The fruit length was determined in range from 16.41 to 27.75 mm [39], from 19.10 to 24.90 mm [6], from 19.60 to 30.60 mm [35], from 20.00 to 37.00 mm [43], from 20.45 to 24.89 mm [32], from 24.80 to 32.70 mm [38], from 25.80 to 31.40 mm [4], from 30.39 to 34.31 mm [15]. In case of data comparison tested genotypes from Ukraine have low values on this characteristic.

In our experiments the fruit width was determined in the range of 16.34 to 40.95 mm (Table 1). The variation coefficient (14.98 %) confirmed medium degree of variability within the collection. The fruit width was determined in range from 12.00 mm [43] to 42.47 mm [37].

In evaluated genotypes we determined the fruit thickness in the range of 9.02 to 28.70 mm (Table 1). The value of the coefficient of variation was 20.57 %, which documents a high degree of variability of the characteristic within the collection. The fruit



**Fig. 2.** Variability level according to the minimum and maximum means of a coefficient of variation (CV) depending on morphological character of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) fruit

thickness was determined in range from 10.80 mm [6] to 27.29 mm [32].

Hilum length was identified in range from 6.62 mm to 31.30 mm (Table 1). The value of the coefficient of variation documented a high degree of variability of these characteristic. The hilum length was determined in range 12.00–32.00 mm [43], 12.90–14.50 mm [6], 19.00–31.00 mm [35].

Hilum width was identified in range from 6.50–19.99 mm (Table 1). The value of the coefficient of variation documented a high degree of variability of these characteristic. The hilum width was determined in range from 6.00 mm [6] to 16.00 mm [32, 43]. The comparison of previous data shows high consistency with our results. Significant differences in morphometric characteristics were reaffirmed a lot of authors from different countries.

The analysis of coefficient of variation showed the difference of variability of morphological signs between *Castanea sativa* samples. Data showed that the most variability of important selection signs are the fruits weight — from 11.60 to 29.04 %. The other characteristics are more or less stable (Fig. 2).

The shape of each object can be characterized by the shape index, i.e. the length to width ratio. Fig. 3 represents the shape indexes of fruits and hilum. The shape index of the fruits was found in the range from 1.48 (CS-04) to 2.03 (CS-23), so the genotype's collection demonstrates significant variability in the shape of the fruit, as seen in Fig. 1. The shape index of the hilum was found in the range from 0.81 (CS-20) to 0.98 (CS-12). This

parameter can be used for the identification of the genotypes.

The results of the analysis are given in Table 2. Obtained data indicated high correlations ( $r = 0.63$ – $0.94$ ). Also, results document that between specific characteristics exists positive relationship which is very important in sweet chestnut's breeding.

The genetic relationship among the 28 genotypes was examined by cluster analysis. The figure

**Table 2. The linear relationship between morphometric characteristics of evaluated genotypes of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.)**

Characteristic	r	sr	Confidence interval $r_{95\%}$	$r^2$
FW/FL	0.85	1.60	$0.70 \leq r \leq 0.93$	0.73
FW/FS	0.92	1.38	$0.83 \leq r \leq 0.96$	0.85
FW/FT	0.91	1.13	$0.83 \leq r \leq 0.96$	0.84
FW/HL	0.68	2.48	$0.42 \leq r \leq 0.84$	0.47
FW/HW	0.67	1.58	$0.39 \leq r \leq 0.83$	0.45
HL/HW	0.94	0.69	$0.88 \leq r \leq 0.97$	0.89
FL/FS	0.94	1.20	$0.87 \leq r \leq 0.97$	0.88
FL/FT	0.82	1.63	$0.64 \leq r \leq 0.91$	0.67
FL/HL	0.70	2.43	$0.44 \leq r \leq 0.85$	0.49
FL/HW	0.63	1.64	$0.34 \leq r \leq 0.81$	0.40
FS/FT	0.90	1.19	$0.80 \leq r \leq 0.95$	0.82
FS/HL	0.80	2.00	$0.62 \leq r \leq 0.90$	0.65
FS/HW	0.74	1.42	$0.51 \leq r \leq 0.87$	0.55
FT/HL	0.78	2.13	$0.57 \leq r \leq 0.89$	0.61
FT/TP	0.77	1.35	$0.55 \leq r \leq 0.88$	0.59

Note: r — Pearson's correlation coefficient; sr — standard error of the coefficient;  $r^2$  — coefficient of determination.

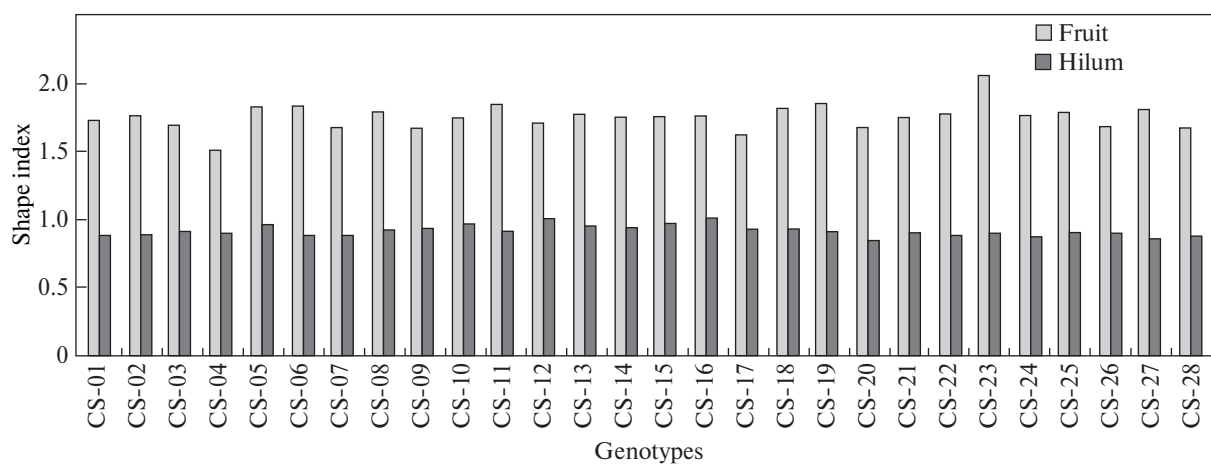


Fig. 3. Comparison of tested sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) genotypes in the shape index of fruit and hilum

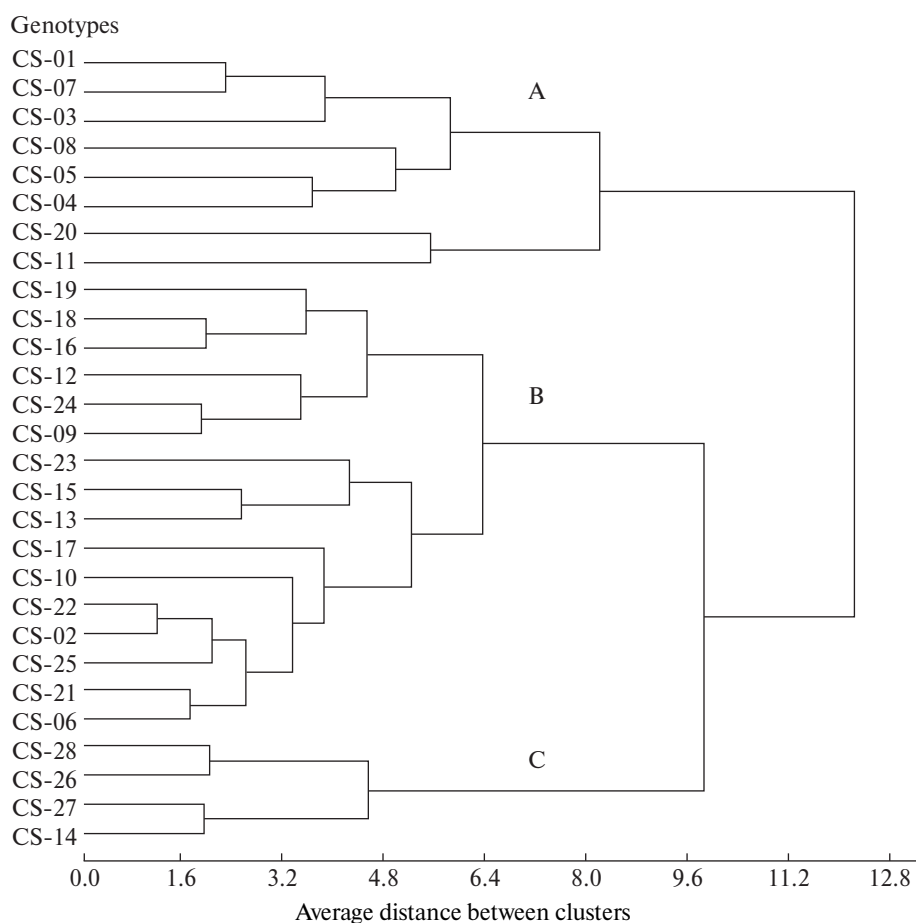


Fig. 4. Dendrogram of 28 genotypes of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) based on morphometric characteristics of fruits

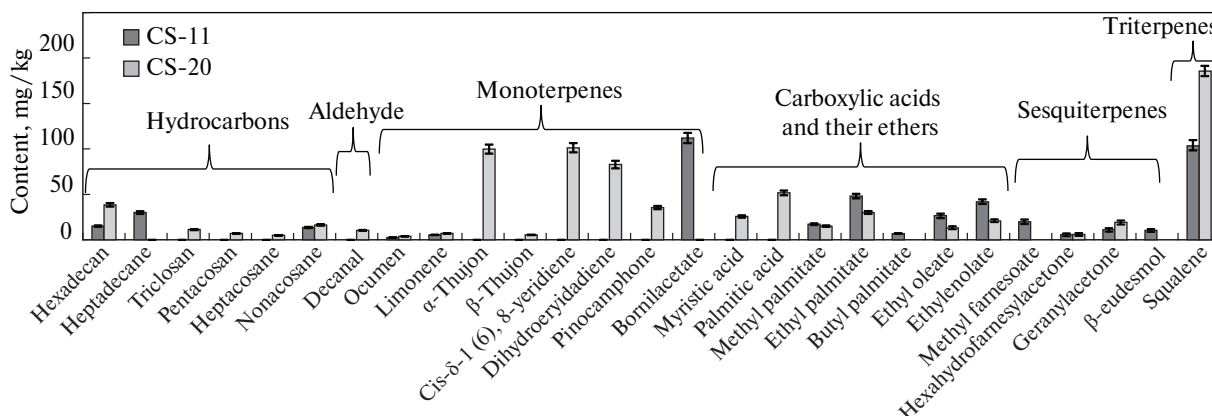


Fig. 5. The volatiles compounds of fruits of selected genotypes of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.), mg per 1 kg

clearly identified significant differences between tested sweet chestnut genotypes. Dendrogram has showed 3 main groups (Fig. 4).

Eight of 28 genotypes were included in cluster group A, 16 genotypes — in group B, 4 genotypes — in group C. The group B had the highest mean for morphological characteristics (fruit weight, fruit length, fruit width, fruit thickness, hilum length, hilum width), that were significantly different with other groups. The results of this assessment related to group C had the lowest mean of morphological parameters. Figure confirms the results from the evaluated variability of morphometric characteristics (Table 1).

Qualitative composition and quantitative content of volatiles compounds of investigated objects are represented in Fig. 5.

It was established that the fruits of CS-11 genotype contained 19 substances, among which were identified 15 substances, genotypes CS-20 — 28 and 22, respectively. Among them 11 compounds only are common for investigated genotypes of sweet chestnut. The identified components belong to different chemical classes, including hydrocarbons, aldehydes, carboxylic acids and their ethers, monoterpenes, sesquiterpenes, triterpenes. Content of volatile compounds was 469.6 (CS-11) and 791.7 (CS-20) mg per 1 kg. Bornilacetate (112.0 mg per 1 kg) and squalene (103.5 mg per 1 kg) prevailed in fruits of CS-11, in fruits of CS-20 — squalene (185.6 mg per 1 kg). Hexanal (48.30–52.50 %) was the main aromatic composition as reported Silvanini et al. (2014) [3]. Differences in volatile

compounds are mainly related to the cultivar [13]. By the data of Gounga et al. (2017) [16], 55 volatile organic major compounds were identified in fresh roasted chestnut. Monoterpenes and derivatives of butane, pentane, hexane, and heptane were identified as important aroma impact compounds by Krist et al. (2004) [47].

### Conclusions

The results of the experiment, presented in this work, are consistent with the results reported earlier. Evaluating of 28 genotypes of sweet chestnut determined the weight of the fruits in the range from 1.70 g (CS-26) to 18.60 g (CS-20), length from 8.07 mm (CS-28) to 33.39 mm (CS-11), width from 16.34 mm (CS-28) to 40.95 mm (CS-11), thickness from 9.02 mm (CS-26) to 28.70 mm (CS-11) and hilum length from 6.62 mm (CS-26) to 31.30 mm (CS-07), hilum width from 6.50 mm (CS-23) to 19.99 mm (CS-07). The results about relationship between specific characteristics were indicated as a high correlation ( $r = 0.63–0.94$ ). Also, presented results showed significant differences in the evaluated characteristics.

In this study 27 volatile compounds in the fruits of sweet chestnut were detected, which belong to hydrocarbons, aldehydes, carboxylic acids and their ethers, monoterpenes, sesquiterpenes, triterpenes. Bornilacetate and squalene are prevailed compounds in the fruits.

Obtained results are important for breeding new varieties of sweet chestnut as well as their practical use.

This study is significant as first selection work in Ukraine. Researches of adaptation studies will also be required for the selected sweet chestnut genotypes.

The results of the study are helpful for understanding the variability and attempting the selection of superior desirable sweet chestnut accessions for bringing to commercial cultivation.

Investigated plants are promising raw for future pharmacognostic researches.

#### REFERENCES

1. *A new pyrrole alkaloid from seeds of *Castanea sativa* / A. Hiermann, S. Kedwani, H.W. Schramm [et al.] // Fitoterapia. — 2002. — Vol. 73. — P. 22–27.*
2. *Alizoti P.G. Genetic variation of fruit traits in hellenic chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations: a first assessment / P.G. Alizoti, F.A. Aravanopoulos // Acta Horticulturae. — 2005. — Vol. 693. — P. 413–420.*
3. *Altitude effects on fruit morphology and flour composition of two chestnut cultivars / A. Silvanini, Ch. Dall'Asta, L. Morrone [et al.] // Scientia Horticulturae. — 2014. — Vol. 176. — P. 311–318.*
4. *Alvarez-Alvarez P. Differentiation of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars by leaf, nut and burr dimensions / P. Alvarez-Alvarez, M. Barrio-Anta, U. Dieguez-Aranda // Forestry. — 2006. — Vol. 79, N 2. — P. 149–158.*
5. *Application and evaluation of morphological, phenological and molecular techniques for the characterization of *Castanea sativa* Mill. Cultivars / G.L. Beccaro, R. Botta, D. Torello Marinoni [et al.] // Acta Horticulturae. — 2005. — Vol. 693. — P. 453–458.*
6. *Aravanopoulos F.A. Electrophoretic and quantitative variation in chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Hellenic populations in old-growth natural and coppice stands / F.A. Aravanopoulos, A.D. Drouzas, P.G. Alizoti // Forest Snow and Landscape Research. — 2001. — Vol. 76, N 3. — P. 429–434.*
7. *Atefe K. Variations in leaf and fruit morphological traits of sweet chestnut (*Castanea sativa*) in Hyrcanian Forests, Iran / K. Atefe, T.A. Kambiz, T. Javad // International Journal of Plant Research. — 2015. — Vol. 1, N 4. — P. 155–161.*
8. *Biological properties of black mulberry-derived food products (*Morus nigra* L.) / L. Kucelova, O. Grygorieva, E. Ivanišová [et al.] // Journal of Berry Research. — 2016. — Vol. 6, N 3. — P. 333–343.*
9. *Botu M. Evaluation of some chestnut selections from the population formed into the ecological conditions from the north-east of Oltenia / M. Botu, G. Achim, E. Turcu // Acta Horticulturae. — 1999. — Vol. 494. — P. 77–83.*
10. *Bounous G. The chestnut: the ultimate energy source nutritional value and alimentary benefits / G. Bounous, R. Botta, G. Beccaro // Nucis. — 2000. — Vol. 9. — P. 44–50.*
11. *Breisch H. Harvesting, storage and processing of chestnuts in France and Italy / H. Breisch // Proceedings of International Congress on Chestnut. — Spoleto, Italy : Università di Perugia. — 1993. — P. 429–436.*
12. *Burnham C.R. Breeding blight-resistant chestnuts / C.R. Burnham, P.A. Rutter, D.W. French // Plant Breeding Reviews. — 1986. — Vol. 4. — P. 347–397.*
13. *Cirlini M. Volatile finger printing of chestnut flours from traditional Emilia Romagna (Italy) cultivars / M. Cirlini, C. Dall'Asta, A. Silvanini // Food Chem. — 2012. — Vol. 134. — P. 662–668.*
14. *Comparison between phonetic characterization using RAPD and ISSR markers and phenotypic data of cultivated chestnut (*Castanea sativa* Mill.) / L. Goulão, T. Valdivieso, C. Santana [et al.] // Genetic Resources and Crop Evolution. — 2001. — Vol. 48. — P. 329–338.*
15. *Ertan E. Variability in leaf and fruit morphology and in fruit composition of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) in the Nazilli region of Turkey / E. Ertan // Genetic Resources and Crop Evolution. — 2007. — Vol. 54. — P. 691–699.*
16. *Gounga M.E. Volatile compounds analysis in chestnuts and chocolate-coated chestnuts using GC — MS / M.E. Gounga, K.A. Omar, I. Amadou // Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol. — 2017. — Vol. 4, N 12. — P. 60–67.*
17. *Haltofová P. Distribution of sweet chestnut *Castanea sativa* Mill. in the Czech Republic / P. Haltofová, L. Jankovský // Journal of Forest Science. — 2003. — Vol. 49, N 6. — P. 259–272.*
18. *Characterisation of traditional Portuguese chestnut cultivars by nuclear SSRs / R. Costa, T. Valdivieso, L. Marum [et al.] // Acta Horticulturae. — 2005. — Vol. 693. — P. 437–440.*
19. *Characterization of morphological parameters and biological activity of jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.) / E. Ivanišová, O. Grygorieva, V. Abrahamová [et al.] // Journal of Berry Research. — 2017. — Vol. 7, N 4. — P. 249–260.*
20. *Characterization of various chestnut cultivars by means of chemometrics approach / E.A. Peña-Mendez, M. Hernández-Suárez, C. Díaz-Romero [et al.] // Food Chemistry. — 2008. — Vol. 107. — P. 537–544.*
21. *Chemical composition of chestnut cultivars from Spain / S. Pereira-Lorenzo, A.M. Ramos-Cabrer, M.B. Díaz-Hernández [et al.] // Scientia Horticulturae. — 2006. — Vol. 107, N 3. — P. 306–314.*
22. *Chernogorod L.B. Essential oils of some species of the genus of *Ahillea* L. containing fragranol / L.B. Chernogorod, B.A. Vinogradov // Vegetable Resources. — 2006. — Vol. 42, N 2. — P. 61–68.*



23. Identification of sweet chestnut pollen in bee pollen pellet using molecular analysis / J. Žiarovská, O. Grygorieva, L. Zeleňáková [et al.] // Potravinárstvo. — 2015. — Vol. 9, N 1. — P. 352—358.
24. Introduction, breeding and use of persimmon species (*Diospyros* spp.) in Ukraine / O. Grygorieva, S. Klymenko, J. Brindza [et al.] // Acta Hort. — 2009. — Vol. 833. — P. 57—62.
25. Klymenko S. Biological bases of seed and vegetative reproduction of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) in nature and culture / S. Klymenko, O. Grygorieva, L. Onyschuk // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. — 2017. — N 1. — P. 233—248.
26. Lipid and fatty acid profile of *Castanea sativa* Mill. nuts of seventeen native Portuguese cultivars / O. Borges, J. Carvalho, P. Correia [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. — 2006. — Vol. 20. — P. 80—89.
27. Metabolite composition of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) upon cooking: Proximate analysis, fibre, organic acids and phenolics / B. Gonçalves, O. Borges, H.C. Soares [et al.] // Food Chemistry. — 2010. — Vol. 122, N 1. — P. 154—160.
28. Morphological and antioxidant characteristics of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) and chinese quince fruit (*Pseudocydonia sinensis* Schneid.) / A. Monka, O. Grygorieva, P. Chlebo [et al.] // Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences. — 2014. — Vol. 8, N 1. — P. 333—340.
29. Morphological characteristic of fruit, drupes and seeds genotypes of *Ziziphus jujuba* Mill. / O. Grygorieva, V. Abrahamová, M. Karnatovská [et al.] // Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences. — 2014. — Vol. 8, N 1. — P. 306—314.
30. Morphological variation in chestnut fruits (*Castanea sativa* Mill.) in Tuscany (Italy) / M. Borghetti, P. Menozzi, G.G. Vendramin [et al.] // Silvae Genetica. — 1986. — vol. 35, N 2-3. — P. 124—128.
31. Morphometric characteristics of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) fruits / O. Grygorieva, S. Klymenko, J. Brindza [et al.] // Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences. — 2017. — Vol. 11, N 1. — P. 288—295.
32. Mujić I. Morphological characteristics of chestnut *Castanea sativa* from the area of NUA- SANA cantion / I. Mujić, V. Alibabici, J. Zivkovic [et al.] // Journal of Central European Agriculture. — 2010. — Vol. 11, N 2. — P. 185—190.
33. Neri L. Chemical composition and antioxidant activity of cured chestnuts from three sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) ecotypes from Italy / L. Neri, G. Dimitri, G. Sacchetti // Journal of Food Composition and Analysis. — 2010. — Vol. 23, N 1. — P. 23—29.
34. Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal / O. Borges, B. Gonçalves, J.L.S. Carvalho [et al.] // Food Chemistry. — 2008. — Vol. 106. — P. 976—984.
35. Odalovic A. Effect of ecological conditions on expression of biopomological characteristics of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in natural populations of Montenegro / A. Odalovic, R. Prenkic, D. Dubak [et al.] // Genetika. — 2013. — Vol. 45, N 1. — P. 251—260.
36. Organic acids in two Portuguese chestnut (*Castanea sativa* Miller) varieties / B. Ribeiro, J. Rangel, P. Valentão [et al.] // Food Chemistry. — 2007. — Vol. 100, N 2. — P. 504—508.
37. Ormeci Y. Selection of promising chestnuts (*Castanea sativa*) among wild growing trees from southern Mediterranean region forests of Turkey / Y. Ormeci, Y. Akca, S. Ercisli // Journal of Forestry Research. — 2016. — Vol. 27, N 2. — P. 349—355.
38. Pereira-Lorenzo S. Variability and grouping of northwestern Spanish chestnut cultivars. I. Morphological traits / S. Pereira-Lorenzo, J. Fernandez-Lypez, J. Moreno-Gonzalez // Journal of the American Society for Horticultural Science. — 1996. — Vol. 121, N 2. — P. 183—189.
39. Phenotypic and genetic differences among populations of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Slovakia / M. Bolvansky, F. Tokar, D. Tarinova [et al.] // Acta Horticulturæ. — 2009. — Vol. 844. — P. 235—242.
40. SAS, 2009. User's Guide Version 9. 2. SAS/STAT © SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
41. Slovakian cornelian cherry (*Cornus mas* L.): potential for cultivation / P. Brindza, J. Brindza, D. Tóth [et al.] // Acta Hort. — 2007. — Vol. 760. — P. 433—437.
42. Solar A. Characterisation of seven preselected chestnut fruit types from Slovene chestnut (*Castanea sativa* Mill.) population / A. Solar, F. Štampar, A. Podjavoršek [et al.] // Acta Horticulturæ. — 1998. — Vol. 494. — P. 95—100.
43. Solar A. Phenotypic and genotypic diversity of european chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Slovenia — opportunity for genetic improvement / A. Solar, A. Podjavoršek, F.S. Štampar // Genetic Resources and Crop Evolution. — 2005. — Vol. 52, N 4. — P. 381—394.
44. Stehlikova B. Basics of bio-statistics (Biodiversity protection 51) / B. Stehliková. — Nitra: SPU. — 1998. — 79 s.
45. Variability and selection of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) genotypes in Srinagar district of the Kashmir Valley / A.H. Pandit, M.A. Mir, A. Kour [et al.] // Pakistan Journal of Agricultural Sciences. — 2011. — Vol. 50, N 2. — P. 205—209.
46. Vitamin E profile as a reliable authenticity discrimination factor between chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars / J.C.M. Barreira, R.C. Alves, S. Casal [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2009. — Vol. 57. — P. 5524—5528.

47. *Volatile* compound analysis of SPME headspace and extract samples from roasted Italian chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) using GC — MS / S. Krist, H. Unterweger, F. Bandion // Eur. Food Res. Technol. — 2004. — Vol. 219. — P. 470—473.

Recommended by J. Brindza, O.M. Vergun  
Received 29.12.2017

*О.В. Григор'єва, С.В. Клименко,  
М.Г. Теслюк, Л.М. Онищук*

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

#### ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЛЕТКИХ РЕЧОВИН ПЛОДІВ ГЕНОТИПІВ КАШТАНА ПОСІВНОГО (*CASTANEA SATIVA* MILL.)

**Мета** — відібрати найкращі генотипи каштана посівного (*Castanea sativa* Mill.) за морфологічними показниками та вивчити якісний склад і кількісний вміст летких речовин у плодах рослин з колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

**Матеріал і методи.** Досліджено 28 генотипів 30-річних рослин каштана посівного насінного походження з Чехії, Карпат, Киргизстану. Вивчено морфометричні показники (маса, довжина, ширина і товщина плоду, довжина та ширина рубчика). Дослідження летких речовин проводили за методикою Черногорода та Виноградова (2006) з використанням хромато-мас-спектрометрії. Статистичний аналіз виконували за допомогою PAST 2.17. Ієрархічний кластерний аналіз подібності генотипів здійснено за індексом подібності Брей-Кертиса. Варіабельність досліджених параметрів оцінено з використанням методів описової статистики. Рівень варіабельності визначали за Stehlikova (1998). Наявність зв'язків між параметрами встановлювали за коефіцієнтом кореляції Пірсона.

**Результати.** Виявлено варіабельність морфометричних параметрів: маса плоду — від 1,70 до 18,60 г, довжина плоду — від 8,07 до 33,39 мм, ширина плоду — від 16,34 до 40,95 мм, товщина плоду — від 9,02 до 28,70 мм, довжина рубчика — від 6,62 до 31,30 мм, ширина рубчика — від 6,50 до 19,99 мм. Величина індексу форми плодів та рубчика становила від 0,81 до 0,98 та від 1,48 до 2,03 відповідно. При аналізі складу та вмісту летких речовин плодів двох відібраних генотипів виявлено 74 речовини, з них ідентифіковано 27 сполук (вуглеводні, альдегіди, карбонові кислоти та їх ефіри, монотерпени, сесквитерпени, три терпени).

**Висновки.** Генотипи насінного походження з колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України відрізняються за масою, формою, розмі-

ром і кольором плодів. Найбільший рівень мінливості виявлено у такої важливої для селекції ознаки, як маса плоду, що свідчить про перспективність селекції за цим показником. У більшості генотипів невелика маса плодів, лише в деяких цей показник є високим. Рубчик має різну форму та розмір, що можна використовувати як діагностичні ознаки для характеристики сорту. Результати дослідження свідчать про те, що колекція каштана їстівного є джерелом генетичної різноманітності та може бути використана для відбору і створення нових генотипів та сортів. Рослини каштана посівного — перспективний матеріал для фармакогностичних досліджень.

**Ключові слова:** каштан посівний, Лісостеп України, плоди, морфометричні параметри, мінливість.

*О.В. Григорьева, С.В. Клименко,  
М.Г. Теслюк, Л.Н. Онищук*

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

#### ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТАЧИХ ВЕЩЕСТВ ПЛОДОВ ГЕНОТИПОВ КАШТАНА ПОСЕВНОГО (*CASTANEA SATIVA* MILL.)

**Цель** — отобрать лучшие генотипы каштана посевного (*Castanea sativa* Mill.) по морфологическим показателям, изучить качественный состав и количественное содержание летучих веществ в плодах растений из коллекции Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины.

**Материал и методы.** Исследованы 28 генотипов 30-летних растений каштана посевного семенного происхождения из Чехии, Карпат, Кыргызстана. Изучены морфометрические показатели (масса, длина, ширина и толщина плода, длина и ширина рубчика). Исследование летучих веществ проводили по методике Черногорода и Виноградова (2006) с использованием хромато-масс-спектрометрии. Статистический анализ выполняли с помощью PAST 2.17. Иерархический кластерный анализ сходства между генотипами осуществлен по индексу сходства Брей-Кертиса. Вариабельность исследованных параметров оценивали с использованием методов описательной статистики. Уровень изменчивости определяли по Stehlikova (1998). Наличие связей между параметрами устанавливали по коэффициенту корреляции Пирсона.

**Результаты.** Выявлена вариабельность морфометрических параметров: масса плода — от 1,70 до 18,60 г, длина плода — от 8,07 до 33,39 мм, ширина плода — от 16,34 до 40,95 мм, толщина плода — от 9,02 до 28,70 мм, длина рубчика — от 6,62 до 31,30 мм, шири-

на рубчика — от 6,50 до 19,99 мм. Величина индекса формы плодов и рубчика составляла от 0,81 до 0,98 и от 1,48 до 2,03 соответственно. При анализе состава и содержания летучих веществ плодов 2 отобранных генотипов выявлены 74 вещества, из них идентифицированы 27 соединений (углеводороды, альдегиды, карбоновые кислоты и их эфиры, монотерпены, сесквитерпены, тритерпены).

**Выводы.** Генотипы семенного происхождения из коллекции Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины отличаются по массе, форме, размеру и цвету плодов. Наибольший уровень изменчивости выявлен у такого важного для селекции признака, как масса плода, что свидетельствует

о перспективности селекции по этому показателю. У большинства генотипов небольшая масса плодов, лишь у некоторых этот показатель высокий. Рубчик имеет разную форму и размер, что можно использовать как диагностические признаки для характеристики сорта. Результаты исследования свидетельствуют о том, что коллекция каштана съедобного является источником генетического разнообразия и может быть использована для отбора и создания новых генотипов и сортов. Растения каштана посевного — перспективный материал для фармакогностических исследований.

**Ключевые слова:** каштан посевной, Лесостепь Украины, плоды, морфометрические параметры, изменчивость.

## ОЦІНКА МОРОЗО- ТА ЗИМОСТІЙКОСТІ *CALLUNA VULGARIS* (L.) HULL ТА ЙОГО КУЛЬТИВАРІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Мета** — дослідити морозостійкість *Calluna vulgaris* (L.) Hull та його культиварів методом прямого лабораторного проморожування однорічних пагонів і порівняти отримані дані з результатами фактичної (польової) оцінки його зимостійкості у 2016—2017 рр.

**Матеріал та методи.** Об'єкти досліджень — *C. vulgaris* та 10 його культиварів (*Alicia*, *Mullion*, *Golden Carpet*, *Golden Wonder*, *Winter Red*, *Dirry*, *H.E. Beale*, *Red Star*, *Silver Knight*, *Bonita*) з колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України. Проморожування пагонів проводили в лабораторії фізіології рослин Інституту садівництва НААН України у холодильній камері для наукових досліджень «CRO/400/40». Польову зимостійкість рослин оцінювали візуально за 8-бальною шкалою С.Я. Соколова у 2016—2017 рр.

**Результати.** Визначено потенційну морозостійкість *C. vulgaris* та його культиварів за допомогою лабораторного методу прямого проморожування пагонів. Установлено ступінь ушкодження флоєми (кори), камбію, ксилеми (деревини), серцевини в апікальній і середній частині пагона, тканин у розрізі крізь вузол, а також тканин бруньки (за допомогою бінокулярного мікроскопа). Виявлено, що *C. vulgaris* та його культивари характеризуються різним ступенем морозостійкості та зимостійкості.

**Висновки.** *C. vulgaris* та його культивари є досить морозостійкими в умовах Правобережного Лісостепу України. Рослини *C. vulgaris* є стійкішими до дії низьких температур, ніж культивари. Найчутливішими до дії морозу є брунька та апікальна частина пагона (до 80,0 та 72,6 % відповідно), найменш чутливою — середня частина пагона в розрізі крізь міжвузля. Найбільше від дії низьких температур потерпали рослини культиварів *H.E. Beale*, *Golden Wonder*, *Golden Carpet*. Найстійкішими є *C. vulgaris*, *'Dirry'*, *'Winter Red'*, *'Alicia'*. У більшості із досліджуваних культиварів більше 50 % тканин однорічних пагонів пошкоджується за температури  $-30^{\circ}\text{C}$ , заданої в лабораторних умовах. За результатами візуальної оцінки зимостійкості, від зимових умов найбільше страждали *'Silver Knight'*, *'Golden Wonder'*, *'Red Star'*, *'H.E. Beale'*.

**Ключові слова:** *Calluna vulgaris*, культивар, лабораторне проморожування пагонів, льодоутворення, анатомо-мікроскопічна оцінка, зимостійкість.

Зимостійкість є комплексним показником, який відображує реакцію виду чи культивару на низькі температури, відлиги, випрівання, вимокання протягом зимового періоду. Морозостійкість — одна із складових зимостійкості, яка характеризує здатність рослин певний період витримувати низькі температури та протистояти сильним морозам. Вона залежить від стану рослини, її генетичного потенціалу, мікроклімату, ґрунтів місця зростання тощо. Морозостійкість може змінюватися протягом року [5]. Зимостійкість деревних рос-

лин є одним із лімітуючих чинників пристосування рослин до нових умов зростання в процесі інтродукції та адаптації [4].

За даними різних авторів, північний ареал вересу звичайного (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) простягається за межі Полярного кола (до півночі Скандинавського і Кольського півостровів) та до Гренландії. Відоме його острівне поширення в Західному Сибіру [1, 2, 6, 9]. В Україні основним природним місцезнаходженням *C. vulgaris* є Полісся. За візуальною оцінкою його зимостійкості у 2016—2017 рр. у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України, *C. vulgaris* не пошкоджується

низькими температурами на відміну від окремих його культиварів, фактична зимостійкість яких виявилася нижчою. Формове різноманіття вересу є дуже великим. Лише офіційно зареєстрованих сортів і культиварів відомо близько 800 [10]. Тому актуальним є дослідження їх стійкості, зокрема морозо- та зимостійкості в умовах Правобережного Лісостепу України.

Лабораторне проморожування — це штучний спосіб випробування рослин, який дає змогу визначити біологічну межу морозостійкості в контрольованих умовах [3]. Для вивчення адаптивного потенціалу та розробки рекомендацій щодо культивування в міських насадженнях найстійкіших культиварів *C. vulgaris* необхідно дослідити ступінь їх зимостійкості та морозостійкості.

Мета — дослідити морозостійкість *C. vulgaris* та його культиварів методом прямого лабораторного проморожування однорічних пагонів і порівняти отримані дані з результатами фактичної (польової) оцінки їх зимостійкості у 2016—2017 рр.

#### Матеріал та методи

Об'єктами досліджень були рослини *C. vulgaris* та 10 його культиварів (Alicia, Mullion, Golden Carpet, Golden Wonder, Winter Red, Dirry, H.E. Beale, Red Star, Silver Knight, Bonita) з колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

Зразки однорічних пагонів відбирали із середини крони рослин у другій декаді лютого 2016 р. Випробування низькими температурами проводили в лабораторії фізіології рослин Інституту садівництва НААН України у холодильній камері «CRO/400/40». Зразки проморожували у трьох варіантах: за температури  $-25$ ,  $-30$  та  $-35$  °C. У контрольному варіанті проморожування не проводили, оскільки в останній декаді січня температура в м. Києві становила  $-17$  °C (за даними Українського гідрометеорологічного центру).

Процес проморожування передбачає чотири етапи: загартування, зниження температури, власне проморожування, відігрів. Зрізані однорічні пагони поміщали на 3—5 діб у термо-

камеру із встановленою температурою  $-5$  °C, що сприяло їх зберіганню та загартуванню. За цієї температури відбувається відтік води з клітин у міжклітинники. Це підвищує концентрацію клітинного соку, що спричиняє зниження температури замерзання цитоплазми. Температуру знижували поступово. В Інституті садівництва НААН України рекомендують застосовувати зниження температури  $-5$  °C на годину [3]. При досягненні заданої температури зразки деякий час витримували для створення умов для нуклеації та льодоутворення. Під дією низької температури спочатку утворюється лід у міжклітинниках ксилеми. В подальшому за критичних температур можливе утворення льоду в клітинах, що завдає їм шкоди через розрив мембрани [5]. На завершальній стадії проморожування температуру поступово ( $+5$  °C на годину) підвищували до температури зберігання зразків (близько  $0$  °C). Це необхідно для поступового переходу води зі стану льоду в рідкий, що запобігає ушкодженню стінок клітин через інтенсивний відтік води із клітини на лід у міжклітинниках. Після закінчення проморожування зразки витримували близько 7 діб за кімнатної температури для вияву наслідків їх морозного ушкодження.

Анатомічні зрізи виконували вручну, потім їх розміщували на предметне скло, покривали гліцерином та розглядали під бінокулярним мікроскопом зі збільшенням у 20 і 40 разів. Визначали пошкодження флоєми, камбію, ксилеми, серцевини на верхівці та у середній частині пагона, тканини паренхіматичного масиву під брунькою та бруньки в цілому.

Інтенсивність побуріння окремих тканин визначали за допомогою мікроскопа за 6-бальною шкалою М.О. Соловйової [8] у модифікації Д.В. Потаніна, В.В. Грохольського, О.І. Китаєва та ін. [3]. Для статистичної обробки множили бал пошкодження тканини на поправний коефіцієнт, який залежить від значення тканини для підтримання життєдіяльності рослини (кора — 6, камбій — 8, деревина — 4, серцевина — 2 бали). Сума всіх коефіцієнтів дорівнює 20. У разі її множення на

вищий бал пошкодження окремої тканини (5,0) отримуємо 100. Таким чином, за умови повного пошкодження всіх тканин констатують 100 % загибель об'єкта.

Польову зимостійкість у 2016–2017 рр. оцінювали візуально за 8-бальною шкалою С.Я. Соколова [7].

### Результати та обговорення

Згідно з отриманими даними, після штучного проморожування найбільше від дії низьких температур страждають 'Н.Е. Beale', 'Golden Wonder', 'Golden Carpet'. Найменше пошкоджень отримують *C. vulgaris*, 'Dirry', 'Winter Red', 'Alicia'.

У контрольному варіанті (–17 °С) загальний ступінь ушкодження пагонів *C. vulgaris* та культиварів — незначний (від 6,4 % у 'Dirry' та 6,8 % у *C. vulgaris* до 13,3 % у 'Н.Е. Beale') (рисунки). Уже за температури –17 °С можна спрогнозувати тенденцію впливу низької температури на вид та культивари.

Серед дослідних об'єктів найбільше пошкодились тканини бруньки (табл. 1), решта тка-

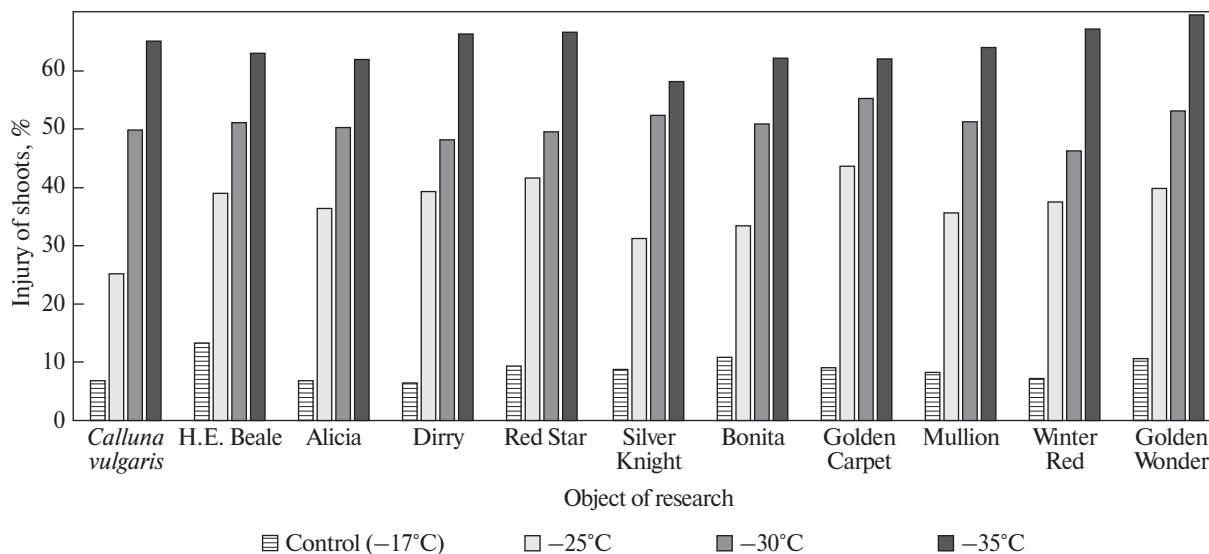
нин — майже однаково в усіх досліджених об'єктах. У культиварів Н.Е. Beale, Red Star, Silver Knight, Golden Carpet, Golden Wonder низька температура значно вплинула на апікальну частину пагона. Ці дані збігаються з візуальною оцінкою зимостійкості: відзначено підмерзання верхівок саме у цих культиварів, за винятком 'Golden Carpet'. У *C. vulgaris* у контрольному варіанті частка ушкоджень була однією із найменших — від 5,2 % (верхівка) до 8,0 % (брунька).

При проморожуванні до –25 °С коефіцієнт пошкодження тканин пагонів порівняно з контролем значно збільшувався — у 3 або 4 рази (див. рисунок). Найменше пошкоджувалися зразки *C. vulgaris*, 'Silver Knight', 'Bonita' (до 33,5 %), найбільше — 'Golden Wonder', 'Red Star', 'Golden Carpet' (до 43,6 %). За цієї температури, як і при попередній, чітко спостерігався вплив морозу на бруньку. Частка її ушкодження у культиварів Н.Е. Beale, Alicia, Red Star, Golden Carpet була критичною (понад 50 %). У всіх дослідних об'єктах значною мірою пошкоджувалися верхівка пагона та тка-

Таблиця 1. Ступінь ушкодження різних частин пагона *C. vulgaris* та його культиварів

Table 1. Degree of injury to different parts of shoot of *C. vulgaris* and its cultivars

Частина пагона	t, °С	Ступінь пошкодження, %	
		мінімальний	максимальний
Верхівка	–17	4,8 ('Dirry')	13,4 ('Golden Wonder')
Середня частина		4,8 ('Dirry')	13,6 ('Н.Е. Beale')
Розріз крізь вузол		6,0 ('Dirry')	11,6 ('Н.Е. Beale')
Брунька		8,0 ( <i>C. vulgaris</i> )	14,0 ('Н.Е. Beale', 'Bonita', 'Golden Wonder')
Верхівка	–25	24,8 ( <i>C. vulgaris</i> )	41,0 ('Golden Wonder')
Середня частина		17,2 ( <i>C. vulgaris</i> )	39,4 ('Golden Carpet')
Розріз крізь вузол		22,0 ( <i>C. vulgaris</i> )	40,6 ('Dirry')
Брунька		34,0 ('Silver Knight')	58,0 ('Red Star')
Верхівка	–30	42,2 ('Red Star')	61,0 ('Golden Wonder')
Середня частина		42,0 ('Dirry')	49,2 ('Golden Carpet')
Розріз крізь вузол		43,8 ('Red Star')	51,4 ('Golden Carpet')
Брунька		48,0 ('Winter Red')	70,0 ('Silver Knight')
Верхівка	–35	56,2 ('Silver Knight')	72,6 ('Red Star')
Середня частина		49,0 ('Golden Carpet')	65,2 ('Golden Wonder')
Розріз крізь вузол		55,2 ('Silver Knight')	67,8 ('Golden Wonder')
Брунька		66,0 ('Bonita')	80,0 ('Winter Red', 'Golden Wonder')



Загальний ступінь пошкодження однорічних пагонів *C. vulgaris* та його культиварів  
The general degree of injury to annual shoots of *C. vulgaris* and its cultivars

нини вузла, тоді як середня частина пагона постраждала найменше (див. табл. 1). Частина пагона *C. vulgaris* за цієї температури зазнали найменших пошкоджень порівняно з культиварами (від 17,2 % (середня частина пагона) до 24,8 % (верхівка пагону) і 36,0 % (брунька)).

Більшість досліджуваних культиварів сильно пошкоджувалися за дії температури проморожування  $-30^{\circ}\text{C}$ , особливо ‘Golden Wonder’ та ‘Golden Carpet’ (ступінь ушкодження пагонів — 53,3 та 55,3 % відповідно). Стійкішими були культивари Red Star, Dirry, Winter Red (див. рисунок). Однорічні пагони *C. vulgaris* пошкодилися суттєво (49,9 %). Брунька, як і в попередніх варіантах, пошкоджувалася найбільше. Наприклад, у ‘Silver Knight’ показник ушкодження становив 70 %. Також спостерігали значний вплив низької температури на верхівку пагона ‘Golden Wonder’ (61 %), як і в попередньому варіанті. Ступінь ушкодження частини пагона *C. vulgaris* унаслідок дії температури  $-30^{\circ}\text{C}$  не відрізнявся суттєво від такого культиварів (див. табл. 1).

За температури  $-35^{\circ}\text{C}$  спостерігали загинуть понад половини тканин однорічних пагонів *C. vulgaris* та культиварів. Найменш чут-

ливими до дії цієї температури були частини пагона ‘Silver Knight’, найчутливішими — ‘Golden Wonder’ (див. рисунок). Як і в попередніх варіантах, найбільше пошкоджувалися брунька та верхівка пагона (див. табл. 1).

Зі зниженням температури до  $-30^{\circ}\text{C}$  і  $-35^{\circ}\text{C}$  відмінність за ступенем ушкодження між об’єктами стає меншою, ніж у контрольному варіанті та за температури  $-25^{\circ}\text{C}$ .

На тканинах дослідних зразків дія морозу виявилася по-різному (табл. 2).

У пагонів культиварів за дії низької температури ( $-17^{\circ}\text{C}$ ) у природних умовах найбільше пошкоджувалася серцевина однорічних пагонів, тоді як у *C. vulgaris* — кора пагонів. У всіх об’єктів найменше ушкоджувався камбій: у *C. vulgaris*, ‘Alicia’ та ‘Dirry’ ступінь його ушкодження становив 0, у решти культиварів — від 4 до 12 %.

За лабораторного випробовування температурою  $-25^{\circ}\text{C}$  пошкодження тканин суттєво збільшувалися. У *C. vulgaris*, ‘Alicia’ і ‘Dirry’ ступінь пошкодження камбію збільшився до 19,3, 30,0 і 40,7 % відповідно, у решти культиварів — у 7, 8, іноді — у 10 разів порівняно із контрольним варіантом. Показник морозного ураження кори в середньому збільшився у

4 рази (від 34,0 до 42,7 %) порівняно із температурою  $-17^{\circ}\text{C}$  і майже в усіх об'єктів посів перше місце за ураженням. У *C. vulgaris* тканини, зокрема кора, уразилися найменше порівняно з культиварами. В усіх досліджених об'єктів серцевина страждала від дії низької температури найменше. 'Golden Carpet' зазнав найбільших уражень кори та камбію (42,7 і 43,3 % відповідно).

Зниження температури до  $-30^{\circ}\text{C}$  найбільше вплинуло на камбій пагонів. Він був пошкоджений більш ніж на 50 % у всіх об'єктів, найбільше — у 'Golden Wonder' (58,7 %). Кора уражалася менше, але ступінь її ушкодження був критичним для *C. vulgaris* та більшості культиварів, особливо для 'Golden Carpet' (56,7 %). Третє місце за ураженням посідала деревина, тоді як серцевина ушкоджувалася найменше (від 21,3 до 31,3 %).

При проморожуванні до  $-35^{\circ}\text{C}$ , так само, як і при попередній заданій температурі, збільшувалося ушкодження камбію та кори. Порівняно із попередніми даними показник морозного ушкодження кори збільшився в середньому

на 15 %, камбію — на 19 %, деревини та серцевини — на 5 %, тобто незначно відрізнялися від показників за температури  $-30^{\circ}\text{C}$ . Критичних значень ушкодження деревини набувало лише у культиварів Red Star та Golden Wonder (50,7 та 58,0 % відповідно). Так само, як і за попередньої температури, при  $-35^{\circ}\text{C}$  пагони вражалися за рахунок пошкодження камбію та кори. Загальний ступінь ушкоджень тканин *C. vulgaris* не відрізнявся від такого культиварів.

Фактичну (польову) оцінку зимостійкості рослин вересу звичайного та його культиварів у відкритому ґрунті було проведено протягом 2016—2017 рр. у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України. Візуальна оцінка пошкоджень становила 2 бали для рослин культиварів Silver Knight, Golden Wonder, Red Star, H.E. Beale — у них підмерзли верхівки однорічних пагонів. У цих культиварів відзначено найбільший ступінь ушкодження верхівки порівняно з іншими об'єктами у контрольному варіанті ( $-17^{\circ}\text{C}$ ). Ступінь ушкодження верхівки 'Golden Carpet' у

Таблиця 2. Ступінь ушкодження тканин пагона *C. vulgaris* та його культиварів

Table 2. Degree of injury to different tissues of shoot of *C. vulgaris* and its cultivars

Тканина	t, °C	Ступінь пошкодження, %	
		мінімальний	максимальний
Кора	-17	7,3 ('Dirry')	13,3 ( <i>C. vulgaris</i> , 'H.E. Beale')
Камбій		0 ( <i>C. vulgaris</i> , 'Alicia', 'Dirry')	12,0 ('H.E. Beale')
Деревина	-25	7,3 ('Alicia', 'Winter Red')	13,3 ('H.E. Beale')
Серцевина		6,0 ( <i>C. vulgaris</i> )	15,3 ('Alicia')
Кора	-30	23,3 ( <i>C. vulgaris</i> )	42,7 ('Golden Carpet')
Камбій		19,3 ( <i>C. vulgaris</i> )	43,3 ('Golden Carpet')
Деревина	-35	23,3 ( <i>C. vulgaris</i> )	39,3 ('Golden Wonder')
Серцевина		18,7 ('Alicia', 'Silver Knight')	25,3 ('Red Star')
Кора	-30	46,0 ('Red Star')	56,7 ('Golden Carpet')
Камбій		50,7 ('Dirry', 'Red Star')	58,7 ('Golden Wonder')
Деревина	-35	37,3 ( <i>C. vulgaris</i> , 'Red Star', 'Winter Red')	45,3 ('H.E. Beale')
Серцевина		21,3 ( <i>C. vulgaris</i> )	31,3 ('Silver Knight')
Кора	-35	55,3 ('Silver Knight')	70,7 ('Golden Wonder')
Камбій		64,7 ('Silver Knight')	78,7 ('Dirry')
Деревина	-35	37,3 ('Alicia')	58,0 ('Golden Wonder')
Серцевина		30,0 ( <i>C. vulgaris</i> , 'H.E. Beale', 'Alicia', 'Bonita', 'Golden Carpet', 'Golden Wonder')	35,3 ('Dirry')



лабораторних умовах майже не відрізнявся від такого згаданих вище культиварів, але в польових умовах ми не спостерігали його ушкоджень у зимовий період. На нашу думку, це пов'язано з тим, що він має низьку розлогу форму куща (висота рослин — 10–15 см) і взимку вкритий шаром снігу на відміну від інших культиварів. Для *C. vulgaris* та інших культиварів візуальна оцінка зимостійкості становила 1 бал (рослина перезимувала без пошкоджень).

Серед об'єктів, у яких обмерзає верхівка пагона, низькі показники морозостійкості в лабораторних умовах мали 'H.E. Beale', 'Golden Wonder'.

#### Висновки

За результатами лабораторних випробувань низькими температурами та спостереженнями за перезимівлею в природних умовах, *C. vulgaris* та його культивари є досить стійкими до дії низьких температур в умовах Правобережного Лісостепу України. За температури  $-30^{\circ}\text{C}$  у лабораторних умовах тканини однорічних пагонів дослідних об'єктів суттєво пошкоджувалися. Відзначено значну відмінність у ступені ушкодження пагонів зразків під дією температури  $-25^{\circ}\text{C}$  у лабораторних умовах. Порівняно із ушкодженням у контрольному варіанті він збільшувався в 3 рази, у деяких культиварів — у 4 рази. Рослини *C. vulgaris* є стійкішими до дії низьких температур, ніж культивари. Серед останніх найбільше від дії низьких температур страждали 'H.E. Beale', 'Golden Wonder', 'Golden Carpet'. Найменше пошкоджень отримали 'Dirry', 'Winter Red', 'Alicia'.

Із частин пагона найбільше від дії низьких температур страждала брунька, що пов'язано, ймовірно, із довгим процесом росту і розвитку цього органу. Чутливими до дії низьких температур є верхівка пагона і тканини вузла. Найменше страждала середня частина пагона. При зниженні температури найбільше вражалися кора та камбій, що може бути пов'язане із їх пролонгованою функціональною активністю.

За температури  $-25^{\circ}\text{C}$  найбільше пошкоджень виявлено в корі та камбії. За температури

ри  $-30$  та  $-35^{\circ}\text{C}$  у всіх об'єктів найбільше пошкоджувався камбій, найменше — серцевина. Отже, пагони ушкоджувалися за температури нижче за  $-25^{\circ}\text{C}$  переважно за рахунок ураження камбію та кори.

Дані лабораторного дослідження морозостійкості збігалися з результатами візуальної оцінки зимостійкості, згідно з якою від зимових умов найбільше страждали 'Silver Knight', 'Golden Wonder', 'Red Star', 'H.E. Beale'. *C. vulgaris* та інші культивари (Winter Red, Dirry, Mullion, Alicia, Bonita) добре витримують зимові умови Правобережного Лісостепу України.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Александрова М.С. Аристократы сада: красивоцветущие кустарники / М.С. Александрова. — М.: Фитон+, 2000. — 192 с.
2. Алехин В.В. География растений / В.В. Алехин. — М.: Советская наука, 1944. — 455 с.
3. Визначення морозостійкості плодкових порід лабораторним методом прямого проморожування / Д.В. Потанін, В.В. Грохольський, О.І. Китаєв, М.О. Бублик // Садівництво. — 2005. — Вип. 56. — С. 170–180.
4. Кохно Н.А. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине / Н.А. Кохно, А.М. Курдюк. — К.: Наук. думка, 1994. — 184 с.
5. Метлицкий З.А. Зимние и весенние повреждения плодовых деревьев / З.А. Метлицкий. — М.: Сельхозгиз, 1960. — 112 с.
6. Санников С.Н. Палеогеографический очерк истории формирования ареала вереска обыкновенного в Притоболье / С.Н. Санников, И.В. Петрова, О.Е. Черепанова // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. — 2013. — № 6 (44). — С. 185–187. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1234820>
7. Соколов С.Я. Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений / С.Я. Соколов // Интродукция растений и зеленое строительство. — М.: Сельхозиздат, 1957. — Вип. 6. — С. 34–42.
8. Соловьева М.А. Методы определения зимостойкости плодовых культур: Метод. пособ. / М.А. Соловьева. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — С. 26–31.
9. Beijerinck W. Calluna. The monograph on the Scotch heather / W. Beijerinck. — Amsterdam, 1940. — P. 36. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k98203b>

10. *The Heather Society* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.heathersociety.org/category/heathers/calluna-heathers/>

Рекомендовала О.Л. Рубцова  
Надійшла 02.01.2018

#### REFERENCES

1. *Aleksandrova, M.S.* (2000), *Aristokraty sada: krasivo-cvetushhie kustarniki* [Aristocrats of the garden: beautifully flowering shrubs]. Moscow: Fiton+, 192 p.
2. *Alehin, V.V.* (1944), *Geografija rastenij* [Geography of plants]. Moscow: Sovetskaja nauka, 455 p.
3. *Potantin, D.V., Groholskyj, V.V., Kytajev, O.I. and Bubylyk, M.O.* (2005), *Vyznachennja morozostijkosti plodovyh porid laboratornym metodom prjamoogo promorozhuvannja* [Determination of frost resistance of fruit crops by the laboratory method of direct freezing]. *Sadivnytstvo* [Gardening], vol. 56, pp. 170—180.
4. *Kohn, N.A and Kurdjuk, A.M.* (1994), *Teoreticheskie osnovy i opyt introdukcii drevesnyh rastenij v Ukraine* [Theoretical bases and experience of introduction of woody plants in Ukraine]. Kyiv: Naukova dumka, 184 p.
5. *Metlickij, Z.A.* (1960), *Zimnie i vesennie povrezhdenija plodovyh derev'ev* [Winter and spring damage to fruit trees]. Moscow: Selhozgiz, 112 p.
6. *Sannikov, S.N., Petrova, I.V. and Cherepanova, O.E.* (2013), *Paleogeograficheskij ocherk istorii formirovanija areala vereska obyknovenного v Pribotobol* [Paleogeographical sketch of the history of the formation of the common heather in Pribotobol]. *Izvestija Orenburg. gos. agrar. un-ta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University], N 6 (44), pp. 185—187 [Электронный ресурс]. *Moda access: https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1234820*
7. *Sokolov, S.Ya.* (1957), *Sovremennoe sostojanie teorii akklimatizacii i introdukcii rastenij* [The current state of the theory of acclimatization and introduction of plants], *Introdukcija rastenij i zelenoe stroitelstvo* [Introduction of plants and green construction]. Moscow: Selhozizdat, vol. 6., pp. 34—42.
8. *Soloveva, M.A.* (1982), *Metody opredelenija zimostojkosti plodovyh kultur* [Methods for determining winter hardness of fruit crops]. L.: Gidrometeoizdat, pp. 26—31.
9. *Beijerinck, W.* (1940), *Calluna. The monograph on the Scotch heather*. Amsterdam, p. 36. *Moda access: http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k98203b*
10. *The Heather Society* [Электронный ресурс]. *Moda access: https://www.heathersociety.org/category/heathers/calluna-heathers*

Recommended by O.L. Rubtsova  
Received 02.01.2018

М.С. Кузнецова<sup>1</sup>, О.И. Кумаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Национальный ботанический сад имени Н.Н. Гришко НАН Украины, Украина, г. Киев

<sup>2</sup> Институт садоводства НААН Украины, Украина, г. Киев

#### ОЦЕНКА МОРОЗО- И ЗИМОСТОЙКОСТИ *CALLUNA VULGARIS* (L.) HULL И ЕГО КУЛЬТИВАРОВ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

**Цель** — исследовать морозостойкость *Calluna vulgaris* (L.) Hull и его культиваров методом прямого лабораторного промораживания однолетних побегов и сравнить полученные данные с результатами фактической (полевой) оценки его зимостойкости в 2016—2017 гг.

**Материал и методы.** Объекты исследований — *C. vulgaris* и 10 его культиваров (Alicia, Mullion, Golden Carpet, Golden Wonder, Winter Red, Dipy, H.E. Beale, Red Star, Silver Knight, Bonita) из коллекции Национального ботанического сада имени Н.Н. Гришко НАН Украины. Промораживание побегов проводили в лаборатории физиологии растений Института садоводства НААН Украины в холодильной камере для научных исследований «CRO/400/40». Полевую зимостойкость оценивали визуально по 8-балльной шкале С.Я. Соколова в 2016—2017 гг.

**Результаты.** Определена потенциальная морозостойкость *C. vulgaris* и его культиваров с помощью лабораторного метода прямого промораживания побегов. Установлена степень повреждения флоэмы (коры), камбия, ксилемы (древесины), сердцевин в апикальной и средней части побега, в разрезе через узел, а также тканей почки (с помощью бинокулярного микроскопа). Выявлено, что *C. vulgaris* и его культивары характеризуются разной степенью морозостойкости.

**Выводы.** *C. vulgaris* и его культивары являются достаточно морозоустойчивыми в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Растения *C. vulgaris* более устойчивы к действию низких температур, чем культивары. Наиболее чувствительными к действию мороза являются почка и апикальная часть побега (до 80,0 и 72,6% соответственно), наименее чувствительной — средняя часть побега в разрезе через междоузлия. Больше всего от действия низких температур страдали растения культиваров H.E. Beale, Golden Wonder, Golden Carpet. Наиболее устойчивыми были *C. vulgaris*, 'Dipy', 'Winter Red', 'Alicia'. У большинства исследуемых культиваров больше 50 % тканей однолетних побегов повреждаются при температуре –30 °С, заданной в лабораторных условиях. По результатам визуальной оценки зимостойкости, от зимних условий более всего страдали 'Silver Knight', 'Golden Wonder', 'Red Star', 'H.E. Beale'.

**Ключевые слова:** *Calluna vulgaris*, культивар, лабораторное промораживание побегов, ледообразование, анатомо-микроскопическая оценка, зимостойкость.

M.S. Kuznetsova<sup>1</sup>, O.I. Kytayev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup> Institute of Horticulture, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

ESTIMATION OF FROST AND WINTER RESISTANCE OF *CALLUNA VULGARIS* (L.) HULL AND ITS CULTIVARES IN CONDITIONS OF RIGHT-BANK OF FOREST STEPPE OF UKRAINE

**Objective** — to investigate the frost resistance of *Calluna vulgaris* (L.) Hull and its cultivars by the method of direct laboratory freezing of annual shoots. Compare with field studies of winter hardiness of it in 2016—2017.

**Material and methods.** Objects of research are *C. vulgaris* and its 10 cultivars (Alicia, Mullion, Golden Carpet, Golden Wonder, Winter Red, Dirry, H.E. Beale, Red Star, Silver Knight, Bonita) from the collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. The shoots were frozen in the laboratory of plant physiology of the Institute of horticulture of the NAAS of Ukraine in the refrigerating chamber «CRO/400/40». Field winter hardiness was assessed visually on 8-point scale of S.Ya. Sokolov during 2016—2017.

**Results.** The potential frost resistance of *C. vulgaris* and its cultivars is determined using the laboratory meth-

od of direct freezing of shoots. The degree of damage to phloem (cortex), cambium, xylem (wood), cores in the apical, middle part of the shoot, in the section through the node, and bud tissues was determined using binocular microscope. It was revealed that common heather and its varieties are characterized by different degrees of frost resistance.

**Conclusions.** *C. vulgaris* and his cultivars are sufficiently frost-resistant in conditions of Right-Bank of Forest Steppe of Ukraine. *C. vulgaris* plants are more resistant to low temperatures compared to cultivars. The most sensitive to the effect of frost are the bud and apical part of the shoot (up to 80.0 and 72.6 %, respectively). The least sensitive is the middle part of the shoot in the section through the internode. Plants of the cultivars H.E. Beale, Golden Wonder, Golden Carpet suffer the most from the effect of low temperatures. *C. vulgaris*, 'Dirry', 'Winter Red', 'Alicia' had less damage. More than 50 % of tissues of annual shoots are damaged at temperature –30 °C set in the laboratory conditions. According to a visual assessment of winter hardiness, the cultivars Silver Knight, Golden Wonder, Red Star, H.E. Beale suffer the most from winter conditions.

**Key words:** *Calluna vulgaris*, cultivar, laboratory freezing of shoots, ice formation, anatomical-microscopic assessment, winter resistance.

Н.М. ДАНИЛЬЧУК<sup>1</sup>, О.В. ДАНИЛЬЧУК<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Криворізький ботанічний сад НАН України  
Україна, 50089 м. Кривий Ріг, вул. Маршака, 50

<sup>2</sup> Донецький ботанічний сад НАН України  
Україна, 50089 м. Кривий Ріг, вул. Маршака, 16А

## ОСОБЛИВОСТІ СЕЗОННОЇ ДИНАМІКИ ВОДООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ВИДІВ РОДУ *POPULUS* L. У ДЕНДРАРІЇ КРИВОРІЗЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ

**Мета** — дослідити особливості водообмінних процесів в асиміляційному апараті тополь, інтродукованих у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України.

**Матеріал та методи.** Об'єктом досліджень були зміни стану водного режиму (обводненість, водний дефіцит, водоутримувальна здатність) тополь, інтродукованих у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України: *Populus italica* Du Roi, *P. deltoides* W. Bartram ex Marshall, *P. simonii* Carrière, *P. candicans* Aiton, *P. bolleana* Carrière. Залучені до експериментів види були представлені особинами другого класу віку (до 20 років). Визначення зв'язаної та вільної води в рослинному матеріалі проводили рефрактометричним методом за Н.А. Гусевим (1960). Загальну кількість води, водоутримувальну здатність і водний дефіцит асиміляційного апарату тополь визначали загальноприйнятими методами (Бессонова, 2006). У досліджах використовували листки рослин, відібрані із середньої частини крони південно-західної експозиції.

**Результати.** Загальна обводненість листків *P. bolleana* і *P. italica* у червні на 20—40 % перевищувала таку листків *P. deltoides*, *P. simonii* та *P. candicans*. У період з червня до вересня спостерігали зменшення обводненості досліджуваних видів тополь. Найбільше зниження загального вмісту води в листках тополь (на 15—20 %) порівняно з червнем відзначено у *P. deltoides*, *P. candicans* та *P. simonii*, які в межах природного ареалу (Північна Америка і Далекий Схід) зростають у зволожений місцях. Найменше загальна обводненість знизилася у середньоазійських видів *P. bolleana* і *P. italica* — до 10 %. У період з червня до серпня відбувалося зменшення вмісту вільної води та збільшення — зв'язаної. У *P. italica* і *P. bolleana* зв'язаної води було в 1,1—1,2 рази більше, ніж у *P. candicans*, *P. deltoides* та *P. simonii*, що свідчить про меншу пристосованість останніх до посухи. У серпні в усіх досліджуваних тополь показник водного дефіциту перевищував безпечно значення 10 % і становив 10,4—19,1 %. Найбільшим водний дефіцит був у тополь, які природно зростають у зволожений місцях з помірними температурами, — *P. simonii*, *P. candicans* і *P. deltoides* та у 2,0—2,5 рази перевищував показник на початку літа. У *P. bolleana* і *P. italica*, зазначений показник збільшився в середньому в 1,6 рази. Найбільші показники водоутримувальної здатності в тополь зафіксовано в червні. Вища водоутримувальна здатність листків у *P. bolleana* та *P. italica* дає їм змогу протистояти зневодненню за несприятливих умов і є показником їх адаптації до умов зростання.

**Висновок.** Найстійкіші до несприятливих умов зволоження — *P. bolleana* і *P. italica*, в яких співвідношення процесів водного обміну є оптимальним: високий показник обводненості тканин, низьке значення і тенденція до зниження денного водного дефіциту протягом вегетації, здатність до часткового відновлення обводненості тканин при послабленні дії стресового чинника.

**Ключові слова:** *Populus* L., інтродукція, погодно-кліматичні умови, водообмінні процеси, асиміляційний апарат, посухостійкість.

Здатність рослин чинити опір екстремальним умовам зростання, пристосовуватися до них і зберігати свій життєвий потенціал — одна з визначальних умов існування організму, яка залежить від можливості реалізувати захисно-пристосувальні механізми, тобто адаптуватися до різноманітних стресових впливів.

У степовій зоні України, а саме на Криворіжжі, проблемою стійкості рослинних культурфітоценозів є необхідність достатнього для життєдіяльності рослин водопостачання, яке визначається ступенем вологолюбності рослин та погодними умовами в період активної вегетації. У кількісному співвідношенні вода посідає домінуюче положення серед хімічних сполук. Її вміст у тканинах рослини становить

до 70—99 % від сирової маси [2]. Тому з'ясування потреби у необхідній кількості вологи залежно від температури і умов зволоження вегетаційного періоду має важливе значення для підтримання життєздатності рослин у посушливих умовах.

Одним з критеріїв функціонального стану рослин за умов гідротермічного стресу може бути показник обводненості тканин листя. Багатьма дослідниками загальна обводненість тканин використовується як важливий показник водообміну, з яким пов'язані інші фізіологічні процеси та біохімічні реакції в рослинних клітинах [3, 17].

Відомо, що тополі вибагливі до вологи, адже їх природними ареалами є вологі місцезростання [5]. При вирощуванні при інтродукції за межами природних ареалів вони опиняються в нових природних умовах. В умовах степового Придніпров'я тополі часто потерпають від нестачі вологи в ґрунті та повітрі: відбувається зниження їх росту, всихання окремих гілок або навіть цілих дерев, зниження плодоношення тощо. Водний обмін рослин має видоспецифічний характер. Так, у роботах І.О. Сенчишиної, І.О. Зайцевої, Л.Г. Долгової, Г.І. Пахомова, В.К. Безуглова встановлено як відмінності у показниках водного обміну в різних видів рослин в однакових умовах, так і їх схожість у рослин, які мають спільний ареал, але зростають у різних умовах [6—8, 12, 13].

Мета — дослідити особливості водообмінних процесів у асиміляційному апараті тополь, інтродукованих у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України.

### Матеріал та методи

Дослідження проведено протягом одного вегетаційного періоду в різних за вологозабезпеченням умовах (табл. 1):

— нормального зволоження — з квітня до другої декади травня, коли кількість опадів була в межах середньобагаторічних даних;

— надмірного зволоження — із середини травня до кінця червня, коли кількість опадів перевищувала середньобагаторічні дані майже вдвічі;

— посухи — з липня до жовтня, коли кількість опадів була в 2—5 разів менша порівняно із середньобагаторічними даними, що призвело до засухи в період формування вегетативних органів тополь і не дало змоги рослинам без стресу ввійти в період спокою.

Об'єктом досліджень були зміни стану водного режиму (обводненість, водний дефіцит, водоутримувальна здатність) рослин, інтродукованих у дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України. Дослідження проводили на таких видах тополь: *Populus italica* Du Roi, *P. deltoides* W. Bartram ex Marshall, *P. simonii* Carrière, *P. candicans* Aiton, *P. bolleana* Carrière, які представлені особинами другого класу

Таблиця 1. Порівняння середніх метеорологічних показників за 2016 р. та середньобагаторічних даних за період активної вегетації рослин

Table 1. Comparison of average meteorological indicators (2016) and every data for the period of active vegetation of plants

Місяць	Середні метеорологічні показники за 2016 р.*		Середньобагаторічні показники **	
	Температура повітря, °С	Кількість опадів, мм	Температура повітря, °С	Кількість опадів, мм
Квітень	13,1	39,0	9,2	36,0
Травень	16,1	80,4	15,8	43,0
Червень	21,6	56,4	19,1	68,0
Липень	23,4	10,0	21,6	52,0
Серпень	23,4	14,2	21,0	47,0
Вересень	16,3	15,6	15,5	39,0
Жовтень	7,4	18,8	8,9	35,0

\* Дані метеостанції «Davis 6152C Vantage Pro2» Криворізького ботанічного саду; \*\* дані авіа-метеостанції Лозуватка (м. Кривий Пір) за 1980—2005 рр. [16]

віку (до 20 років), мають різне ботаніко-географічне походження, належать до різних секцій та відрізняються за стійкістю до природних умов степового регіону.

Моніторингова ділянка (дендрарій Криворізького ботанічного саду НАН України) розташована на території Тернівського району м. Кривий Ріг за межами санітарно-захисної зони Північного гірничо-збагачувального комбінату на відстані понад 5 км від джерела емісій та понад 20 км від джерела емісій Центрального гірничо-збагачувального комбінату.

Рельєф місцевості рівнинний. Ґрунти на моніторинговій ділянці належать до відділу природних ґрунтів і характеризуються як чорнозем звичайний, малогумусний, середньозмитий, важкосуглинистий на лесових материнських породах [14, 15].

Визначення зв'язаної та вільної води в рослинному матеріалі проводили рефрактометричним методом за Н.А. Гусевим [4]. Загальну кількість води, водоутримувальну здатність і водний дефіцит асиміляційного апарату тополь визначали загальноприйнятими методами [1]. У досліді використано листки рослин, відібрані із середньої частини крони південно-західної експозиції.

### Результати та обговорення

Одним з показників, які характеризують стан водного обміну рослини, є загальний вміст води в листках. Кількість води в листках досліджених видів тополь протягом вегетації була неоднаковою, в середньому — 49,9—78,9 %.

Найбільший вміст води відзначено в листках *P. bolleana* і *P. italica* у червні, який був вологим та помірно теплим (див. табл. 1). Так, загальна обводненість листків зазначених видів на 20—40 % перевищувала показники *P. deltoides*, *P. simonii* та *P. candicans* (табл. 2). В останніх загальний вміст води відрізнявся несуттєво і становив 56,3—63,4 %. Отримані результати узгоджуються з літературними даними. Так, у дослідженнях М.Д. Кушніренко виявлено, що на початку літа обводненість деревно-чагарникових рослин була найбільшою — 60—90 %, що пояснюється весняними опадами та відносно невисокими температурами повітря [10].

Наступні місяці були досить посушливими. Відбувалося зниження вологості ґрунту та повітря внаслідок накопичення суми позитивних температур (див. табл. 1). Тому в період з червня до вересня спостерігали зниження обводненості досліджуваних видів тополь. Найнижчий вміст води в листках — від 45,5 до 72,6 % зафіксовано у вересні, що узгоджується з літературними даними. У серпні в міру старіння листків цей показник знижувався на 15—30 % [11].

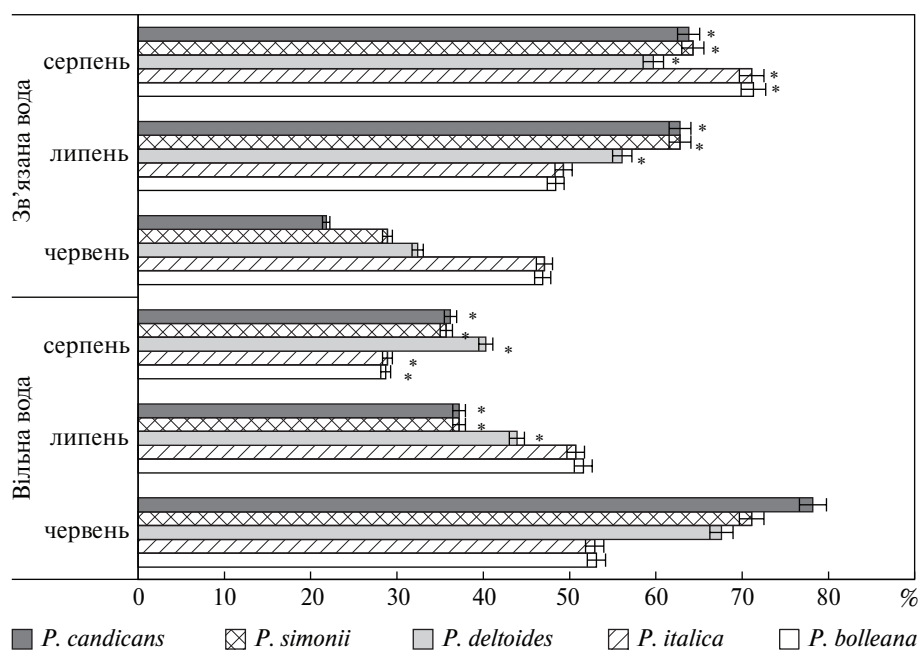
Найбільше зниження загального вмісту води в листках тополь (на 15—20 %) порівняно з червнем відзначено в *P. deltoides*, *P. simonii* та *P. candicans*, які природно зростають у зволоженіших місцях (Північна Америка і Далекий Схід), тоді як у середньоазійських видів *P. bolleana* та *P. italica* цей показник зменшився до 10 % (див. табл. 2).

Отже, для досліджених видів тополь характерна висока обводненість тканин листа про-

Таблиця 2. Загальна обводненість листків видів роду *Populus* L.

Table 2. General water content in leaves of the genus *Populus* L. species

Вид	Вміст води, %							
	Червень		Липень		Серпень		Вересень	
	М ± m	Сv, %	М ± m	Сv, %	М ± m	Сv, %	М ± m	Сv, %
<i>P. deltoides</i>	59,30 ± 0,92	4,52	51,00 ± 2,25	11,26	50,40 ± 1,82	9,36	49,90 ± 2,39	14,36
<i>P. italica</i>	78,90 ± 0,87	3,79	74,70 ± 0,58	2,59	73,00 ± 0,59	2,82	72,60 ± 0,46	2,18
<i>P. bolleana</i>	75,90 ± 0,52	2,36	71,00 ± 1,27	6,05	70,30 ± 0,95	4,72	69,50 ± 1,03	5,39
<i>P. simonii</i>	63,40 ± 1,38	6,52	55,30 ± 3,00	14,47	54,50 ± 1,56	7,60	53,10 ± 2,01	11,16
<i>P. candicans</i>	56,30 ± 0,72	3,83	48,50 ± 0,97	4,72	46,90 ± 0,80	4,09	45,50 ± 0,86	4,59



Вміст вільної та зв'язної води в листках видів роду *Populus L.* влітку: \* — статистично значуща ( $p \leq 0,05$ ) відмінність щодо показника в червні

Content of free water and bound water in leaves of the genus *Populus L.* species in the summer: \* — statistically significant difference ( $p \leq 0.05$ ) as for June

тягом вегетаційного періоду. Кількість води в листках тополь збільшується з червня до середини липня, а потім знижується до кінця вересня. Поступове зниження загального вмісту води на 8,1—18,6 % протягом вегетаційного періоду спричинене браком вологи в ґрунті та високими температурами повітря влітку. Менша втрата води в період з червня до вересня в *P. bolleana* і *P. italica* свідчить про їх більшу посухостійкість, порівняно з *P. deltoides*, *P. simonii* та *P. candicans*.

Згідно із сучасними уявленнями, певну роль у стійкості рослин до посухи відіграє ступінь впорядкованості води, а також її фракційний склад. Кількість вільної та зв'язаної води в рослинах характеризує метаболічну активність та водоутримувальну здатність тканин. Вміст вільної води в листках тополь змінювався протягом вегетації. Найвищий вміст фракції води в листках тополь зафіксовано в червні. Перше місце за цим показником посів *P. candicans* (78,2 %), останнє — *P. italica* (52,9 %) (рисунок).

Протягом вегетації кількість вільної води в листках тополь зменшувалася. У липні в *P. simonii* та *P. candicans* внаслідок суттєвої посухи цей показник зменшився до 37,2 % і в середньому був удвічі меншим, ніж у червні, тоді як у *P. italica* і *P. bolleana* статистично значущо не відрізнявся від показника в червні.

У період з липня до серпня спостерігали подальше зменшення вмісту вільної води в листках усіх досліджених видів тополь. У північно-американських видів *P. candicans* і *P. deltoides* та далекосхідного виду *P. simonii* цей показник зменшувався на 5—10 %, тоді як у середньоазійських видів *P. italica* і *P. bolleana* — в 1,8 разу (див. рисунок). Загалом влітку максимальне зменшення цього показника зафіксували в *P. italica* і *P. bolleana* — в середньому вдвічі, тоді як у решти видів — лише в 1,2 разу (див. рисунок).

Отже, мінімальні показники вмісту вільної води в листках тополь відзначено в серпні, що узгоджується з настанням посушливого пері-

оду наприкінці літа та наявністю високих температур повітря (див. табл. 1).

Зв'язана вода утворює стабільніший запас у рослинах та має важливе значення для посухостійкості [9]. У червні її вміст у листках тополь був нижчим, ніж вільної води. Так, у *P. candicans*, *P. deltoides* і *P. simonii* вміст вільної води перевищував кількість зв'язаної на 32—72 %, тоді як у *P. italica* та *P. bolleana* — на 12 % (див. рисунок).

Аналіз динаміки вмісту зв'язаної води в листках досліджених видів тополь протягом вегетації виявив протилежний напрям змін порівняно з вмістом вільної води. Так, якщо з червня до серпня кількість вільної води зменшувалась, то зв'язаної — збільшувалась. Найбільший вміст останньої в листках тополь відзначено в серпні, коли значно зменшилася кількість опадів та суттєво підвищилася температура повітря. Можливо, через це в листках тополь відбулося швидке суттєве збільшення кількості зв'язаної води, що перешкоджало втраті води тканинами листка в цілому.

У липні вміст зв'язаної води становив у середньому 55,9 %. Найбільшим цей показник був у *P. candicans* і *P. simonii* (62,8 %), найменшим (48,4 %) — у *P. bolleana*. У період з липня до серпня спостерігали збільшення вмісту зв'язаної води. Так, у серпні цей показник становив 59,7—71,3 %, що значно перевищувало вміст вільної води. Можна припустити, що тополі за рахунок вищого вмісту зв'язаної води можуть забезпечувати стабільність перебігу фізіологічних процесів тривалий час. Унаслідок

посилення гідролітичних реакцій осмотичний тиск клітинного соку значно підвищується, збільшується смоктальна сила та водоутримувальна здатність, що спричиняє перехід значної частини води у зв'язану форму.

У середньоазійських видів вміст зв'язаної води в 1,1—1,2 разу перевищував показники північноамериканських і далекосхідного видів, що свідчить про меншу пристосованість останніх до посухи (див. рисунок).

Таким чином, встановлено, що в період з червня до серпня відбувалося зменшення вмісту вільної води та збільшення — зв'язаної. Вміст зв'язаної води в листках тополь є стабільнішою ознакою водного режиму, яка забезпечує більшу стійкість *P. italica* і *P. bolleana*, порівняно з *P. candicans*, *P. deltoides* та *P. simonii* в умовах значного дефіциту води.

Ще один важливий показник водного режиму рослин — дефіцит води в листках. Зазвичай водний дефіцит становить 5—10 %, що є нормальним фізіологічним явищем. Водний дефіцит тополь протягом періоду вегетації змінювався, що пов'язане з погоднокліматичними умовами. На початку вегетації водний дефіцит був у межах, які вважають припустимими. У червні тополі не зазнавали дефіциту вологи завдяки сприятливим гідротермічним умовам. Величина цього показника становила 5,2—9,1 %. З настанням посушливого періоду водний дефіцит збільшився в усіх видів — від 7,1 до 12,9 %, що на 5,1—38,1 % перевищувало показник у червні (табл. 3). Найсуттєвіше посилювався водний дефіцит у *P. deltoides* і *P. simonii* — на 38 та 32 %

Таблиця 3. Водний дефіцит листків видів роду *Populus* L. різного ботаніко-географічного походження

Table 3. Water deficit of leaves of the genus *Populus* L. species of different botanical and geographical origin

Вид	Водний дефіцит, %					
	Червень		Липень		Серпень	
	М ± m	Сv, %	М ± m	Сv, %	М ± m	Сv, %
<i>P. bolleana</i>	6,20 ± 0,41	11,5	7,20 ± 0,08	7,2	10,40 ± 0,10	1,5
<i>P. italica</i>	6,80 ± 0,20	5,2	7,10 ± 0,48	11,8	10,50 ± 0,82	13,1
<i>P. deltoides</i>	9,10 ± 0,52	15,8	12,90 ± 0,46	2,4	17,80 ± 0,37	6,9
<i>P. simonii</i>	8,40 ± 0,18	4,3	11,10 ± 0,54	9,7	19,10 ± 0,50	5,2
<i>P. candicans</i>	7,40 ± 0,24	6,6	9,50 ± 0,27	5,7	18,50 ± 0,91	9,9



відповідно. Лише в *P. italica* цей показник підвищився на 5 %. У серпні в усіх досліджуваних видів водний дефіцит перевищував безпечне значення 10 % і становив 10,4—19,1 %. Найбільшим цей показник був у тополь, які природно зростають у зволоженіших місцях з помірними температурами (*P. simonii*, *P. candicans* і *P. deltoides*), та у 2,0—2,5 рази перевищував показник на початку літа (див. табл. 3).

Найменшим водний дефіцит протягом вегетації був у *P. bolleana* і *P. italica*, в яких цей показник збільшувався в середньому в 1,6 рази. Для зазначених видів високі температури та літня посуха не є екстремальними умовами зростання.

Водний дефіцит пов'язаний з водоутримувальною здатністю рослин, яка є основним показником посухостійкості та відіграє провідну роль у регуляції водного обміну: що меншим є водний дефіцит, то більшою є водоутримувальна здатність [3].

У червні в досліджуваних видів втрата води через 30 хв експозиції становила 1,8—2,2 %. Відмінність за цим показником між видами

була незначною. Дещо більше втрачали воду листки *P. candicans* — 2,2 % (табл. 4). За тривалішої експозиції відзначено аналогічну тенденцію до втрати води листками. Здатність листків утримувати вологу змінювалася протягом вегетації. Так, у липні за підвищення температури повітря і недостатнього зволоження зафіксували зниження водоутримувальної здатності в усіх видів до 7,5—10,6 %. Найбільше втрачали воду через 30 хв експозиції листки *P. candicans* (10,6 %), найменше — *P. bolleana* (4,7 %), листки решти видів — 7,5—9,8 %. Аналогічну закономірність встановлено через 60 хв експозиції: найбільша втрата води (18,7 %) — *P. candicans*, найменша (8,1 %) — у *P. bolleana*. Серпень за гідротермічними умовами був складним, тому в листків тополь спостерігали ще більшу втрату води. Найменшу водоутримувальну здатність — у *P. candicans*, який втрачав 19,3 % води через 60 хв експозиції, а найбільшу — у *P. bolleana* (10,1 %), у решти видів — 13,4—18,1 % (див. табл. 4).

Аналогічні закономірності зафіксували в інші місяці. Так, у *P. bolleana* і *P. italica* в період

Таблиця 4. Водоутримувальна здатність листків видів роду *Populus L.* різного ботаніко-географічного походження ( $M \pm m$ )

Table 4. Water-holding capacity of leaves of the genus *Populus L.* species of different botanical and geographical origin ( $M \pm m$ )

Вид	Місяць	Експозиція, хв					
		30	60	90	120	180	Доба
		Кількість втраченої води тканинами листків, %					
<i>P. bolleana</i>	Червень	1,90 ± 0,01	2,90 ± 0,02	3,90 ± 0,02	5,10 ± 0,03	6,40 ± 0,03	28,70 ± 0,32
	Липень	4,70 ± 0,04	8,10 ± 0,07	11,40 ± 0,10	16,60 ± 0,14	21,90 ± 0,19	52,90 ± 0,77
	Серпень	6,80 ± 0,04	10,10 ± 0,06	12,90 ± 0,08	15,60 ± 0,10	20,50 ± 0,13	49,40 ± 0,60
<i>P. italica</i>	Червень	1,80 ± 0,01	3,90 ± 0,03	5,00 ± 0,02	6,20 ± 0,02	8,50 ± 0,04	31,50 ± 0,40
	Липень	7,50 ± 0,11	13,40 ± 0,18	18,80 ± 0,26	27,10 ± 0,38	35,50 ± 0,50	55,40 ± 1,67
	Серпень	9,00 ± 0,12	14,90 ± 0,21	19,10 ± 0,26	23,60 ± 0,32	22,30 ± 0,45	51,90 ± 1,29
<i>P. deltoides</i>	Червень	2,00 ± 0,01	3,10 ± 0,01	4,40 ± 0,02	5,50 ± 0,02	8,10 ± 0,03	32,80 ± 0,23
	Липень	9,20 ± 0,09	16,40 ± 0,17	23,70 ± 0,25	34,00 ± 0,36	43,70 ± 0,46	57,40 ± 0,97
	Серпень	9,10 ± 0,07	18,10 ± 0,13	24,40 ± 0,18	31,00 ± 0,22	41,30 ± 0,30	53,80 ± 0,69
<i>P. simonii</i>	Червень	2,00 ± 0,01	3,50 ± 0,02	4,90 ± 0,03	6,20 ± 0,04	8,80 ± 0,08	32,30 ± 0,60
	Липень	9,80 ± 0,23	18,20 ± 0,42	25,70 ± 0,58	36,70 ± 0,84	44,60 ± 1,02	57,40 ± 2,27
	Серпень	6,90 ± 0,13	13,40 ± 0,25	17,90 ± 0,33	22,60 ± 0,41	30,90 ± 0,56	52,90 ± 1,12
<i>P. candicans</i>	Червень	2,20 ± 0,01	3,40 ± 0,02	4,70 ± 0,03	6,40 ± 0,04	9,30 ± 0,06	31,90 ± 0,20
	Липень	10,60 ± 0,24	18,70 ± 0,42	26,00 ± 0,56	35,80 ± 0,78	43,00 ± 0,95	60,90 ± 0,63
	Серпень	12,80 ± 0,25	19,30 ± 0,37	24,50 ± 0,46	29,10 ± 0,55	36,40 ± 0,69	58,00 ± 0,52

посухи (серпень) через 180 хв експозиції втрата води була в 1,5–2,0 рази меншою, ніж у *P. candicans*, *P. deltooides* та *P. simonii* (див. табл. 4). Після завершення досліду через 24 год тенденції щодо втрати води листям збереглися.

Отже, найбільші значення водоутримувальної здатності в тополь зафіксовано в червні. У липні та серпні цей показник зменшився в усіх досліджуваних тополь. Види дещо відрізнялися за величиною втрати води, що зумовлено особливостями їх біології. Висока водоутримувальна здатність листків тополь забезпечує відновлення вмісту води при зневодненні та підвищує їх стійкість при зміні екологічних умов, зокрема водного режиму ґрунту. Вища водоутримувальна здатність листків у середньоазійських видів *P. bolleana* та *P. italica* дає їм змогу протистояти зневодненню за несприятливих умов і є показником їх адаптації до умов зростання.

### Висновки

За результатами досліджень водного режиму видів роду *Populus* можна зробити висновок про провідну роль динамічних характеристик водного балансу в оцінці стійкості рослин до посухи.

Найстійкішими до несприятливих умов зволоження були *P. bolleana* і *P. italica*, в яких співвідношення процесів водного обміну є оптимальним: вищий показник обводненості тканин, низьке значення і тенденція до зниження денного водного дефіциту протягом вегетації, здатність до часткового відновлення обводненості тканин при послабленні дії стресового чинника.

У період з червня до серпня у досліджуваних видів зменшувався вміст вільної води та збільшувався — зв'язаної. Вміст зв'язаної води в листках тополь є стабільнішою ознакою водного режиму та забезпечує в умовах значного дефіциту води більшу стійкість середньоазійських видів *P. italica* і *P. bolleana* порівняно з північноамериканськими видами *P. candicans* і *P. deltooides* та далекосхідним видом *P. simonii*. Так, за абсолютними значеннями кіль-

кість зв'язаної води в *P. italica* і *P. bolleana* на 10–20 % перевищувала аналогічні показники *P. candicans*, *P. deltooides* та *P. simonii*.

Малостійкими виявилися *P. candicans*, *P. deltooides* і *P. simonii*, які природно зростають у місцях з м'якішим зволоженням кліматом (Далекий Схід, Північно-Східна Азія, південно-західні та східні райони Північної Америки). Висока стійкість до посухи *P. bolleana* і *P. italica* — видів, котрі природно зростають у місцях з континентальними умовами (північно-західний Китай, Середня Азія), вказує на перспективність інтродукційного використання дендрологічних ресурсів цих районів в умовах степового Придніпров'я.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин / В.П. Бессонова. — Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006. — 316 с.
2. Водный обмен растений / В.Н. Жолкевич, Н.А. Гусев, А.В. Капля и др. — М.: Наука, 1989. — 256 с.
3. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений / Л.А. Генкель. — М.: Наука, 1982. — 279 с.
4. Гусев Н.А. Некоторые методы исследования водного режима растений. — Л.: Всесоюз. ботан. о-во, 1960. — 60 с.
5. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина 1. Довідник / Кохно М.А., Пархоменко Л.І., Зарубенко А.У. та ін.; За ред. М.А. Кохна та Н.М. Трофименко. — К.: Фітоцентр, 2002. — С. 337–350.
6. Зайцева И.А. Динамика водообменных процессов видов рода *Acer* L. в связи с их засухоустойчивостью / И.А. Зайцева // Вестн. ДНУ. Сер. Биол. Экол. — 2004. — Вып. 12. — С. 54–61.
7. Зайцева И.А. Водный баланс растений семейства *Saxifragaceae* Juss. в условиях Степного Приднпровья / И.А. Зайцева // Вестн. ДНУ Сер.: Биол. Экол. — 2006. — Вып. 14, т. 2. — С. 72–78.
8. Зайцева И.О. Физиолого-биохимичні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї: монографія / І.О. Зайцева, Л.Г. Долгова. — Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетров. нац. ун-ту, 2010. — 388 с.
9. Костюченко Р.Н. Водный обмен некоторых представителей рода *Salix* в условиях Среднего Приобья / Р.Н. Костюченко // Науч. тр. аспирантов и соискателей Нижневартговского гос. гуманит. ун-та. — Вып. 5. — Нижневартговск: Изд-во Нижневартгов. гуманит. ун-та, 2008. — С. 143–155.

10. Кушниренко М.Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений / М.Д. Кушниренко. — Кишинев: Штиинца, 1967. — 331 с.
  11. Кушниренко М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М.Д. Кушниренко, С.Н. Печерская. — Кишинев: Штиинца, 1991. — 307 с.
  12. Пахомов Г.И. Водный режим растений / Г.И. Пахомов, В.К. Безуглов. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1980. — 252 с.
  13. Сенчишина І.О. Характеристика водного обміну у представників роду *Acer L.* / І.О. Сенчишина // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біологічна. — 2005. — Вип. 40. — С. 166—173.
  14. Сметана О.М. Біогеоценологічний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу / О.М. Сметана, В.В. Перерва. — Кривий Ріг: Видавничий дім, 2007. — 247 с.
  15. Тихоненко Д.Г. До питання про класифікацію ґрунтів України / Д.Г. Тихоненко // Ґрунтознавство. — 2001. — Т. 1, № 1-2. — С. 16—22.
  16. Федоровский В.Д. Древесные растения Криворожского ботанического сада (итоги за 25 лет) / В.Д. Федоровский, А.Е. Мазур. — Днепропетровск: Проспект, 2007. — С. 159—183.
  17. Шматько И.Г. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам / И.Г. Шматько, И.А. Григорюк, О.Е. Шведова. — К.: Наук. думка, 1989. — 224 с.
- Рекомендував О.М. Горелов  
Надійшла 15.01.2018
- #### REFERENCES
1. Bessonova, V.P. (2006), Praktikum z fiziologii roslin [Workshop on plant physiology]. Dnipropetrovsk, RVV DDAU, 316 p.
  2. Zholkevych, V.N., Gusev, N.A., Kaplja, A.V., Pahomova, G.I., Pilycikova, N.V., Samuilov, F.D., Slavnyj, P.S. and Shmatko, I.G. (1989), Vodnyj obmen rastenij [Water exchange of plants]. Moscow: Nauka, 256 p.
  3. Genkel, P.A. (1982), Fiziologija zharo- i zasuhoustojchivosti rastenij [Physiology of heat and drought tolerance of plants]. Moscow: Nauka, 279 p.
  4. Gusev, N.A. (1960), Nekotorye metody issledovanija vodnogo rezhima rastenij [Some methods of studying the water regime of plants]. Leningrad: Vsesojuz. botan. o-vo, 60 p.
  5. Kohno, M.A., Parhomenko, L.I., Zarubenko, A.U. ta in. (2002), Dendroflora Ukrainy. Dykorosli j kulturyovani dereva i kushhi. Pokrytonasinni. Dovidnyk [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Angiosperms. Reference book]. Part 1. Kyiv: Fitosociocentr, pp. 337—350.
  6. Zajceva, I.A. (2004), Dinamika vodoobmennyh processov vidov roda *Acer L.* v svjazi s ih zasuhoustojchivostju [Dynamics of water-exchange processes of species of the genus *Acer L.* due to their drought resistance]. Vestnik DNU. Serija Biologija. Jekologija [Herald DNU Series Biology. Ecology], vyp. 12, pp. 54—61.
  7. Zajceva, I.A. (2006), Vodnyj balans rastenij semejstva *Saxifragaceae* Juss. v uslovijah Stepnogo Pridneprovja [Water balance of plants of the family *Saxifragaceae* Juss. in the conditions of the Steppe Dnieper]. Vestnik DNU Serija: Biologija. Jekologija. [Herald DNU. Series Biology. Ecology], vyp. 14, pp. 72—78.
  8. Zajceva, I.O. and Dolgova, L.G. (2010), Fiziologo-biohimichni osnovy introdukcii derevnyh roslin u Stepovomu Prydniprovi: monografija [Physiological and biochemical bases of introduction of tree plants in the Steppe Dnieper: monograph]. Dnipropetrovsk: Vyd-vo DNU, 388 p.
  9. Kostjuchenko, R.N. (2008), Vodnyj obmen nekotoryh predstavitelej roda *Salix* v uslovijah Srednego Priobja [Water exchange of some representatives of the genus *Salix* in the Middle Ob region]. Nauchnye trudy aspirantov i soiskatelej Nizhnevarтовского gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta [Scientific works of post-graduate students and candidates of Nizhnevarтовsk State Humanitarian University], Nizhnevarтовsk: Izd-vo Nizhnevar. gumanit. un-ta, vyp. 5, pp. 143—155.
  10. Kushnirenko, M.D. (1967), Vodnyj rezhim i zasuhoustojchivost plodovyh rastenij [Water regime and drought resistance of fruit plants]. Kishinev: Shtiinca, 331 p.
  11. Kushnirenko, M.D. and Pecherskaja, S.N. (1991), Fiziologija vodoobmena i zasuhoustojchivosti rastenij [Physiology of water exchange and drought tolerance of plants]. Kishinev: Shtiinca, 307 p.
  12. Pahomov, G.I. and Bezuglov, V.K. (1980), Vodnyj rezhim rastenij [Water regime of plants]. Kazan: Izd-vo Kazanskogo un-ta, 252 p.
  13. Senchyshyna, I.O. (2005), Harakterystyka vodnogo obminu u predstavnykiv rodu *Acer L.* [Characteristics of water exchange with representatives of the genus *Acer L.*]. Visnyk Lvivskogo universytetu. Serija biologichna [Herald of Lviv University. Biological series], vyp. 40, pp. 166—173.
  14. Smetana, O.M. and Pererva, V.V. (2007), Biogeocenochnyj pokryv landshaftno-tehnogennyh system Kryvbasu [Biogeocenotic cover of landscapes and man-made systems of Kryvbas]. Kryvyj Rih: Vydavnychyj dim, 247 p.
  15. Tyhonenko, D.G. (2001), Do pytannja pro klasyfikaciju gruntiv Ukrainy [On the question of the classification of soils in Ukraine]. Gruntoznastvo [Pedology], vol. 1, N 1-2, pp. 16—22.
  16. Fedorovskij, V.D. and Mazur, A.E. (2007), Drevesnye rastenija Krivorozhskogo botanicheskogo sada (itogi za 25 let) [Woody plants of Kryvyi Rih Botanical Garden (results for 25 years)]. Dnepropetrovsk: Prospekt, pp. 159—183.

17. *Shmatko, I.G., Grigorjuk, I.A. and Shvedova, O.E.* (1989), *Ustojchivost rastenij k vodnomu i temperaturnomu stressam* [Stability of plants to water and temperature stresses]. Kyiv: Naukova dumka, 224 p.

Recommended by O.M. Gorelov  
Received 15.01.2018

Н.М. Данильчук<sup>1</sup>, А.В. Данильчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Криворожский ботанический сад НАН Украины, Украина, г. Кривой Рог

<sup>2</sup> Донецкий ботанический сад НАН Украины, Украина, г. Кривой Рог

#### ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ВОДООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ У ВИДОВ РОДА *POPULUS* L. В ДЕНДРАРИИ КРИВОРОЖСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

**Цель** — исследовать особенности водообменных процессов в ассимиляционном аппарате тополей, интродуцированных в дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины.

**Материал и методы.** Объектом исследований были изменения состояния водного режима (обводненность, водный дефицит, водоудерживающая способность) тополей, интродуцированных в дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины: *Populus italica* Du Roi, *P. deltoides* W. Bartram ex Marshall, *P. simonii* Carrière, *P. candicans* Aiton, *P. bolleana* Carrière. Исползованные в эксперименте виды были представлены особями второго класса возраста (до 20 лет). Определение связанной и свободной воды в растительном материале проводили рефрактометрическим методом по Н.А. Гусеву (1960). Общее количество воды, водоудерживающую способность и водный дефицит ассимиляционного аппарата тополей определяли общепринятыми методами (Бессонова, 2006). В опытах использовали листья растений, отобранные из средней части кроны юго-западной экспозиции.

**Результаты.** Общая обводненность листьев *P. bolleana* и *P. italica* в июне на 20—40 % превышала таковую листьев *P. deltoides*, *P. simonii* и *P. candicans*. В период с июня по сентябрь наблюдали уменьшение обводненности исследуемых видов тополей. Наибольшее снижение общего содержания воды в листьях тополей (на 15—20 %) по сравнению с июнем отмечено у *P. deltoides*, *P. candicans* и *P. simonii*, которые в пределах природного ареала (Северная Америка и Дальний Восток) растут в более увлажненных местах. Меньше всего общая обводненность снизилась у среднеазиатских видов *P. bolleana* и *P. italica* — до 10 %. В период с июня по август происходило уменьшение содержания свободной воды и увеличение — связанной. У *P. italica* и *P. bolleana* связанной воды было в 1,1—1,2 раза больше, чем у *P. candicans*, *P. deltoides*

и *P. simonii*, что свидетельствует о меньшей приспособленности последних к засухе. В августе у всех исследуемых тополей показатель водного дефицита превышал безопасное значение 10 % и составлял 10,4—19,1 %. Наибольшим водный дефицит был у тополей, которые естественно растут в более увлажненных местах с умеренными температурами, — *P. simonii*, *P. candicans* и *P. deltoides* и в 2,0—2,5 раза превышал показатель в начале лета. У *P. bolleana* и *P. italica* упомянутый показатель увеличивался в среднем в 1,6 раза. Наибольшие показатели водоудерживающей способности у тополей зафиксированы в июне. Более высокая водоудерживающая способность листьев у *P. bolleana* и *P. italica* позволяет им противостоять обезвоживанию при неблагоприятных условиях и является показателем их адаптации к условиям произрастания.

**Вывод.** Наиболее устойчивы к неблагоприятным условиям увлажнения — *P. bolleana* и *P. italica*, у которых соотношение процессов водного обмена является оптимальным: высокий показатель обводненности тканей, низкое значение и тенденция к снижению дневного водного дефицита в течение вегетации, способность к частичному восстановлению обводненности тканей при ослаблении действия стрессового фактора.

**Ключевые слова:** *Populus* L., интродукция, погодноклиматические условия, водообменные процессы, ассимилирующий аппарат, засухоустойчивость.

Н.М. Данильчук<sup>1</sup>, О.В. Данильчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Krivyi Rih Botanical Garden, National Academy of Science of the Ukraine, Ukraine, Kryvyi Rih

<sup>2</sup> Donetsk Botanical Garden, National Academy of Science of the Ukraine, Ukraine, Kryvyi Rih

#### PECULIARITIES OF SEASONAL DYNAMICS OF WATER-EXCHANGE PROCESSES IN SPECIES OF *POPULUS* L. IN DENDRARIUM OF KRYVYI RIH BOTANICAL GARDEN

**Objective** — to investigate the features of water-exchange processes in the assimilation apparatus of poplars introduced in Dendrarium of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine.

**Material and methods.** The object of the research were changes in the state of the water regime (waterlogging, water deficiency, water retention capacity) of poplars, introduced in Dendrarium of Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine. The studies were carried out on the following poplar species: *Populus italica* Du Roi, *P. deltoides* W. Bartram ex Marshall, *P. simonii* Carrière, *P. candicans* Aiton, *P. bolleana* Carrière. The species involved in

the experiment are represented by individuals of the second class of age (up to 20 years). Determination of bound and free water in the plant material was carried out by refractometric method according to N.A. Gusev (1960). The total amount of water, water retention capacity and water deficiency of poplar assimilation apparatus was determined according to the generally accepted methods in biology (Бессонова, 2006). In experiment we used leaves of plants selected from the middle part of the crown of the south-western exposure.

**Results.** The total water content of leaves of *P. bolleana* and *P. italica* in June was 20–40 % greater than in *P. deltoides*, *P. simonii* and *P. candicans*. From June to September, the water content of the poplar species under study decreased. The most significant decrease in the total water content in poplar leaves (by 15–20 %) in comparison with June is noted in *P. deltoides*, *P. simonii* and *P. sandicans* whose natural range is the more humid places (North America and the Far East). At the same time, the total waterlogging in the Central Asian species of *P. bolleana* and *P. italica* decreased to 10 %. From June till August, the free water content decreased and the content of bound water increased. *P. italica* and *P. bolleana* of bound water are in 1.1–1.2 times larger than in *P. candicans*, *P. deltoides* and *P. simonii*, which indicates a greater fitness of the first to

drought. In August in all poplars studied the water deficit index exceeded the safe value of 10 % and fluctuated within 10.4–19.1 %. The largest water deficiency was in poplars, which naturally grow in more humid areas with moderate temperatures — *P. simonii*, *P. candicans* and *P. deltoides*, which is in 2.0–2.5 times more than in early summer. The smallest water deficit during vegetation was detected *P. bolleana* and *P. italica*, in which this index increased by an average in 1.6 times. The highest indicators of water holding capacity in poplars were in June. The higher water retention capacity of the leaves in *P. bolleana* and *P. italica* allows poplars to resist dehydration under unfavorable conditions and is an indicator of their adaptation to the conditions of growth.

**Conclusion.** The most resistant to unfavorable conditions of moistening are *P. bolleana* and *P. italica*, in which the ratio of water exchange processes is at optimal level, which is ensured by the agreement of high water content of cells, low values and tendency to decrease the daily water deficit during vegetation, to a partial restoration of the waterlogging of tissues when the effect of the stress factor is weakened.

**Key words:** *Populus L.*, introduction, weather and climate conditions, water exchange processes, assimilating apparatus, drought resistance.

## ПАМ'ЯТІ ВІТАЛІЯ ДМИТРОВИЧА ФЕДОРОВСЬКОГО



29 грудня 2017 р. пішов з життя Віталій Дмитрович Федоровський.

Віталій Дмитрович народився 7 лютого 1930 р. у Білгородській обл. Після закінчення Київського лісогосподарського інституту був направлений на роботу до Тувинського управління лісового господарства. Закінчив аспірантуру ЦСБС СВ АН СРСР. Захистив дисертацію на тему «Смородина ряду *Rubrae* A. Pojark в Туве». Із 1977 р. працював у Біосферному заповіднику «Асканія-Нова», з 1983 р. — старшим науковим співробітником Криворізького відділення Донецького ботанічного саду АН України, у 1992—2011 рр. — завідувач відділу інтродукції та акліматизації рослин Криворізького ботанічного саду НАН України.

В.Д. Федоровський був відповідальною і цілеспрямованою людиною. Під його керівництвом були створені дендрологічні колекції та експозиції Криворізького ботанічного саду, які згодом отримали статус Національного надбаня. Він вивчав особливості акліматизації та інтродукції деревних рослин у степовій зоні України. Упродовж багатьох років очолював науково-дослідні роботи відділу: «Інтродукція

рослин природної та культурної флори з метою збереження біологічного різноманіття та оптимізації техногенних ландшафтів Правобережного степового Придніпров'я» (1999—2003), «Збереження, збагачення і вивчення біологічного різноманіття при інтродукції рослин у промислому Кривбасі з метою використання інтродуцентів в оптимізації техногенного середовища» (2004—2008). За результатами наукових досліджень опубліковано монографії «*Ribes spicatum* Robson — Смородина колосистая (систематика, географія, изменчивість, інтродукція» (2011), у співавторстві — «Древесные растения Криворожского ботанического сада. Итоги интродукции (за 25 лет)» (2007), «Дендрофлора України» (2005) та понад 100 статей.

Не залишилися поза увагою насадження парків та скверів м. Кривий Ріг. У 2009—2013 рр. він керував темою науково-дослідницької роботи «Дослідження фіторізноманіття зелених насаджень у промислових регіонах Правобережного степового Придніпров'я і його збереження та збагачення». Було розроблено рекомендації щодо побудови декоративних композицій із використанням деревних рослин в озелененні міст Правобережного степового Придніпров'я. Результати цієї роботи висвітлено в низці праць.

В.Д. Федоровський все життя збирав книги, які згодом подарував фонду наукової бібліотеки Криворізького ботанічного саду.

Віталій Дмитрович мав дуже гарну пам'ять і вражав величезним багажем наукових знань. Талановитий науковець, гарний організатор. Цікавий співрозмовник, часто цитував вірші, любив музику. Йому були притаманні порядність, чесність та інтелігентність. Завжди витриманий і люб'язний. Таким його будуть пам'ятати колеги та друзі...

Колектив Криворізького ботанічного саду НАН України